LÉGKÖR

56. évfolyam

2011. 1.szám

BÓNA MÁRTÁRA EMLÉKEZÜNK

A búcsúbeszédet, mely alapján a megemlékezés készült, Vadász Vilmos kollégánk mondta el a budakeszi Havas Boldogasszony római katolikus templomban 2011. június 9-én.

Május 31-én nagy veszteség érte a meteorológus társadalmat. Olyan munkatársat veszítettünk el, akinek munkaszeretete, megbízhatósága, kitartása, szorgalma példa értékű sokunk számára.

Bóna Márta 1968-ban, közvetlenül matematika-fizika és meteorológus diplomája megszerzése után helyezkedett el az Országos Meteorológiai Szolgálatnál.

Rév-Komáromban született 1944. július 24-én. Családja 1947-ben költözött Magyarországra Az általános iskolát Rácalmáson, a gimnáziumot Székesfehérváron végezte.

Az Országos Meteorológiai Szolgálatnál az előrejelzés különböző területein dolgozott. Több évtizeden keresztül tájékoztatta a TV képernyőjén és a rádió csatornáin keresztül az ország lakosságát az időjárás alakulásáról. Már a 70-es évek eleje óta rendszeresen hallhattuk megnyugtató, kellemes hangját a Magyar Rádió reggeli, déli és esti Krónikáiban, a körzeti időjárás jelentésekben. Később a Magyar Televízió meteorológiai adásainak is rendszeres szereplője lett, 2005 óta a Hír TV-ben láthattuk. Megszólalásaiban úgy törekedett a legmagasabb szintű szakmai hitelességre, hogy közben közérthető, követhető legyen. Nagy hangsúlyt fektetett a magyar nyelv helyes használatára, kerülte az idegen szavakat és az olyan szakkifejezéseket, melyek ismeretlenek voltak a hallgatók vagy nézők többsége számára. Mindezeknek nagy szerepe lehetett abban, hogy tagja lett a Magyar Rádió Mikrofonbizottságának is. Hogy munkája mennyire eredményes volt, azt az is mutatja, több ízben a leghitelesebb televíziós, női meteorológusnak választották. Nem kis szerepe volt tehát abban, hogy a rádiós, televíziós időjárás jelentések népszerűek lettek, és a meteorológusok a legszélesebb körnek át tudták adni a várható időjárásra vonatkozó ismereteiket. Úgy törekedett érdekfeszítő, színes, jól érthető megfogalmazásra, hogy mindig kerülte a hatásvadász elemeket. Előadásmódja az utóbbi időben különösen felértékelődött, amikor sok média szereplő értékrendjében nem az elsők között szerepel a hitelesség, szakmai korrektség.

Mindig szeretettel, nagy empátiával segített a pályakezdő kollégáknak, derűs, nyugodt természetével jó légkört teremtett maga körül. A hazai meteorológiai közéletben is aktív szerepet vállalt. Hosszú időn keresztül tagja volt a Magyar Meteorológiai Társaság választmányának és a LÉGKÖR szerkesztőbizottságának, ahol nemcsak szerkesztői munkát végzett, de rendszeresen cikkeket is írt a folyóirat számára. Kiemelkedő szakmai tevékenységéért 2001-ben Pro Meteorológia Emlékplakett miniszteri kitüntetést kapott.

Munkáját nyugdíjasként is folytatta – nap, mint nap találkoztunk barátságos mosolyával, kedves szavaival. Megdöbbentő hirtelenséggel, súlyos betegséggel folytatott rövid küzdelem után távozott közülünk.

Május elsején még dolgozott, elkészítette a Hír TV számára a szokásos anyagot, a rá jellemző gonddal, alapossággal.

Búcsúztatásán családja, kollégái, barátai és nem utolsó sorban lakhelyének szerető közössége vett tőle búcsút. Székesfehérváron a Ciszterci templomban helyezték őt végső nyugalomra.

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 ábraaláírásokat. 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 foglakozunk.

A közlésre szánt szöveg tartalmazza a magyar és angol címet, a szerző nevét, munkahelyét, levelezési és villanyposta címét. 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.

LÉGKÖR

56. évfolyam
2011. 1. szám

Felelős szerkesztő:
Dunkel Zoltán
a szerkesztőbizottság elnöke

Szerkesztőbizottság:
Bartholy Judit
Bihari Zita olvasó szerkesztő
Haszpra László
Hunkár Márta
Móring Andrea éghajlati összefoglaló
Sáhó Ágnes technikai szerkesztő
Szudár Béla
Tóth Róbert

ISSN 0 133-3666

A kiadásért felel:
Dunkel Zoltán
az OMSZ elnöke

Készült:
HM Térképészeti Nonprofit Kft.
nyomdájában
800 példányban

Felelős vezető:
Németh László
üv. igazgató

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

AZ ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT
ÉS A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG
SZAKMAI TÁJÉKOZTATÓJA

TARTALOM

CÍMLAPON

Köd a Zugligetben - *Bonta Imre (2011. január 17.)*

Bóna Mártára emlékezünk 2
Elhunyt Kozma Ferencné 4

TANULMÁNYOK

Mészáros Ernő: **Az élet meghatározó eleme: az oxigén** 5
Major György: **A fotoszintetikusan aktív sugárzás hazai vizsgálata** 10
Pátkai Zsolt: **Az Időjárás-előrejelző Osztályon 2009-ben készült előrejelzések verifikációja** 16

KRÓNIKA

Bottyán Zsolt: **Légköri üvegházhatás a kőzetbolygókon** 23
Bikfalvi Géza: **A jezsuiták meteorológiai tevékenysége** 27
Sáhó Ágnes: **Kislexikon** 31
Beáta Balogh: **A Magyar Meteorológiai Társaság hírei** 32
Móring Andrea: **Meteorológiai Világnap 2011** 33
Móring Andrea: **2010/2011 telének időjárása** 36
Móring Andrea: **2010 év időjárása** 38
Varga Miklós: Történelmi arcképek, **Urbain Jean Joseph Leverrier** 43

LIST OF CONTENTS

COVER PAGE

Fog above Zugliget, *Bonta Imre, 17 January 2011*

Memory of Ms Márta Bóna 2
Ms Erzsébet Kozma deceased 4

STUDIES

Ernő Mészáros: **Oxygen, the Life Controlling Element** 5
György Major: **A PAR Investigation made in Hungary** 10
Zsolt Pátkai: **Verification of Forecasts made in the Weather Forecasting Division in 2009** 16

CHRONICLE

Zsolt Bottyán: **Atmospheric Green House Effect on Rocky Planet** 23
Géza Bikfalvi: **Meteorological Activity of Jesuits** 27
Ágnes Sáhó: **Pocket Encyclopaedia** 31
Beáta Balogh: **News of MMT – Hungarian Meteorological Society** 32
Andrea Móring: **World Meteorological Day 2011** 33
Andrea Móring: **Weather of Winter 2010/2011** 36
Andrea Móring: **Weather of 2010** 38
Miklós Varga: **Urbain Jean Joseph Leverrier** 43

KOZMA FERENCNÉ (sz. Tóth Erzsébet)

Csorvás, 1935. október 7. – Budapest, 2011. június 3.

Dunkel Zoltán

Országos Meteorológiai Szolgálat; 1024 Budapest, Kitaibel Pál u. 1. *dunkel.z@met.hu*

Harmincnégy év szinte egy emberöltő. Ennyi éven át szolgálta a Magyar Meteorológiai Intézetet – majd Szolgálatot - Tóth Erzsébet, ösztöndíjas gyakornokként kezdve és igazgatóhelyettesként befejezve.

Annak a nagy meteorológus generációnak volt a tagja, akik az önálló képzés megindulása során szerezték meg meteorológus diplomájukat. Szakmai pályafutása töretlenül kötődött a meteorológia egy speciális területéhez, amit nagyon leegyszerűsítve agrometeorológiának nevezhetünk. Az éghajlati kutatás keretében írt egyetemi doktori értekezése, mely a talaj hőforgalommal, párolgásszámítással, talaj közeli turbulens átvitellel foglalkozott, a maga korában nagyon újszerű és előremutató volt. A benne foglaltak további tudományos dolgozatokat inspiráltak, sőt sok, akkortájt szakdolgozatát készítő leendő meteorológusnak adott alapot a tudományos pályán való elinduláshoz. Ha alkalma adódott, igyekezett segíteni a fiatal kutatóknak belépni a szakmai közéletbe. Eredményeit, ötleteit készséggel osztotta meg a pályakezdőkkel. Az intézet három nagy közös munkájában vett részt, a Balaton kutatatásban, a Fertő-tó vízháztartásának vizsgálatában és a Konzerv programban. Szakmai, tudományos kutatói pályafutását segítette, hogy angliai tanulmányúton vett részt 1968-ban. Az angol nyelvismeret mellett oroszul is jól beszélt. Tárgyalási szintű nyelvismerete lehetővé tette, hogy különböző szakmai értekezleteken, az akkori időkben elsősorban a szocialista országok közötti munkacsoportokban, képviselje a magyar agrometeorológiát, de tevékenykedett a Meteorológiai Világszervezet megfelelő munkabizottságaiban, sőt a nyolcvanas évek második felében meginduló magyar-amerikai éghajlati együttműködésnek is egyik meghatározó személyisége és mozgatója volt.

A szakmai, elsősorban kutatói feladatok és munkák mellett sorra vállalt el vezetői megbízásokat. Előbb csoportvezetői kinevezést kapott 1969-ben, majd 74-ben osztályvezető lett. Ebből a beosztásból emelkedett ki 1981-ben az akkori Központi Légkörfizikai Intézet igazgatóhelyettesévé. A Szolgálat átszervezése után, amikor az agrometeorológiai részleg a Légkörfizikai Intézetből átkerült a Központi Meteorológiai Intézethez, ott is igazgatóhelyettesként folytatta pályafutását, s dolgozott ebben a minőségben nyugállományba vonulásáig. Igazi, született vezető volt. Tekintélye magától, a lényéből adódott. Ez a tekintély akkor is megmaradt, ha a munkaidőn túl részt vett az akkor gyakori, vállalati összejöveteleken vagy a közös kiküldetések munkaidőn túl nyúló részében. Tudta hol a határ a munka és a szórakozás között. Szerette az életet, de tudott fegyelmet, mértéket tartani. A szakmai munka mellett aktív odaadó közéleti tevékenységet is végzett társadalmi szervezetekben. A Magyar Meteorológia Társaság választmányi tagjaként sokat tett a Társaságért, többek között fő szervezője volt több Vándorgyűlésnek.

1990. október 10-én vonult nyugdíjba. Szakmai munkáját mindenkor a megbízhatóság, a lelkesedés, az alapos felkészültség, a gyorsaság, a pontosság és a lelkiismeretesség jellemezte. Sajnálatos, hogy nyugdíjba vonulása egyúttal a szakmai közélettől való elszakadást is jelentette.

Egykori beosztottai, kollégái tisztelettel és szeretettel emlékeznek rá.

AZ ÉLET MEGHATÁROZÓ ELEME: AZ OXIGÉN

OXIGEN, THE LIFE CONTROLLING ELEMENT

Mészáros Ernő
a Magyar Tudományos Akadémia rendes tagja
Pannon Egyetem Föld- és Környezettudományi Intézeti Tanszék, H-8201 Veszprém Pf. 158.
amolnar@almos.uni-pannon.hu

Összefoglalás: A tanulmány célja, hogy röviden vázolja az oxigén elem környezeti előfordulását, jelentőségét és felfedezésének történetét. Megmagyarázza, hogy miért játszik olyan fontos szerepet bolygónk élővilágában. A cikk azt a következtetést vonja le, hogy az oxigén nemcsak a légkör legfontosabb összetevője, hanem a Földön minden természetes energia-termelés forrása.

Abstract: The aim of this paper is to give a short account of the environmental occurrence, significance and discovery of the element, oxygen. The reasons for its role in the life on our planet are discussed. One can conclude that oxygen is not only the key constituent of the atmosphere, but this element controls all important natural energy production processes on the Earth.

Bevezetés

Az embert a Földön különböző anyagok veszik körül, amelyek kémiai elemekből, illetve az ezekből felépülő vegyületekből állnak. Életünket, tevékenységünket alapvetően meghatározza az elemek, vegyületek mozgása, valamint kölcsönhatásuk egymással és nem utolsósorban az élő szervezetekkel. Így egyáltalában nem mindegy, hogy környezetünkben milyen vegyületek, elemek fordulnak elő.

Földünkön a legnagyobb mennyiségben a vas fordul elő, döntő mértékben a bolygó izzó magjában. A vasat különböző vegyületeiben az oxigén követi, így a földkéregben és a vízburokban az oxigén tömege a legnagyobb. Mintegy $33 \cdot 10^{18}$ kg. Légkörünkben az oxigén, szabad állapotban (más elemekkel nem vegyülve) kereken 21 térfogatszázalékban fordul elő (tömege $1{,}2 \cdot 10^{18}$ kg). Azt mondhatjuk tehát, hogy bolygónk azon részein, ahol az élet zajlik, az oxigén a legnagyobb tömegben található elem.

A légkör oxigéntartalma a bioszférának köszönhető. A napenergiát felhasználó baktériumok és növények ugyanis az életműködésükhöz szükséges szénhidrátokat, cukrokat a légköri szén-dioxid és a víz felbontásával állítják elő. A vízből a baktériumok és növények a hidrogént használják föl, míg az oxigént a környezetbe bocsátják. A kibocsátott oxigén viszont a bioszféra másik fontos részét, az állatvilágot látja el a légzés révén energiával. Ebből következik, hogy oxigén nélkül fejlettebb élet egyáltalán nem létezne. Arról már nem is beszélve, hogy az oxigén az élővilágnak, a bioszférának is legfontosabb eleme.

Az oxigén jelenléte azonban nem csupán testünk belső energiáját biztosítja. Közismert, hogy tüzelésnél az ember az oxigént már közel egymillió éve használja. Nemcsak a belső (légzés), hanem a szükséges külső energiát (meleget) is az oxigénnek köszönhetjük. Tűz nélkül elképzelhetetlen az emberi történelem és gazdasági tevékenység. Sajnos ma már a tüzelőanyagok felhasználása olyan méreteket öltött, hogy a légköri oxigén koncentrációjának némi csökkenése is kimutatható. Az oxigénnek továbbá az ember szempontjából káros tulajdonsága, hogy előidézi a különböző gépek és műtárgyak rozsdásodását.

Az oxigén a levegőben molekuláris állapotban fordul elő, amely két oxigénatomból tevődik össze. A felsőlégkörben a napsugárzás hatására ezek a molekulák két, atomos oxigénre esnek szét, amelyek molekuláris módosulatukkal háromatomos molekulákat, ózont képeznek. Az ózon elnyeli a Napból érkező, a bioszféra számára halálos ultraibolya sugárzást, amely lehetővé teszi a szárazföldi életet. Ózon, jóval kisebb mennyiségben, az alsó légkörben is keletkezik. A felszín közelében az ózon, és a bomlása után létrejövő oxigéntartalmú atomcsoportok (tudományos nevükön szabad gyökök) különböző gázokat oxidálnak, így kivonják őket a levegőből. Az oxigén, illetve a belőle keletkezett ózon ily módon az alsólégkör, a troposzféra tisztántartásáról is gondoskodik.

A szabad oxigén a földi éghajlat szabályozásában közvetlenül nem vesz részt. Ugyanakkor a sarki jégben, illetve az óceánfenékben lévő különböző számú neutront tartalmazó izotópjainak vizsgálata segít bennünket a múlt éghajlatváltozásainak megítélésében. Ennek a jelenleg megfigyelt globális felmelegedés okainak feltárásában van különös jelentősége.

Jelen tanulmány célja, hogy röviden felvázoljuk az oxigén környezeti előfordulását és jelentőségét, és azokat az okokat, amelyek az oxigént az élet meghatározó elemévé teszik. Ezek ismerete elősegítheti, hogy vizsgá-

lataink színterét, a légkört szélesebb távlatokban szemléljük.

Felfedezés és elnevezés

Az oxigént, pontosabban a levegőben lévő oxigént a tizennyolcadik század második felében egymástól függetlenül az angol Joseph Priestley, illetve a svéd Carl Wilhelm Scheele fedezte föl. Felfedezését elsőként az angol kutató tette közzé. Közleményében leírja, hogy amikor magas hőmérsékleten folyékony higanyt égetett el, akkor fehér por (higany-oxid) keletkezett. A port vákuumban hevítve tüzet tápláló gáz jött létre. Az angol tudós azt is kimutatta, hogy ez a tüzet tápláló gáz a levegő térfogatának mintegy negyedét foglalja el. A gázt a görög „oxys" (sav) és „genes" (nemző, csináló) szavak alapján oxigénnek 1777-ben Antoine Lavoisier, a modern kémia francia megalapítója nevezte el. Helytelenül úgy gondolta, hogy minden sav oxigént tartalmaz. Ugyanakkor, helyesen, először magyarázta meg, hogy az égés oxidációt jelent.

A történethez hozzátartozik, hogy Robert Boyle ír vegyész, illetve Richard Lower angol orvos az oxigén felfedezése előtt már mintegy száz évvel korábban rámutatott arra, hogy a levegő jelenléte az állatok életének elengedhetetlen feltétele. Majd 1872-ben Daniel Rutherford skót orvos-kémikus azt tapasztalta, hogy zárt kamrákban tartott egerek előbb-utóbb elpusztulnak. Az oxigén felfedezése után vált nyilvánvalóvá, hogy az állatoknak (és az embernek) anyagcseréjükhöz oxigénre van szükségük: a légzés tulajdonképpen oxidáció.

Atomok és molekulák

Az oxigénnek a bevezetőben vázolt kiemelkedő jelentősége különleges tulajdonságainak köszönhető. Az oxigén atommagja nyolc elektromosan pozitív töltésű protont tartalmaz. Ebből következik, hogy a mag körül nyolc negatív töltésű elektron kering. Kettő a belső, hat a külső pályán. A Természetben előforduló oxigénatomok 99,76%-a a protonokon kívül nyolc semleges neutronból áll, így atomtömegük kereken 16 egységgel egyenlő (kémiai jelük ^{16}O). Ezen kívül az oxigénnek kis mennyiségben két másik stabilis (ti. nem radioaktív) izotópja is előfordul. Így vannak kilenc (^{17}O), illetve tíz (^{18}O) neutront tartalmazó változatai is. Ezek előfordulása rendre a teljes tömeg 0,039%, illetve 0,201%-a.

Adottságainak megfelelően az oxigén a periódusos rendszer tizenhatodik oszlopának a tetején helyezkedik el. Mint ismeretes, a periódusos rendszerben azok az elemek vannak azonos oszlopban, amelyek kémiai tulajdonságai hasonlóak. A kémiai hasonlóság annak a következménye, hogy az adott csoport elemeinek külső elektronpályáján, korszerűbb elnevezéssel elektronhéján, azonos számú elektron kering. Így az oxigén oszlopában helyezkedik el a kén (S), a szelén (Se), a tellúr (Te) és a polónium (Po). A polónium kivételével, ezek az elemek, az oxigénnel együtt, nemfémes elemek, és a kőzetek felépítésében fontos szerepet játszanak.

A külső pályát vegyértékhéjnak is nevezzük, mivel a rajta lévő elektronok száma határozza meg, hogy az atom milyen más atomokkal alkothat molekulákat. A kémiai egyesülés során ugyanis az atomok arra „törekednek", hogy külső elektronhéjuk telített legyen. Az oxigénatom telítéséhez két elektron szükséges. Az oxigén az oszlopában lévő többi említett elemtől abban különbözik, hogy csak elektronfelvételre képes, így vegyértéke (másként kifejezve: oxidációs foka) mindig negatív és kettővel egyenlő. Szobahőmérsékleten az oxigén az elemek nagy részével egyesül, vegyületet képez. Ilyenkor a másik elem elektronokat ad le, oxidálódik. Ugyanakkor az oxigén elektronokat vesz fel, azaz redukálódik. Az oxidáció fontos ismérve, hogy mindig energia felszabadulással jár. Szervezetünk ezért a légzés során energiát termel.

Oxidáció az égés is. Ha az oxidáció során olyan mennyiségű energia szabadul fel, hogy az oxidálódó anyag eléri gyulladási hőmérsékletét, akkor tűz keletkezik. Erre a gyors oxidációra a fa vagy más tüzelőanyagok elégetése szolgáltat példát. A levegőnek kitett fémanyagok rozsdásodása, illetve a szerves anyagok oxigén jelenlétében végbemenő bomlása viszont a lassú oxidációt példázza. Végül, az oxigénatom annyira reakcióképes (lásd később), hogy saját hasonmásával is egyesül, két atomból álló molekulákat (O_2) alkot.

Az oxigén fontos tulajdonsága, hogy forráspontja -183°C. Így, a környezetben előforduló hőmérsékleteken, gázformában fordul elő. Az oxigéngáz sűrűsége normál hőmérsékleten (0°C) és nyomáson (1013 hPa) 1,43 g/l, azaz mintegy hétszázszor kisebb, mint a víz sűrűsége. Gázhalmazállapotban az oxigén színtelen és szagtalan. Az oxigén gázállapotban az elektromágneses sugárzás ultraibolya tartományában nyel el. Így a magasabb légkörben a napsugárzás spektrumából kivonja a 200 nm-nél rövidebb hullámhosszakat. Az elnyelt sugárzás (energia) következtében gerjesztett állapotba kerül. A megnövekedett energia a molekulákat szétbontja, és atomos oxigén keletkezik. A molekuláris és atomos oxigén egyesülése hozza létre a háromatomos módosulatot, amit *ózon*nak nevezünk.

Ózon

Az ózont 1839-ben Christian Friedrich Schönbein fedezte fel. Megfigyelte, hogy elektromos kisülések alkalmával különös szagú gáz keletkezik. Ezért a gázt a görög szaglani („ozein") szó után nevezte el. Mint a tudomány történetében számos esetben, a felfedezőnek fogalma

sem volt felfedezése jelentőségéről. Ez akkor vált nyilvánvalóvá, amikor az angol Walter N. Hartley 1881-ben rámutatott, hogy a napsugárzásból a 300 nm-nél rövidebb hullámhosszú, un. ultraibolya (UV) sáv hiányzik, mivel ezeket a *nagyenergiájú sugarakat az ózon elnyeli.* Ily módon kivonja a Nap spektrumából azt a sávot, amely szétroncsolná az élővilág bonyolult szerves molekuláit. A 20. század elején végzett speciális mérésekből az is kiderült, hogy az ózonmolekulák többsége a magasabb légkörben, a mintegy 15-55 km-es magasságú rétegben, a *sztratoszférá*ban található. A megfigyelések azt is kimutatták, hogy ebben a légköri tartományban a hőmérséklet lassan növekszik a magassággal, pontosan az ózon UV sugárzást elnyelő képessége miatt.

Az ózon keletkezése viszonylag egyszerű folyamat. Az oxigénmolekulák UV sugárzás hatására végbemenő bomlását és az ezt követő reakciót az oxigénatomok, illetve molekulák között az angol Sidney Chapman már 1930-ban leírta. Ezzel szemben az ózon bomlása a sztratoszférában, ahogy ez a 20. század második felében kiderült, sokkal bonyolultabb, mint azt Chapman elképzelte. Ez azt jelenti, hogy a kémiai mechanizmusban nemcsak az oxigén módosulatai vesznek részt. Szerepet játszanak az alsó légkörből érkező más nyomgázok[1] is. Paul Crutzen holland-német levegőkémikus mutatott rá 1970-ben, hogy ezek közül legfontosabb a talajeredetű dinitrogén-oxid (N_2O), amely a sztratoszférában nitrogén-monoxiddá (NO) bomlik el. Az ózont lebontó gázok egy része az emberi tevékenység során kerül a levegőbe. Az amerikai Sherry Rowland és a mexikói származású Marino Molina laboratóriumi kísérletei világossá tették (az erről készült cikk 1974-ben jelent meg), hogy a hűtő- és vivőanyagként használatos klórtartalmú freonok az UV sugárzás hatására a sztratoszférában elbomlanak. A bomlás során klóratomok jönnek létre, amelyek kivonják az ózont a levegőből. Munkájukért, Crutzennel együtt, 1995-ben kémiai Nobel-díjban részesültek. Sőt a kutatások arra is fényt derítettek, hogy a freonokból származó klór hozza létre különleges meteorológiai feltételek mellett a tavaszi antarktiszi ózonlyukat is, amely ékesen bizonyítja, hogy az ember a környezetet ma már földi léptékben is módosítja. Szerencsére nemzetközi egyezményeknek köszönhetően, a freonok gyártása és felhasználása az utóbbi években jelentősen csökkent.

A sztratoszferikus ózon részben az alsó légkörbe, a *troposzférá*ba jut, ahol elbomlik. Ózon azonban a troposzférában is keletkezik. Az atomos oxigén forrása ebben az esetben a nitrogén-dioxid felbomlása a talaj közelébe még lejutó 400 nm hullámhosszú napsugárzás hatására. Tekintve, hogy ez a gáz nagy részben a járművekből származik, a talajközeli ózon jelentős hányada légszennyeződésnek tekinthető. Az ózon erős oxidálószer, így közvetlenül nem jó molekuláival kapcsolatba kerülni. Károsítja a növényzetet, a különböző anyagokat (pl. gumicsöveket) és izgatja az emberek szemét és nyálkahártyáját. Nagyobb koncentrációban, más szennyezőanyagokkal együtt, sírást is kiválthat.

[1] Az 1 térfogatszázaléknál kisebb, általában jóval kisebb koncentrációjú gázok elnevezése.

Szabad gyökök

Az oxidációt a levegőben nagyon sokszor nem maga a bőségesen rendelkezésre álló oxigén, hanem az oxigéntartalmú szabad gyökök váltják ki. A *szabad gyökök* olyan atomcsoportok, amelyek külső elektronhéján páratlan számú elektron kering. Ezért az atomcsoport nagyon reakcióképes: a páratlan számú elektron igen gyorsan párt keres magának. A legegyszerűbb szabad gyök a hidrogénatom, de szabad gyöknek tekinthetők olyan gáznemű vegyületek is, mint a nitrogén-monoxid vagy a nitrogén-dioxid. Ez egyszerűen úgy ítélhető meg, ha a vegyületben lévő elemek elektronjainak a számát összeadjuk. Ha az eredmény páratlan szám, akkor szabad gyökkel van dolgunk. Így a nitrogén-monoxidban a nitrogén elektronjainak száma hét, az oxigéné nyolc. A kettő összege tizenöt, azaz páratlan szám.

Szabad gyöknek tekinthető az oxigén is. Elektronjainak száma ugyan *páros*, de elektronjai mégis *párosítatlan*ok. Ez azzal magyarázható, hogy az elektronok úgy viselkednek, mintha forognának.[2] Mivel „balra forgó", illetve „jobbra forgó" elektronok vannak, két elektron akkor párosítatlan, ha mindketten az egyik csoporthoz tartoznak. Az oxigénatom külső elektronhéján keringő két elektron ilyen értelemben párosítatlan, következésképen igen könnyen vegyületet alkot egy másik oxigénnel, vagy más atomokkal. Ennek hiányában környezetünk alapvetően más lenne, mint a jelenlegi környezet.

A szabad gyököket 1900-ben Moses Gomberg orosz származású amerikai vegyész fedezte fel, akinek 1900-ban sikerült széntartalmú szabad gyököket elkülöníteni. Azóta tudjuk, hogy a szabad gyökök a kémiai folyamatok szabályozásában milyen fontos szerepet játszanak. A szabad gyökök légköri szerepét csak mintegy negyven éve ismerjük. A *Science* c. folyóiratban 1971-ben jelent meg H. Levy amerikai vegyész tanulmánya, amelyben rámutatott, hogy a szabad gyökök a levegő kémiai reakcióinak elsődleges kiváltói.

Az oxigéntartalmú szabad gyökök légköri keletkezésének alapfeltétele az ózon jelenléte. Az ózonmolekulák napfény hatására végbemenő szétesése ugyanis nagy energiájú, gerjesztett oxigénatomok keletkezésével jár, amelyek képesek a vízgőzzel két *hidroxil*gyököt (OH)

[2] Az elektronoknak ezt a tulajdonságát a tudomány spinnek nevezi. A kifejezés az angol forgás (*spin*) szóból származik. A névadást az magyarázza, hogy az elektronnak olyan nyomatéka van, mintha forogna.

alkotni. A hidroxilgyök kifelé elektromosan semleges, így nem tévesztendő össze a *hidroxid*ionokkal (OH^-), amelyek lúgos anyagok oldódásakor keletkeznek. A talajközeli levegőben, ahol bőségesen vannak szerves vegyületek, a hidroxilgyök elősegíti olyan két oxigént tartalmazó szabad gyökök keletkezését, amelyek a nitrogén-monoxidot gyorsan nitrogén-dioxiddá alakítják át. Ezek a *peroxil*gyökök, amelyek kapcsolódhatnak hidrogénhez (HO_2), vagy valamilyen *R* szerves gyökhöz: RO_2. A legegyszerűbb esetben ilyen szerves gyök a metilgyök (CH_3), amely a metánból keletkezik hidroxilgyök hatására. A nitrogén-dioxid a rövidhullámú látható napsugárzás hatására leadja egyik oxigénjét, amely a molekuláris oxigénnel ózonná egyesül. Ilyen esetekben (pl. városi szennyezett levegő) az ózonkeletkezés meghaladja az ózonfogyást, és a talajközeli ózon mennyisége mintegy nyomjelzője a levegő szennyezettségének.

A hidroxilgyökök koncentrációja nem túlságosan nagy. Számuk 1 cm^3 levegőben átlagosan mindössze 1 millió, szemben a levegőmolekulák számával, amely meghaladja a 10^{19}-t. Ennek ellenére szerepük igen lényeges. Kémiai reakciókkal kivonják a metánt, a szénmonoxidot és a szerves gázokat a levegőből, hogy csak a legfontosabbakat említsük. Ezeket az anyagokat a hidroxilgyökök a bioszféra számára felvehető szén-dioxiddá oxidálják. Ily módon az oxigéntartalmú gyökök fontos szerepet játszanak a levegő minőségének alakításában. Ugyanakkor a kén-dioxidból és nitrogén-dioxidból az OH gyökök savgőzöket hoznak létre. A kénsavgőz nagyon könnyen cseppfolyósodik, ezért a vízgőzzel igen apró, a milliméter ezredrészénél kisebb kénsav oldatcseppeket, un. *aeroszol részecskék*et alkot, amelyeket az ammónia ammóniumionok formájában semlegesít. Az így keletkezett ammónium-szulfát részecskék szórják a napsugarakat. Másrészt, mint kondenzációs magvak, felhőcseppeket képeznek, amelyek tovább gyengítik a felszínre érkező napsugárzást. A felhőkből hulló csapadék továbbá vizet biztosít a szárazföldi ökoszisztémáknak. Azt mondhatjuk tehát, hogy az ózon hatására keletkező szabad gyökök szerepet játszanak az éghajlat szabályozásában, valamint a víz körforgalmának alakításában.

Oxigéntartalmú szabad gyökök azonban nemcsak a környezetben, hanem testünkben is előfordulnak. Ezek az élőszervezetben is nagyon reakcióképes szabad gyökök az anyagcsere folyamán lezajló oxidáció melléktermékei. Lehetnek szerves vagy szervetlen molekulacsoportok. Fontos szerepet játszanak a sejtek kommunikációs rendszerének szabályozásában, amelynek a sejtek egymás közötti információ-cseréjében van jelentősége. Ennek hibái megbetegedéshez, így rákképződéshez, illetve cukorbetegséghez vezetnek. Egyes környezeti ártalmak, például erős UV sugárzás hatására a szabad gyökök jelentősen felszaporodhatnak, ami bőrrák kialakulását okozhatja.

A legfontosabb oxigénvegyület: a víz

A földi élet szempontjából alapvetően fontos tény, hogy az oxigén egyik vegyülete, a víz a bolygón jelentős mennyiségben előfordul. A víz nemcsak az élőlények elengedhetetlen táplálója, hanem feltehetően az élet bölcsője is. Másrészt légkörünk (és kisebb mértékben vizeink) meghatározó sajátossága, a szabad oxigén jelenléte is a víznek köszönhető. A víz ezen kívül különlegesen jó oldószer. Ebből következik, hogy a vízben számos olyan ion jelenik meg, amely elengedhetetlen az élőlények számára. Oldott anyagok jelenléte nélkül az ivóvíz is élvezhetetlen lenne. Sőt a víz az oxigént is oldja, amely nélkül megszűnne a vízi ökoszisztémák élete.

A vízmolekulában az oxigénhez a két hidrogénatom 105 fokos szögben kapcsolódik egymáshoz. Az oxigén és a hidrogén jelentős tömegkülönbsége miatt az oxigén vonzza maga felé a hidrogénatomoknak a kémiai kötésben részt vevő elektronját. Ily módon a vízmolekula polárossá válik, azaz az oxigént tartalmazó oldala negatív, a másik pozitív töltésűvé válik. Ennek következtében a szomszédos molekulák vonzzák egymást. Ez az ún. *hidrogénkötés* összetartja a szomszédos molekulákat. Ennek a szilárd fázis, a hatszögesen kristályosodó jég felépítésében van nagy jelentősége. A hatszöges szerkezetre a légköri hókristályok szolgáltatnak példát. Amikor a hőmérséklet emelkedik, és a kristály megolvad, a belső szerkezet felbomlik, és a molekulák közelebb kerülnek egymáshoz. Ez okozza, hogy a jég térfogata nagyobb, mint a folyékony vízé. A Természetben ennek a sziklák mállása szempontjából van jelentősége, amikor a kőzet réseiben lévő víz megfagy. Másik, bioszferikus példát a sejtek megfagyását követő szétroncsolódásuk szolgáltatja.

A folyékony víz sűrűsége 4°C-on a legnagyobb, így a mintegy 4°C hőmérsékletű víz lesüllyed. Ebből következik, hogy felülről kezd befagyni, mivel a 0°C hőmérsékletű könnyebb víz a felszínre emelkedik. Majd a jég (pl. tavakban) jó hőszigetelésével télen megvédi a hidegtől a vízi élővilágot.

A víz a Földön mindhárom fázisban előfordul. A tengerek és óceánok felszínéről jelentős tömegű vízgőz kerül a levegőbe. Ez a vízgőz részben a szárazföldek fölött kicsapódik, és eső (hó) formájában élteti a szárazföldi bioszférát. A víz a folyókban jut vissza az óceánokba. Így zárul az életünk számára oly fontos körforgalma.

Az oxigén a szilárd földkéregben: szilikátok

Az oxigén kötött formában a Föld szilárd kérgében is jelentős mennyiségben fordul elő. A legtöbb oxigénatom szilíciumhoz kapcsolódva szilikát ásványokat alkot.

Ezért az igen gyakori magmás (vulkanikus eredetű) kőzeteknek a szilikátásványok meghatározó összetevői.

A szilikátok építőeleme az egy központi szilíciumatomból, illetve négy oxigénből álló SiO_4 tetraéder. Az elnevezést az indokolja, hogy az említett atomok egyenlő oldalú háromszögekből álló mértani testet alkotnak. A tetraéder közepén a szilícium, csúcsaiban egy-egy oxigén helyezkedik el. A szilícium négy pozitív, az oxigén két negatív töltéssel rendelkezik. Ennek megfelelően a tetraédereknek kifelé négy negatív vegyértéke van, amelyek általában fémekhez, így káliumhoz, nátriumhoz, kalciumhoz vagy alumíniumhoz kapcsolódnak (pl. földpátok). A tetraéderek lehetnek egymástól függetlenek, de bonyolult láncokat és rétegeket is alkothatnak. Ilyenkor a szilikátok szerkezetét a tetraéderek kapcsolódása határozza meg.

Oxigén az élő szervezetekben

Az élőlényekben a molekulák gyakorlatilag hatféle atomból épülnek fel: szénből, hidrogénből, nitrogénből, *oxigén*ből, foszforból és kénből. Alapvető elemük az igen reakcióképes szén. A szénatom külső elektronhéján négy elektron kering. Ezért saját magával könnyen hoz létre kémiai kötéseket. Így bonyolult láncokat és gyűrűket képes alkotni. A hidrogén és a nitrogén után az élőlények molekuláiban a legnagyobb mennyiségben az oxigén fordul elő. Fontos építőköve mind a sejteket felépítő *fehérjé*knek, mind a sejtek szaporodását szabályozó, az öröklődést hordozó *nukleinsavak*nak (RNS: ribonukleinsav, DNS: dezoxiribonukleinsav). Az elnevezést az indokolja, hogy ezek a savak a sejtmagban (nukleuszban) fordulnak el és ribózt (a cukor egy fajtája) tartalmaznak. A DNS molekulában kevesebb oxigén fordul elő, mint az RNS-ben. Ezt fejezi ki a „dezoxi" kifejezés.

A 20. század elején végzett intenzív kémiai kutatások kimutatták, hogy a fehérjéket húszféle *aminosav* építi fel, amelyek ismérve, hogy egy karboxil- (-COOH) és egy aminocsoport ($-NH_2$) ugyanazon szénatomhoz kapcsolódik.[3] Mint Emil Fischer német vegyész először ismerte fel, az aminosavakat ún. peptidkötések (-CO-NH-) egyesítik. Az aminosavak sorrendje meghatározza a fehérje jellegét és funkcióját. A fehérjék az élő szervezetekben fontos szerepet játszanak. Egyebek között katalizálják a különböző élettani folyamatokat (enzimek).

A fehérjék szálakból állnak, amelyek spirálisan csavarodnak egymás köré. Az amerikai James Watson és az angol Francis Crick vizsgálatai 1953-ban világossá tették, hogy a DNS molekula kettős spirált alkot, amely kiterítve létrához hasonlít. A létra szára cukor, míg a fokait hidrogénkötéssel bázisok tartják egyben. Ezek jele az *A, C, G* és *T*.[4] Az *A* bázist kivéve, a bázisok felépítésében az oxigén fontos szerepet játszik.

Az élő szervezetek anyagcseréjében a *szénhidrátok* (cukrok) elengedhetetlen szerepet játszanak. Ezek általános kémiai jelölése: $(CH_2O)_n$, ahol *n* valamilyen egész szám. A szénhidrátokat a napsugárzás energiáját felhasználva növények, illetve megfelelő baktériumok szén-dioxidból és vízből hozzák létre. A növényevő állatok energiájuk fedezésére oxigén segítségével ezeket a szénhidrátokat bontják el.

Záró megjegyzések

A Világegyetem, pontosabban a benne lévő csillagok az energiát nukleáris reakciókkal, magfúzióval termelik. A magfúzió igen hatékony energiatermelő folyamat. Kiváltásához azonban igen magas hőmérséklet szükséges, illetve szabályozása, pontosan a felszabaduló hatalmas energia miatt, számunkra pillanatnyilag megoldhatatlan feladat. A Természet azonban gondoskodott róla, hogy a Földbolygó, így az ember számára megfelelően alacsony hatékonyságú, szabályozott energiaforrás álljon rendelkezése. Ezt az „emberszabású" energiaforrást, a megfoghatatlanul hatalmas energiákat előállító, nukleárisan hajtott Univerzumban, az oxigén jelenléte biztosítja. James Lovelock, neves angol gondolkodó Gaia hipotézise szerint a környezet, ezen belül a légkör élőlényként viselkedik, mivel képes, természetesen a Napból jövő energia segítségével, rendezetlenségének, tudományos szóval entrópiájának a csökkentésére. Mint az élővilág egyes szerveinek, minden légköri összetevőnek is megvan a saját szerepe. Ezek közül a legfontosabb az oxigéné, amely az élet energiatermelésének forrása.

Könyvajánló

Mészáros, E., 2001: A Föld rövid története. Vince Kiadó, Budapest.

Lovelock, J.E., évszám nélkül: Gaia, a földi élet egy új nézőpontból. Göncöl Kiadó, Budapest.

[3] A vízszintes vonalkák egy-egy vegyértéket jelölnek.

[4] Rendre adenin (*A*), citozin (*C*), guanin (*G*) és timin *T*).

A FOTOSZINTETIKUSAN AKTÍV SUGÁRZÁS HAZAI VIZSGÁLATAI

PAR INVESTIGATIONS IN HUNGARY

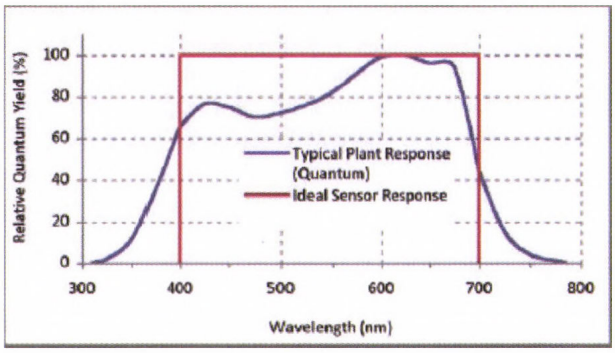
Major György
major.gy@met.hu

Összefoglalás. Ebben a dolgozatban felidézzük azokat a munkákat, amelyeket magyar szakemberek végeztek, illetve végeznek a fotoszintetikusan aktív sugárzás mérésével és számításával kapcsolatban, valamint beszámolunk egy mérésről, amellyel a fotoszintetikusan aktív spektrumtartományban leérkező energia és a teljes napsugárzási spektrumban leérkező energia arányát állapítjuk meg.

Abstract. In this paper the works are referred which have been or are made by Hungarian experts in the field of measurement or calculation of the photosynthetically active radiation. A measurement is also reported that aims the determination of the ratio of the solar flux incoming in the spectral interval of photosynthetically active radiation to the total solar flux.

Bevezetés

Földünkön a mozgások (beleértve az élővilág működését is) döntő többségének energiája végső soron a Nap sugárzásából származik. A napsugárzási energia hasznosításának egyik legfontosabb módja a növények által végzett fotoszintézis. A fotoszintézishez a növények nem használják a napsugárzás teljes hullámhosszt-artományát, hanem annak csak egy részét. Ebben az írásban az erre a spektrumtartományra vonatkozó mérések és számítások azon eredményeiről igyekszünk képet adni, amelyek magyar szakemberek munkáiból származnak. Noha törekszünk a teljességre, nem biztos, hogy sikerült minden idevágó munkáról tudomást szerezni, a nem említettekért elnézést kérünk az érintettektől.



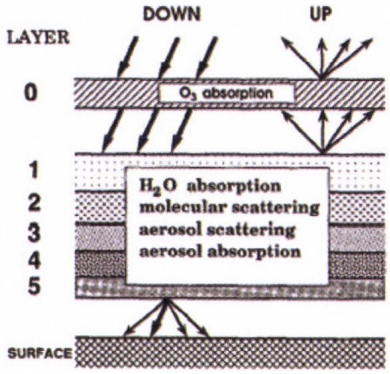
1. ábra. A fotoszintetikusan aktív sugárzás értelmezése. Kék görbe: a fotoszintézis általi fotonhasznosulás, piros vonalak: a fotoszintetikusan aktív sugárzás elvi definíciója

Szükségesnek tartjuk a későbbiekben szereplő fogalmak meghatározását felidézni az esetleges félreértések elkerülése végett.

— *Direkt* (kevéssé használt magyar nevén *közvetlen*) *sugárzás*: A Nap térszögéből, a 0,29 – 4 mikrométeres spektrumtartományban (ezt nevezzük a meteorológiában rövidhullámú sugárzásnak) a Nap irányára merőleges felületen felfogott sugárzási teljesítmény áramsűrűsége. Pillanatnyi értékének szokásos mértékegysége: W/m^2.

— *Diffúz (szórt) sugárzás*: A légkörön keresztül a vízszintes síkra a felső féltérből, kizárva belőle a Nap térszögét, érkező rövidhullámú sugárzás áramsűrűsége. Ezt is W/m^2–ben mérjük.

— *Globálsugárzás*: A vízszintes síkra a teljes felső féltérből érkező rövidhullámú sugárzás áramsűrűsége. (A direkt sugárzás függőleges összetevőjének és a diffúz sugárzásnak az összege, tehát mértékegysége azonos az előzőkével.)

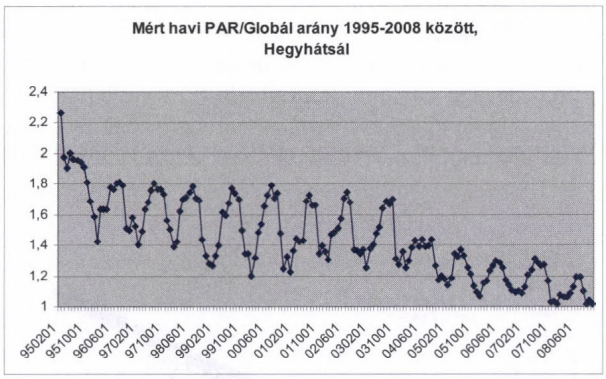


2. ábra. A Pinker-László modellszámításokban használt légoszlop rétegződés.

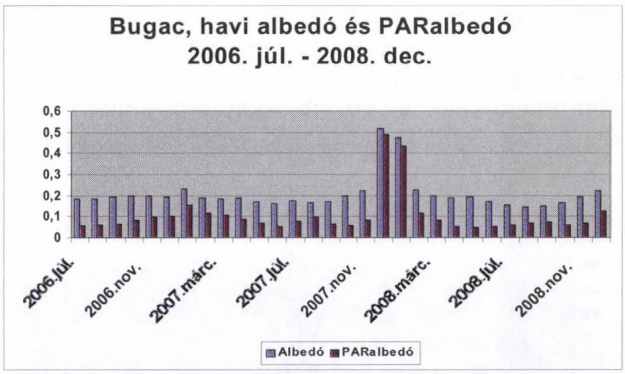
— *Fotoszintetikusan aktív sugárzás (PAR)*: a vízszintes síkra a felső féltérből a 0,4 – 0,7 mikrométer (400 – 700 nanométer) spektrumtartományban érkező fotonok (sugárzási kvantumok) számának áramsűrűsége. Mértékegysége: $\mu mol/(m^2 \cdot sec)$,
$1\ mol = 6 \cdot 10^{23} = 1$ Einstein.

— *A fotoszintetikusan aktív sugárzás energiája, PARe*: A vízszintes síkra a felső féltérből, a 0,4 – 0,7 mikrométer spektrumtartományban érkező sugárzási teljesítmény áramsűrűsége. Mértékegységként a W/m^2 – t használjuk.

Az *1. ábra* (*LI-COR, 2009*) szolgál magyarázattal a fotoszintetikusan aktív sugárzás kialakított fogalmára. A kék vonal egy növényekre jellemző görbe arról, hogy a hullámhossz függvényében a fotoszintézis milyen arányban hasznosítja a fotonokat. Száz százalékban hasznosulnak a 615 nm közeli fotonok, a 400 nm-nél rövidebb és a 700 nm-nél hosszabb hullámúak pedig igen kis mértékben. Ez a tipikus görbe kissé eltér az egyes növényekétől és azok is egymástól, ezért általánosításképpen a „négyszögesített" piros egyenesek alkotják a fotoszintetikusan aktív sugárzás fogalmának spektrális jellemzőit. Ez a matematikailag jól definiált spektrális érzékenység sem a növényekre nem tökéletesen jellemző, sem ennek pontosan megfelelő mérőműszer nem készíthető. Ennek ellenére az egyre nagyobb számú mezőgazdasági, erdészeti, biológiai stb. terepkísérletek mérési programjaiban egyre többször kerülnek alkalmazásra a számos gyártó által forgalmazott PAR és PARe műszerek. Ezek egy részének egymással, valamint megfelelő pontosságú spektrométerrel történő összehasonlító/ellenőrző mérésére került sor 2002-ben Kanadában (*BSRN, 2005*). Az eredmények mutatják, hogy a PAR méréseket szolgáló műszerek a hagyományos meteorológiai sugárzási műszereknél jóval olcsóbb áruknak megfelelően alacsonyabb szinten teljesítenek. A 2005-re tervezett, teljes részvételi körű és hosszabb üzemelési jellemzőket szolgáltató mérési program (értesülésünk szerint) nem valósult meg a kanadai kísérleti állomáson, mivel a munkát végző szakember magasabb vezetői pozícióba került.



3. ábra A Hegyhátsálon működött PAR műszer öregedési folyamata



4. ábra PAR albedó és albedó értékek menete

Írott beszámolók

Tudomásunk szerint hazánkban elsőként Felméry László tanár úr kezdett a fotoszintetikusan aktív sugárzással foglalkozni. Eredményeit teljességükben az IDŐJÁRÁS-ban (*Felméry, 1974*) megjelent cikkéből ismerhetjük meg. A cikkben Тооминг és Гуляев 1967-ben megjelent könyvében közölt (a 380 – 710 nm tartományra vonatkozó) képletet használt:

$$PARe = 0{,}42\ DIRv + 0{,}60\ DIF,$$

Ahol DIRv: a vízszintes síkra jutó direkt sugárzás
DIF: a diffúz sugárzás.

A cikk írásakor elérhető volt számos hazai állomásra a napfénytartam adatokból számított globálsugárzás 50 éves adatsora minden hónapra. Az április – szeptember közötti hónapokra empirikus formulával a globálsugárzást felbontotta direkt és diffúz összetevőkre, így ki tudta számítani a PAR-e havi értékeit a tenyészidőszakra és a nyári félévre, amelyekből országos térképeket szerkesztett.

Jelentős agrometeorológiai kutató méréseket végzett 1982-ben és 1983-ban Hunkár Márta. Keszthelyen 7 szintben mérte kelet-nyugat irányítású sorokból álló kukoricaállományban a PAR profilokat több alkalommal a tenyészidőszak alatt. Eredményeiről egy IDŐJÁRÁS cikkben (*Hunkár 1984a*), valamint teljességükben egyetemi doktori disszertációjában (*Hunkár 1984b*) számolt be. Ez utóbbi műben ismerteti a PAR mérések fiziológiai és technikai alapjait, megadja a mérések körülményeinek meteorológiai jellemzőit és a kukorica állomány aktuális paramétereit. A PAR méréseiből kapott állománybeli profilok jól egyeznek a levélfelület index alapján számított profilokkal

Egy évtizednyi időt dolgozott az Országos Meteorológiai Szolgálatnál László István, majd az Egyesült Államokban folytatta az itthon megkezdett sugárzási témájú munkásságát, így hazai eredménynek is tekinthetjük publikációit. A *Pinker és Laszlo (1992)* cikkben a fotoszintetikusan aktív sugárzás műholdas mérésekből leszármaztatott, az egész Földre vonatkozó eloszlását villantják fel. Műholdak adataiból öt spektrális sávban (200-400, 400-500, 500-600, 600-700, 700-4000 nm) sugárzásátviteli számítással (a vertikális rétegződést a *2. ábra* mutatja) meghatározzák a felszínre leérkező napsugárzást. A második, harmadik és negyedik spektrális sáv összevonásával megkapják a PARe

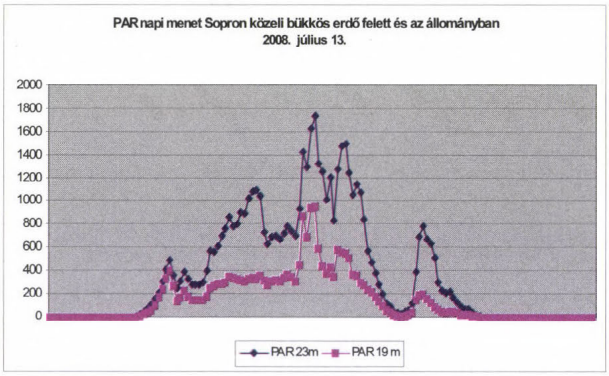
értéket. Sok részeredmény mellett bemutatják az 1983. július hónapra szerkesztett, 2,5 földrajzi fok felbontású globális térképet.

Terepi mérések

Az országban hosszabbtávú terepi mérésként gyűjtenek/gyűjtöttek PAR, illetve PARe adatokat a következő helyeken:

- Hegyhátsál, 1995-től (Haszpra László, Barcza Zoltán, Gelybó Györgyi)
- Bugac, 2002-től 2010-ig (Horváth László, Pintér Krisztina, Nagy Zoltán)
- Sopron környéki bükkös erdő, 2006-tól (Vig Péter és munkatársai).

A terepi méréseket meg kell különböztetnünk az obszervatóriumi mérésektől. Az obszervatóriumokban naponta többször ellenőrzik (!) a mérőműszerek állapotát és az adatgyűjtés menetét, erre az ellenőrzésre a terepen csak hetente vagy még ritkábban kerül sor. A sugárzási érzékelőket beborító por, hó, víz, stb befolyásolja a mérési eredményt, ezért a hibát okozó leülepedett borítást sűrűn el



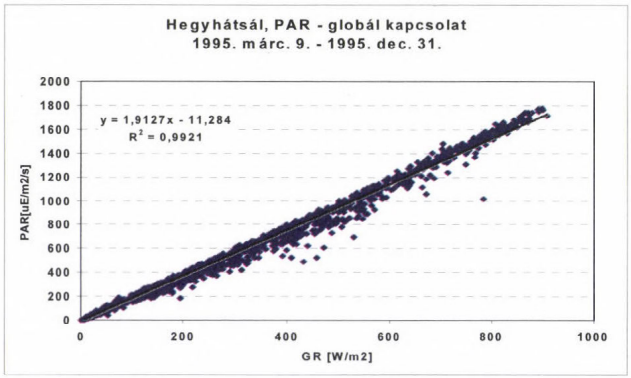
5. ábra. Egy példa a PAR erdőbe történő behatolására

kell(ene) távolítani. Az évenkénti hitelesítés (*3. ábra)* biztosítja, hogy a műszerek „öregedését" figyelembe tudjuk venni, ezáltal a sugárzási és a többi gyűjtött adat a nyomon követni kívánt természeti folyamatokról ad számot, azaz a mérő rendszer saját változásai nem jelennek meg az adatsorban.

A Hegyhátsálon végzett mérések igen fontos tanulsága vonható le a *3. ábra* alapján. A PAR/globál adatok aránya mutatja, hogyan változott az összhang közöttük az 1995-2008 közötti 14 év során. Elvileg mind a két mérőműszer érzékenysége változhatott, és együttesen hozhatták létre az arány eltolódását, az utólagos ellenőrzés azonban azt mutatta, hogy a globálsugárzást mérő piranométer stabilnak tekinthető, tehát a PAR műszer veszített az érzékenységből, több hullámban és fokozatosan. (Az ábrán megmutatkozó évi menetek a kétféle érzékelő különböző kompenzálatlan hőmérsékletfüggését és a direkt sugárzás beesési szögére vonatkozó különböző érzékenységét sejtetik.) A nem nagymértékű, fokozatos öregedés észrevehető évenkénti hitelesítés nélkül is, ha az adatsorokat évente (vagy sűrűbben) feldolgozzuk, vagy legalább ábrán idősorként megjelenítjük, az ekkor megjelenő indokolatlan trendek a mérőrendszer torzítására utalnak.

A Bugacon kilenc éven át végzett mérések között volt PAR mérés és a felszín által visszavert PAR mérés, valamint PARe és visszavert PARe mérés. Ezek, együtt a globálsugárzást és a visszavert globálsugárzást mérő piranométerekkel, olyan mérőegyüttest alkottak, amely mind a lefelé, mind a felfelé menő, egymással szoros kapcsolatban lévő sugárzási összetevőket három értékként szolgáltatta, így ezek összehasonlításával megmutatkozott volna, ha valamelyik sugárzásmérő öregszik, vagy meghibásodik.

A visszavert PAR és PAR adatokból PARalbedó számolható. Interneten a „PARalbedo" szóra és a „PAR albedo" kifejezésre rákeresve megállapítható, hogy ilyen tárgyú cikk kevés jelenik meg, ezért ez a mérési adatsor különlegességnek tekinthető, érdemes volna ezt kihasználni. Az idevágó cikkek a PARalbedó-t a levélfelület indexszel, a zöldtömeggel és a vízstresszel kapcsolták össze. A *4. ábrán* bemutatjuk a PARalbedó havi értékeinek két és fél-



6. ábra. PAR – globál kapcsolat 10 perces értékekből

évnyi idősorát. Érdemes felfigyelni rá, hogy ezen időszakban a teljes napspektrumra vonatkozó albedó maximális és minimális értékeinek aránya 3,5 körüli, ugyanez a PARalbedó esetében 10,5, azaz a PARalbedó érzékenyebb jellemzője a felszín tulajdonságainak.

Vig Péter és kollégái erdőállomány komplex energiagazdálkodását vizsgálják. Ennek részeként mérnek PAR értékeket az erdő felett (23 m), a lombkorona záródásának szintjén (19 m) és az aljnövényzet szintjén (2 m). Az *5. ábra* egy napi menetet mutat a felső két szintben mért adatokból. Itt jegyezzük meg, hogy bármely növényállományban mérendő PAR profil meghatározásához minden szintben ugyanolyan gyártmányú műszert kell használnunk, mivel a különböző gyártók műszereinek spektrális érzékenysége kissé eltér egymástól, ezért az állományon belül a sugárzás spektrális összetételének változásával kombinálódna az eltérő gyártmányú műszerek különböző spektrális érzékenysége, ami megzavarná a különböző szintekben mért adatok összehasonlíthatóságát.

A PAR és a globálsugárzás kapcsolata

A *6. ábrán* csaknem egyéves, 10 percenként mért, összetartozó PAR és globálsugárzás értékeket látunk a Hegyhátsálon végzett mérések kezdeti időszakából, amikor a PAR műszer még nem veszített az érzékenységéből. A *7. ábrán* egy teljes évből származnak a félóránként Bugacon mért adatok. (Az ábra bal alsó sarkában látható „kampó" arra utal, hogy néhány napon át a globálsugárzásmérő horizontot határoló lemeze megtartotta a havat, így a műszer látótere beszűkült, a PAR műszernél ilyen lemez nincs, róla a hó lecsúszhatott.)

Mindkét ábra, valamint az *1. Táblázat* érzékelteti a szoros kapcsolatot a két mennyiség között, amit számszerűen kifejez a magas korrelációs együttható érték.

Év	PAR-globál korreláció	PARe/Globál arány %
2003	0,995	46
2004	0,996	45
2005	1,000	44
2006	0,976	44
2007	0,997	44
2008	0,998	44
2009	0,998	44
2010	0,997	43

I.táblázat Bugacon mért adatokból a PAR és globál korreláció (félórás értékekből) valamint a PARe/globál arány, éves összegekből

Arra is gondolhatnánk, hogy ilyen szoros kapcsolat esetén felesleges két külön műszert üzemeltetni, az értékek elég pontosan egymásba átszámíthatók. Utalunk azonban arra, hogy biztonsági okokból egymáshoz nagyon hasonló vagy azonos érzékelőkből hármat alkalmazva megelőzhetjük vagy korrigálhatjuk adatsoraink hibáit, hiszen annak a valószínűsége, hogy három műszer egyszerre hibásodjon meg vagy egyformán öregedjen, az nagyon kicsi. Ha csak egy globál és egy PAR műszert üzemeltetünk, a biztonság nem éri el a műszerhármasét, de még ekkor is jóval nagyobb, mintha csak egyetlen napsugárzás mérővel dolgoznánk.

Tudjuk, hogy a PAR műszerek a globálsugárzás spektrumának csak egy részére érzékenyek. Mi a magyarázata annak, hogy egy teljes év során (amelyben van alacsony és magas napállás, derült és borult idő stb) az adatpárok pontsora ennyire egy egyenes közelében helyezkedik el? Legtermészetesebb magyarázat az, hogy a felszínre leérkező napsugárzásban a különböző hullámhosszakon leérkező energia arányát leíró függvény nem változik. A spektrométerek megadják a hullámhossz szerinti energia-eloszlást. Az Országos Meteorológiai Szolgálat űrkutatási támogatásból 1990-ben egy LI-COR 1800 spektrométerhez jutott. Ez a műszer 300 nm-től 1100 nm-ig 1 nm felbontással méri a sugárzási energia hullámhossz szerinti eloszlását. A. *8. ábrán* egy derült és egy borult időben rögzített spektrumot láthatunk. Az arányokat jobban mutatja a *9. ábra*, amelyen az előző két görbe maximumát egységnyinek vettük. Ebben az esetben a két görbe nagyon közel áll egymáshoz, noha az is kitűnik, hogy borult esetben a rövidebb hullámhosszak viszonylag több energiát szállítanak.

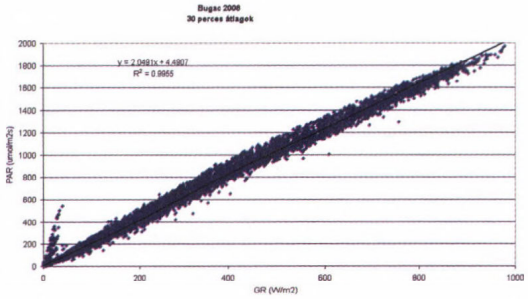
Egy-egy spektrométeres görbe mintegy 1 percnyi időszakot rögzít a széles határok között változó sugárzási viszonyokból. Átfogó képhez hosszabb időtartamon át folyamatosan végzett mérésekre van szükség. A globálsugárzás spektrumának megismerése céljából az 1960-as és 70-es években a Föld több helyén végeztek méréseket Schott üvegszűrő búrával ellátott piranométerekkel. Budapesten is került sor ilyen adatgyűjtésre az 1976-os évben. A meteorológiában az elvágó típusú üvegszűrők használata terjedt el, amely szűrők a napspektrumnak a névleges hullámhosszuknál rövidebb tartományra eső részét teljesen elnyelik, a hosszabb hullámokat pedig átengedik (lásd *10. ábra*), tehát a spektrumot két részre vágják. Az ábra a 2010. szeptember 21-én Budapesten végzett mérésekből készült, amelyeket a LI-COR 1800 spektrométerrel végeztünk Varga-Fogarasi Szilvia segítségével, több szűrőbúra átbocsátásának ellenőrzésére, az ábra egy példa közülük. Az átbocsátást elvben úgy kellene mérni, hogy mérjük a búrára érkező napsugárzás spektrumát és ugyanakkor a búra által átbocsátott sugárzás spektrumát. Mivel csak egy spektrométerünk van, ezért a az átbocsátott spektrum mérése előtt is és utána is mérünk egy beérkező spektrumot, a kettőből számolt átbocsátási függvények (mindkettő látszik a mintaábrán) átlagolandók.

A mérési gyakorlatban a globálsugárzás spektrumát néhány darab különböző színes üvegbúrával ellátott piranométerrel mérték, nagyon sok műszer párhuzamos járatása igen nehézkes lett volna. Így a spektrumot néhány tartományra osztva lehetett meghatározni, szemben a spektrométer 1 nm-es felbontásával, viszont az üvegbúrás mérés több éven át folyamatosan szolgáltatott adatokat. A Washingtonban működő Smithsonian Intézet munkatársai (Goldberg és Klein) közel egy évtizeden át gyűjtöttek adatokat a hazai állomás mellett a trópusi és az északi-sarki övezetből is. Az ő általuk publikált adatokból és a budapesti mérésekből megállapíthattuk (*Major, 1983*), hogy a globálsugárzás spektrumának havi és évi értékei térben és időben nagyon kis mértékben változnak, lényegében a globálsugárzás spektruma állandónak tekinthető, tehát az élővilág élettani folyamataiban lejátszódó változások nem magyarázhatók a napsugárzás spektrális összetételének változásával, ugyanakkor igazolódik annak magyarázata, hogy a PAR és a globálsugárzás kapcsolata igen szoros.

A PARe és a globálsugárzás kapcsolata

Az előző rész alapján következik, hogy a felszínen mérhető napsugárzás energiájában a fotoszintetikusan aktív spektrumtartományra jutó rész aránya havi és évi összegek tekintetében állandónak tekinthető a Földön térben is és időben is. Újabb publikációk is ezt támasztják alá (*Tsubo and Walker,* 2005). Mekkora ez az arány?

A Felméry tanár úr által használt képletből kiszámíthatjuk a hazai részarányt, ha figyelembe vesszük, hogy éves értékben Magyarországon a globálsugárzásnak a fele direkt, a másik fele diffúz sugárzás formájában érkezik felszínre (*Major, Farkasné,..., 1985*). Eszerint:



7. ábra. PAR – global kapcsolat félórás értékekből. A bal alsó sarokban látszik, hogy a hó megmaradt néhány napig a globálsugárzást mérő műszeren.

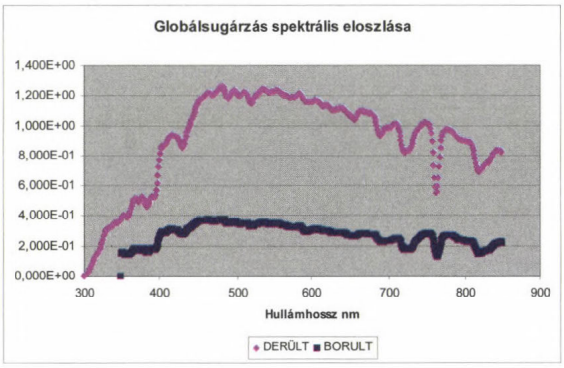
$$PARe/G = 0{,}42 \times 0{,}5 + 0{,}6 \times 0{,}5 = 0{,}51$$

azaz 51 %, ez szélesebb spektrumsávra (380 –710 nm) vonatkozik.

László Istvánék cikkük egy ábráján bemutatták a „konverziós faktort", amellyel a globálsugárzásból a PARe érték kiszámítható, pontosabban ennek a faktornak a légoszlop különböző tulajdonságaitól való függését. Az előzőkben idézettektől eltérően ők elég széleskörű változékonyságot találtak (42 – 66 %), igaz, hogy az 50 %-nál nagyobb értékek kizárólag borult esetekre vonatkoznak. Ez a széles, modellszámításokból származó, változékonysági tartomány túlzottnak tűnik a mérési eredményekhez viszonyítva (pl. *Tsubo and Walker,* 2005, akik szerint 42 és 50 % közötti havi és évi értékek a relevánsak a Föld 17 különböző pontjáról publikált mérések alapján. Saját méréseik egyes órákra a nagyon borult időkben 60 %-ot is adnak, miközben a jellemző éves átlagot 48 %-ban határozzák meg a Dél-Afrikai Köztársaságra).

A Bugacon végzett mérésekből a 8 teljes évet jellemzi az *1. Táblázat.* Minden méréssorban vannak hiányok, ráadásul a hiányok nem egyszerre jelentkeznek a három összevetendő műszer adataiban. A táblázat a hiányok kiszűrése után maradt adatsorokból készült, az értékek jellemzők az évre, a hiányok nem voltak hosszúak, de a táblázat értékeit torzították volna.

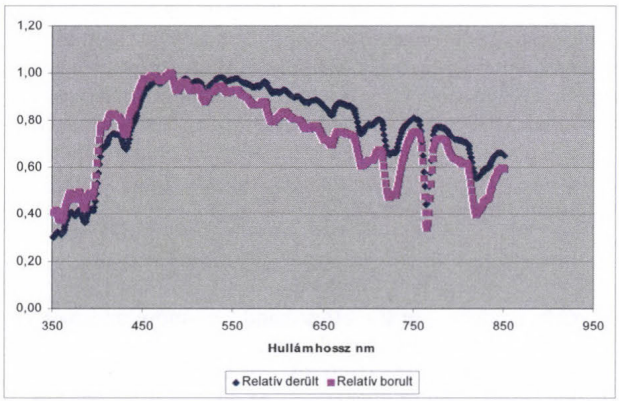
Mivel a PAR és PARe műszerek abszolút hiteles standardokra való visszavezetése előttünk nem ismert, ezért a táblázat adatsorainak stabilitása ellenére üvegbúrás mérésekkel is meghatároztuk a Gspektr/G arányt. Erre 2010. szeptember 22-én 10 és 12 óra között került sor, derült időben, 63 és 67 % közötti relatív globálsugárzás (a technikai irodalomban angolul: clearness index) estén, 500, 539, 614, 645 és 700 nm névleges elvágó hullámhosszú Schott szűrőbúrát használva, Kipp&Zonen piranométerekkel. Az egyik piranométer minden leolvasáskor a globálsugárzást adta (háttér adat, amely lehetővé tette, hogy figyelembe vegyük a sugárzás erősségének változását), a másikat arra használtuk, hogy sorban a nagyobbik üvegbúra nélküli, majd pedig az egyes színes búrákkal mért jelet rögzítsük, legalább hatszoros ismétlésben. A jeleket mérő piranométer nulla pontjának helyzetét (emelkedését és süllyedését) is ellenőriztük levegőhőmérsékleten tartott fém-edénnyel takarva el a napsugárzást. Az előző napon, derült időben (65 és 68 % közötti relatív globál) a színes üvegbúrák áteresztését megmérve a LI-COR spektrométerrel (0,906 és 0,915 közötti értékek adódtak, 0,912-t alkalmaztunk a számításoknál). A szűrőbúrák átbocsátását ismerve a piranométer hitelesítése nélkül megkaphatók a Gspektr/G arányok, ahol Gspektr az egyes hullámhosszakhoz tartozó, elvágott spektrumú globálsugárzás. Ezek az arányok a hullámhosszak iménti sorrendjében: 0,790, 0,753, 0,633, 0,594 és 0,524 az ismétlések átlagaiként. A szűrő átbocsátások friss mérése (az üveg öregszik, a gyári érték nem mindig megbízható) és a nullapont eltolódások figyelembevétele miatt úgy véljük, hogy az általunk kapott arányok pontosabbak, mint amelyek általában a szakirodalomban megjelennek. Mivel 400 nm-es szűrőbúránk nem volt, ezért a többi hullámhosszhoz tartozó arányt a hullámhossz függvényében ábrázolva extrapoláltunk 400 nm-re, így kaptuk azt, hogy a PARe/G arány 41,5 %. Felhasználva számos LI-COR -ral mért spektrumból a fotoszintetikusan aktív tartomány felbontását a szűrőbúráink névleges hullámhosszai szerinti részekre, a következő PARe/G



8. ábra. LI-COR 1800 spektrométerrel mért napsugárzás spektrum derült és borult esetben

arányokat kaptuk: 38,9 %, 43,5 %, 40,9 % és 42,9 %, ezek átlaga 41,8 %.

Tehát azt mondhatjuk, hogy (nem nagyon) derült időben nálunk 42 % a PARe/G arány. Ez jó összhangban van az évi átlagos Bugacon mért 44 % aránnyal. Ezek az értékek a viszonylag friss irodalmi adatok tartományának alsó részébe esnek, de a fentebb elmondott okok miatt a sajátjainkat tekintjük pontosnak. Célszerű lenne kimérni az arány borultságtól való függését, mert úgy véljük, hogy a László István féle függés is, a Tsubo-Walker féle, óra és napi érté-



9. ábra. Normált derült és borult spektrum, a maximum mindkét esetben egységnyi, a 481 illetve 480 nm hullámhosszhoz tartozik

kekre adott függés is túlzott. A terepi mérések ezen függés meghatározására nem bizonyultak alkalmasnak, obszervatóriumi jellegű, szűrőbúrás mérések lennének a célnak megfelelő megbízhatóságúak.

Köszönetnyilvánítás

Köszönet illeti Haszpra Lászlót és Horváth Lászlót a terepi mérések adatainak átengedéséért, valamint Varga-Fogarasi Szilviát és Nagy Zoltánt a szűrőbúrás mérésekhez nyújtott segítségükért.

Irodalom

BSRN, 2005: Report on the eighth session of the Baseline Surface Radiation Network (BSRN) workshop and scientific review (Exeter, UK, 20-26 July, 2004) WCRP Informal Report No. 4/2005 (www.gewex.org/bsrn.html)

Felméry L. 1974: A fotoszintézisben aktív sugárzás mennyisége a tenyészidőszakban. IDŐJÁRÁS, 78, 235-239.

Hunkár M. 1984a: Egyszerű számítási mjódszer a fotoszintetikusan aktív sugárzás átlagos vertikális profiljának meghatározására kukorica állományban. IDŐJÁRÁS, 88. 139-144.

Hunkár M. 1984b: A napsugárzás és a növényállományok viszonya, különös tekintettel a fotoszintetikusan aktív sugárzás kukorica állományba történő behatolására és hasznosulására. Egyetemi doktori disszertáció, ELTE Meteorológia Tanszék

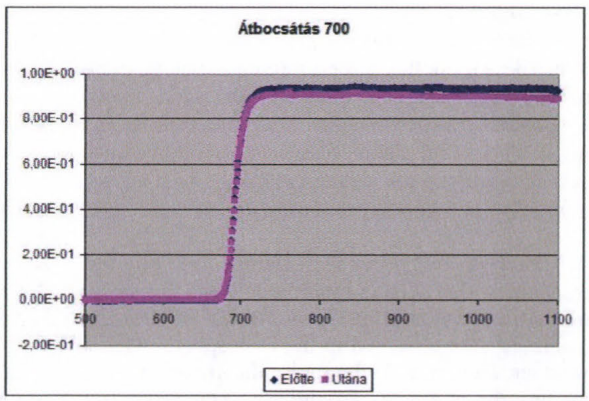
LI-COR, 2009: Comparison of quantum sensors of different spectral sensitivities. Technical Note #126 (*www.licor.com*)

Major G. 1983: On the spectral composition of global radiation. SOLAR ENERGY, 31, 73-78

Major Gy, Farkasné Takács O., Nagy Z. és Rimócziné Paál A. 1985: A napenergia hasznosítás meteorológiai megalapozása Magyarországon. Építéstudományi Intézet, Budapest.

Pinker R.T. és Laszlo I. 1992: Global distribution of photosynthetically active radiation as observed from satellites. JOURNAL OF CLIMATE. 5. 56-66.

Tsubo, M. és Walker, S. 2005: Relationship between photosynthetically active radiation and clearness index at Bloemfontein, South Africa. THEORETICAL AND APPLIED CLIMATOLOGY, 80, 17-25.



10. ábra. A 700 nm névleges hullámhosszúságú szűrőbúra LI-COR spektrométerrel mért átbocsátása, egyszer az előtte mért teljes spektrum, majd az utána mért teljes spektrum

AZ IDŐJÁRÁS-ELŐREJELZŐ OSZTÁLYON 2009-BEN KÉSZÜLT ELŐREJELZÉSEK VERIFIKÁCIÓJA

VERIFICATION OF FORECASTS MADE IN THE WEATHER FORECASTING DIVISION IN 2009

Pátkai Zsolt

Országos Meteorológiai Szolgálat, Időjárás-előrejelző Osztály, H-1525 Budapest, Pf. 38. *,patkai.zs@met.hu*

Összefoglalás: Tanulmányunkban megvizsgáltuk az elmúlt évek prognózis-beválásait, annak változásait, és tapasztalhattuk a lassú, de folyamatos javulást mind a modelleknél, mind az előrejelzőknél. Ennek több oka is lehetséges. Egyfelől a numerikus modellek térbeli felbontásának javulása - köztük az ensemble produktumoké, másfelől a légkörről rendelkezésre álló egyre nagyobb megfigyelési adat, amelyek által pontosabb, részletesebb képet kapunk a jelenlegi időjárásról. Ugyanakkor a jövőre nézve a prognózisok további javulása inkább csak középtávon várható, mivel az első napokra már így is 90% körül alakul a beválás. Az elkövetkező években valószínűleg az ügyfelek megelégedettsége lesz majd a mérvadó az előrejelzések szempontjából, hiszen egyre erősebb a piaci verseny. Természetesen ez nem mérhető olyan objektív módon, mint a kódolt prognózis, éppen ezért ez már egy másik tanulmány tárgya is lehetne.

Abstract: In our paper we examined the proving of forecasts, and its changes in recent years, and slow but steady improvement was seen in both models and forecasters. There are several reasons for this. On the one hand, the improvement of spatial resolution of the numerical models, including the ensemble products, on the other hand, the more and more available data observed in the atmosphere, wich allow us to get a more accurate and more detailed picture of the current weather. However, in the future the improvement of forecasts is expected rather on medium term, because for the first days the proving is already around 90% nowadays. In the coming years the satisfaction of clients will be dominant in terms of the predictions because of the increasing competition in the market. Of course this is not measurable as objectively as the coded projections are, therefore this could be the subject of another study.

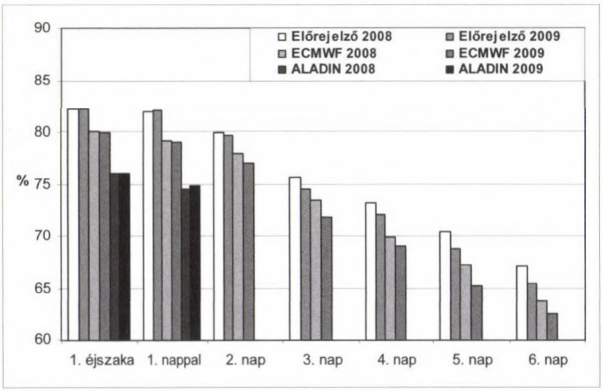
1. Bevezetés

Az Időjárás-előrejelző Osztályon 1999 óta verifikáljuk rendszeresen a szinoptikusok által készített, illetve a modellekből automatikusan előálló rövid- és középtávú alap-előrejelzéseket. (Az alkalmazott verifikációs módszerről részletesen a Légkör XLVIII. évf. 2003. 1. számában olvashattunk.) Ebben a tanulmányban a 2009-es eredményeket mutatjuk be, illetve hasonlítjuk össze a megelőző években készült előrejelzésekkel. Kitérünk a vízügyi szektornak készülő csapadék-előrejelzés verifikálására, illetve az energiaszektorhoz tartozó partnereinknek szóló középhőmérséklet-előrejelzésekre is.

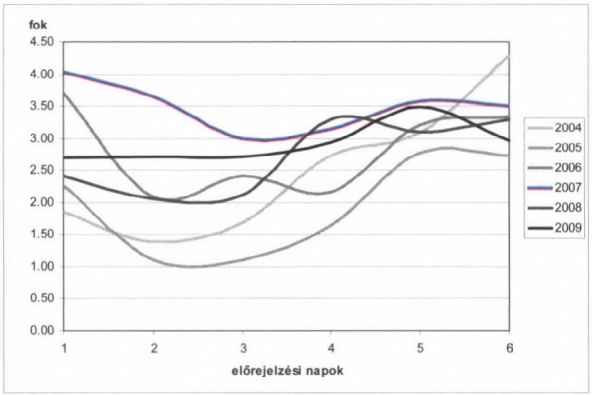
2. Rövid- és középtávú verifikációs eredmények, trendek

A következőkben áttekintjük és értékeljük a 2009-es év rövid-, illetve középtávú előrejelzéseit, és az eredményeket az előző évekkel is összehasonlítjuk. A verifikációt mind a szinoptikusi produktumokra, mind a modellekre (ECMWF, ALADIN) elvégeztük.

A *1. ábrán* az előrejelzések összteljesítményét jellemző komplex mérőszám értékeit láthatjuk különböző időtávokra vonatkozóan. Miközben a 2008-as és 2009-es években készült, első napra vonatkozó prognózisoknál a modellek teljesítménye alig változott, a szinoptikus javítás kismértékben nőtt. Az ALADIN teljesítménye

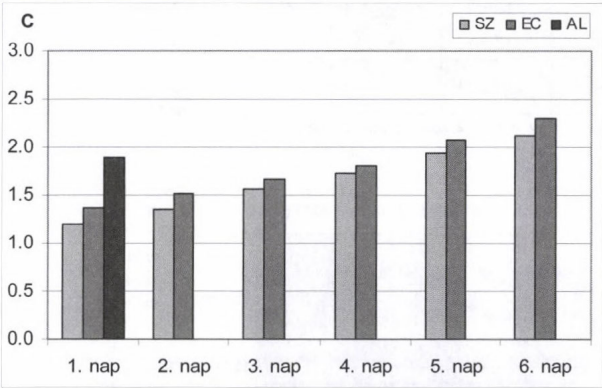


1. ábra A komplex mérőszám alakulása 2008-ban



2. ábra Az előrejelző és az ECMWF modell komplex mutatóinak különbsége a 2004-2009 időszakban

- az elmúlt évekhez hasonlóan - éves szinten több mint 5%-kal rosszabb az ECMWF-nél, illetve az előrejelzőnél. Ugyanakkor középtávon az ECMWF modell komplex mutatója romlott, esetenként 1-1,5%-kal. Ez a szinoptikus prognózis-beválások romlását is okozta, azonban az előrejelző ennek ellenére is megtartotta a 2-3%-nyi előnyét a modellhez képest.



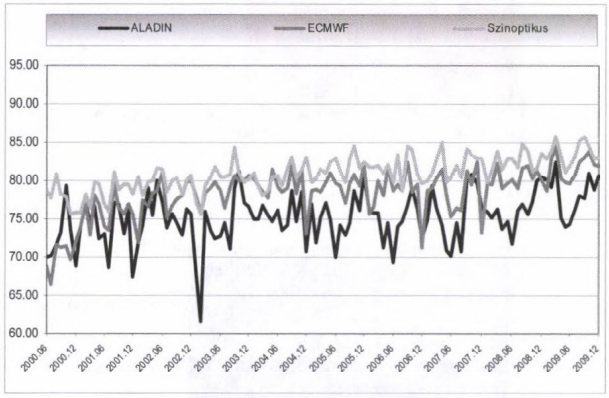
3. ábra Az első napra vonatkozó komplex mérőszám havi értékei, illetve az ezekre illesztett féléves mozgó átlag 2000. június és 2009. december között

Egyre jobban bevett gyakorlat, hogy a harmadiknegyedik naptól főként az ensemble átlaghoz viszonyítjuk a hőmérséklet és a csapadék előrejelzését. Ennek az az előnye, hogy az ensemble átlag jóval kevésbé ingadozik az egymást követő modellfutások során, mint a determinisztikus vagy a kontroll modell. Ez a tény magyarázza azt is, hogy miért éri el a maximumát az ötödikhatodik napon a komplex mutató különbsége *(2. ábra)*. Ugyanis az előrejelző figyelembe veszi a különböző futtatásokban rejlő lehetőségeket is, míg a verifikált kódolás minden esetben a determinisztikus modellfutásból származik.

Ha több évre visszamenőleg megvizsgáljuk az első napra vonatkozó komplex mutató havi átlagának alakulását *(3. ábra)*, akkor az elmúlt 9 és fél évben lassú javulást figyelhetünk meg a beválások terén. A 2009-es évre vonatkozó megállapítások a korábbi évekre is megállják a helyüket: az ALADIN szignifikánsan a leggyengébben teljesítő modell, őt követi az ECMWF, de a legjobb produktumokat az előrejelző készíti.

Az előrejelzők által használt modellekről elmondható, hogy a téli hideg légpárnás időjárási helyzeteket – főként annak kialakulását –még most is nagyon nehezen tudják előrejelezni, ezekben az esetekben különösen sokat tud a szinoptikus javítani a modellelőrejelzésekhez képest. (A 2009-es évben csak három rövidebb időszakban fordult elő ilyen időjárási helyzet) A következőkben az egyes verifikált elemek beválása közül a hőmérsékletet tekintjük át részletesen, a többi elemről csak néhány szóban teszünk említést.

A **minimum hőmérséklet** előrejelzések átlagos abszolút hibáját a *4. ábra* mutatja. Minden évben, minden időtávra a szinoptikus hibája a legkisebb (1°C körül), őt



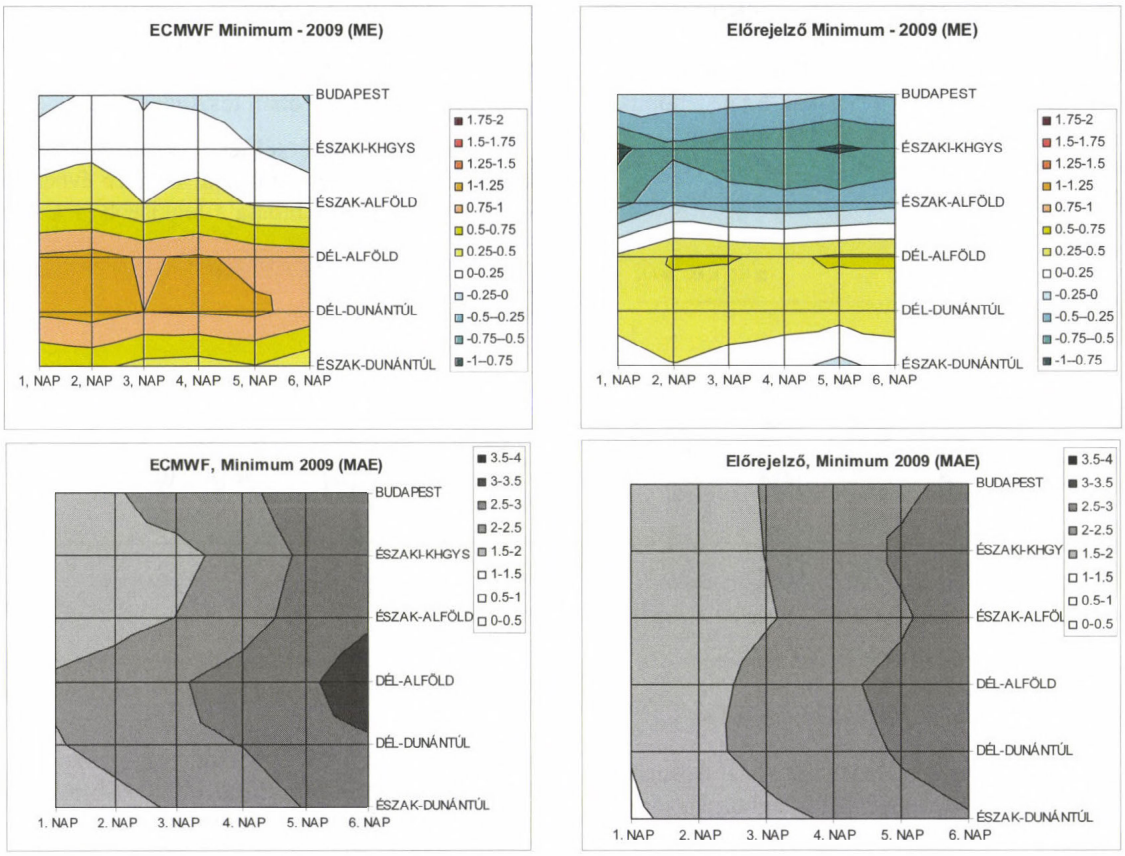
4. ábra Minimum hőmérséklet előrejelzések átlagos abszolút hibája (MAE) az első hat napra vonatkozóan 2009-ben

követi az ECMWF 1,3-1,5 °C-al, végül a sort az ALADIN zárja 2 °C-t is elérő hibával. 2009-ben középtávon valamelyest csökkent a különbség az előrejelző és az ECMWF között.

Az *5. ábrán* körzetek szerint ábrázoltuk a minimum hőmérsékletek átlagos és átlagos abszolút hibáit 2009-ben. A két dél-magyarországi régióban a legnagyobb az átlagos hiba (1-1,3 fok), ami szignifikánsan fennálló felülbecslést jelent, mind a modell, mind az előrejelző tekintetében. Látható az is, hogy a szinoptikus jelentősen tompít a hibán, így a Dél-Alföld térségében ez mintegy 0,5 fokra mérséklődik. Másik sarkalatos pontja a hőmérséklet-előrejelzésnek az Északi-középhegység; a modellelőrejelzés meglehetősen kis hibával rendelkezik, az előrejelző azonban alábecsüli a minimumot.

A legkisebb hiba az ország északi területein jelentkezik. Természetesen a szinoptikus ez esetben is javít a modell-előrejelzésen, a hiba csökken.

A **maximum hőmérséklet** (*6. ábra*) esetén is ugyanaz a beválási sorrend, mint a minimumnál, a legrosszabb produktumokat az ALADIN, a legjobbakat az előrejelző készíti, az ECMWF pedig a kettő között helyezkedik el. Több évre visszatekintve megállapítható, hogy míg 2004-ben az első napra az ALADIN 1,8 °C körüli hibája megegyezett a szinoptikus harmadik napra vonatkozó hibájával, addig 2009-ben ez már kitolódott negyedik napra.



5. ábra Minimum hőmérséklet előrejelzések átlagos hibája (ME) és átlagos abszolút hibája (MAE) hat körzetre és hat napra 2009-ben

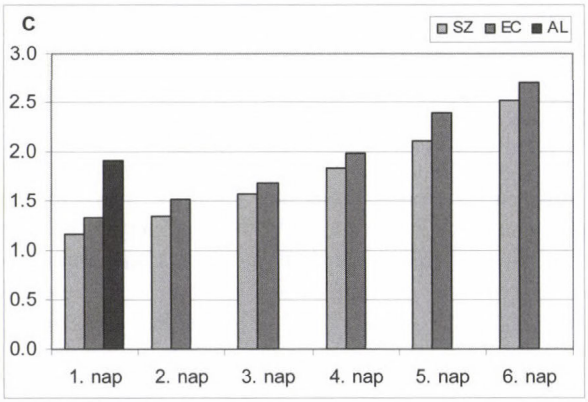
A *7. ábrán* látható, hogy az Észak-Alföldön és az Északi-középhegység térségében a legjobb a maximum hőmérséklet előrejelzése, ugyanakkor a Dunántúlon a legnagyobb a hiba. Az átlagos hibák alapján úgy tűnik, mintha egyes országrészekben az előrejelző rontana a modellhez képest. De mivel az előrejelző átlagos abszolút hibái egyértelműen kisebbek minden körzetben, ezért a következőre juthatunk: a modell hibái kevésbé szisztematikusak, de nagyobbak, míg a szinoptikusnál kismértékű szisztematikus alulbecslés mutatkozik.

A **csapadék egzisztencia** előrejelzések beválását (**P**ercent **C**orrect – helyes előrejelzések százalékos aránya) mutatjuk be a *8. ábrán*. Az elmúlt években csak kismértékű ingadozásokat figyelhetünk meg az egzisztencia előrejelzésnél, szignifikáns trend egyik időszakban sem mutatkozik. A csapadék egzisztencia, valamint mennyiség azok a meteorológiai mérőszámok, amelyeken a szinoptikus is csak minimálisan tud javítani.

Az **átlagos szélsebesség** esetén *(9. ábra)* rövidtávon a szinoptikus nem javít a modelleken, ellenben középtávon az ECMWF-nél jobb az előrejelzése. Az ALADIN megbízhatósága jónak és stabilnak mondható; 0,5-0,6 m/s-s hiba jellemzi az egész vizsgált periódust.

Maximális széllökés esetén *(10. ábra)* viszont az első napot leszámítva az előrejelző javít a modell előrejelzéseken, sőt 2007-től kezdődően már az első napon is megelőzte a modelleket.

A **felhőzetmennyiség** tekintetében a *11. ábra* ad felvilágosítást. A szinoptikusoknak 2009-ben is minden időtávon sikerült a modellektől szignifikánsan jobb beválású előrejelzést készíteniük. Rövidtávon a beválási



6. ábra Maximum hőmérséklet előrejelzések átlagos abszolút hibája (MAE) az első hat napra vonatkozóan 2009-ben

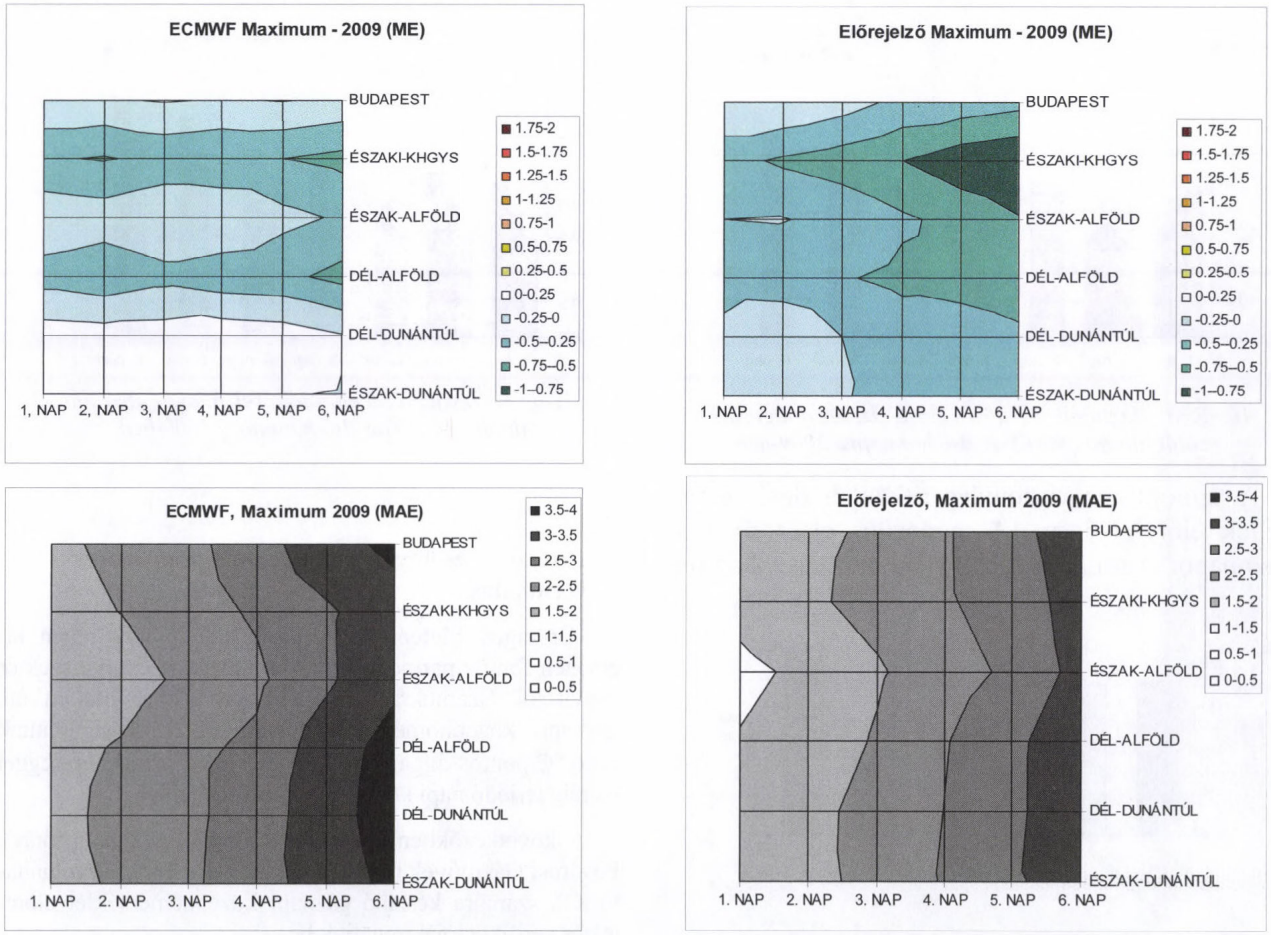
sorrend a következő: a legjobb a szinoptikus 0,6 oktával, őt követi az ECMWF 0,8 oktával, és végül a sort az ALADIN zárja 1 okta átlagos hibával.

Az ECMWF modellnél 2009-ben a komplex mutatóban bekövetkezett kismértékű romlást külön is megvizsgáltuk, az összesített, átlagolt eredményeket a *12. ábra* tartalmazza. Mivel az egyes paramétereknek esetenként eltérő nagyságrendű hibastatisztikájuk van – mint például a csapadék egzisztencia – ezért ez egy diagramon való ábrázolás miatt az említett változó értékeinek százzal elosztott változatát mutatjuk be.(Természetesen az egyes paraméterek hibastatisztikájának más és más a mértékegysége, ezek rendre: hőmérsékletek MAE, fok; csapadék egzisztencia PC, %; felhőzet, okta; szélsebesség és lökés, m/s.) Az oszlopdiagramok közül a legszembetűnőbb a minimum és maximumhőmérsékletek hibájának növekedése, amely a 6 napos előrejelzési időszakok átlagában 0,1 fokos, míg felhőzet, szélsebesség és széllökésben javulás figyelhető meg a 2009-es évben. Ezek átlagolt értékek, tehát az egyes előrejelzésekben ennél nagyobb eltérések is előfordulhattak.

3. A vízügyi ágazat részére készülő csapadék-előrejelzés verifikálása

A vízügyi ágazat részére napi rendszerességgel készül csapadékelőrejelzés, jelenlegi formában 2002 ősze óta. Az előrejelzés a Duna-Tisza vízgyűjtő területére szól, ami magában foglalja Bajorországot, Ausztriát, Svájc egy kis részét, Csehország déli részét, Szlovákiát, Kárpátalját, Erdélyt (*kivéve az Olt és a Zsil vízgyűjtőjéhez tartozó részeket*), illetve Szlovénia és Horvátország Magyarországgal határos területeit *(13. ábra)*. Ez a terület 21 kisebb részvízgyűjtőre van bontva.

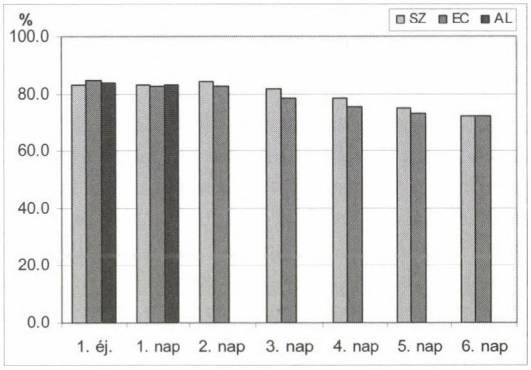
Az előrejelzés 10 napra szól, ebből az első hat napra vonatkozó részt verifikáljuk. A csapadékmennyiséget tized milliméter pontossággal jelezzük előre az első két napban 6 órás, ezt követően 12 órás bontásban. A verifikációban használt mérőszámok és statisztikák megegyeznek az előző részben említettekkel. A terület elég nagy, több ország területén fekszik, a mérőállomások eloszlása inhomogén: Ausztriában és Németországban sűrűbben, Ukrajnában és Romániában ritkábban helyezkednek el. Utóbbi területeken a verifikálás sem nevezhe-



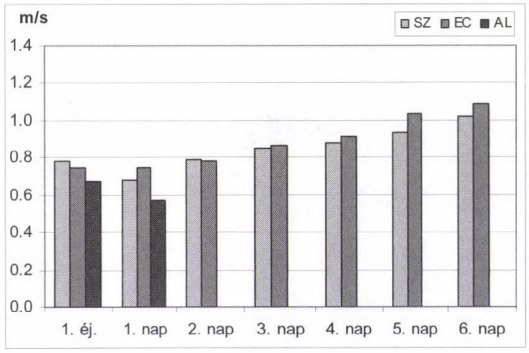
7. ábra Maximum hőmérséklet előrejelzések átlagos hibája (ME) és átlagos abszolút hibája (MAE) hat körzetre és hat napra 2009-ben

tő teljesen megbízhatónak, mivel az állomáshálózat eloszlása nagyon egyenetlen.

A hegyvidéki vízgyűjtők közül előrejelzési szempontból a Felső-Tisza (15-ös sorszámú) a legproblémásabb, de éves átlagban a MAE itt is 3 mm alatt marad. Ezen a vízgyűjtőn 2009-ben az előző évhez képest jelentős javulás figyelhető meg. *(14. ábra)*

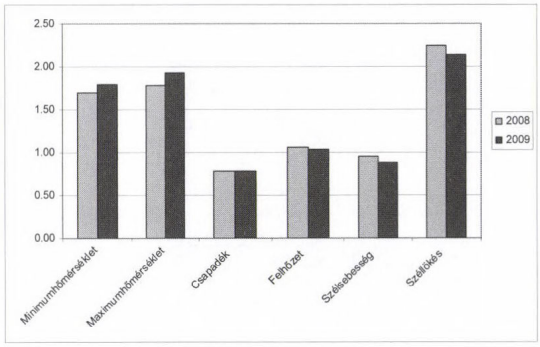


8. ábra Csapadék egzisztencia előrejelzések beválása az első hat napra (helyes előrejelzések aránya - PC) 2009-ben

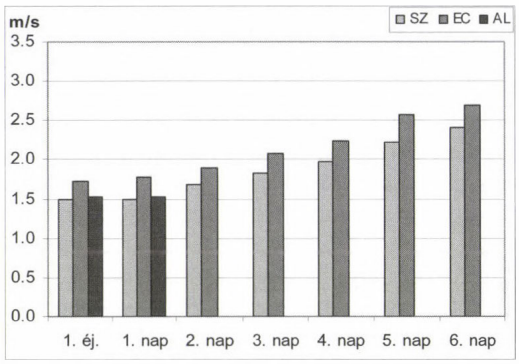


10. ábra Maximális széllökés előrejelzések átlagos abszolút hibája (MAE) az első hat napra 2009-ben

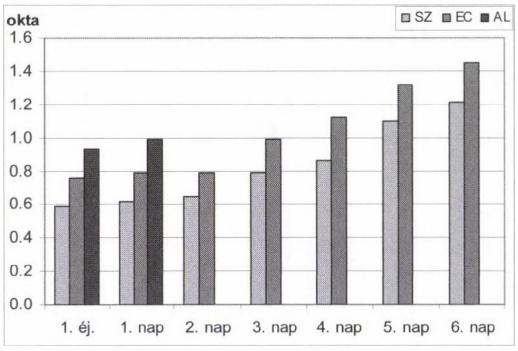
A szinoptikus viszonylag ritkán módosít a modellek előrejelzésén. (A módosítás elsősorban az első napot érinti, hosszabb távon - a futásokban rejlő bizonytalanságok miatt is – a változtatás nem gyakori.) A módosítás nem mindig sikeres, éves átlagban több vízgyűjtőn a modell jobb prognózist ad, mint a szinoptikus, de köztük különbség nagyon csekély, tized mm-ben mérhető; mind a 21 területet kiátlagolva csupán 0,01%-os előny tapasztalható a modell javára.



12. ábra Az ECMWF modell teljesítménye az egyes meteorológiai paraméterek tekintetében 2008-ban és 2009-ben



9. ábra Átlagos szélsebesség előrejelzések átlagos abszolút hibája (MAE) az első hat napra 2009-ben

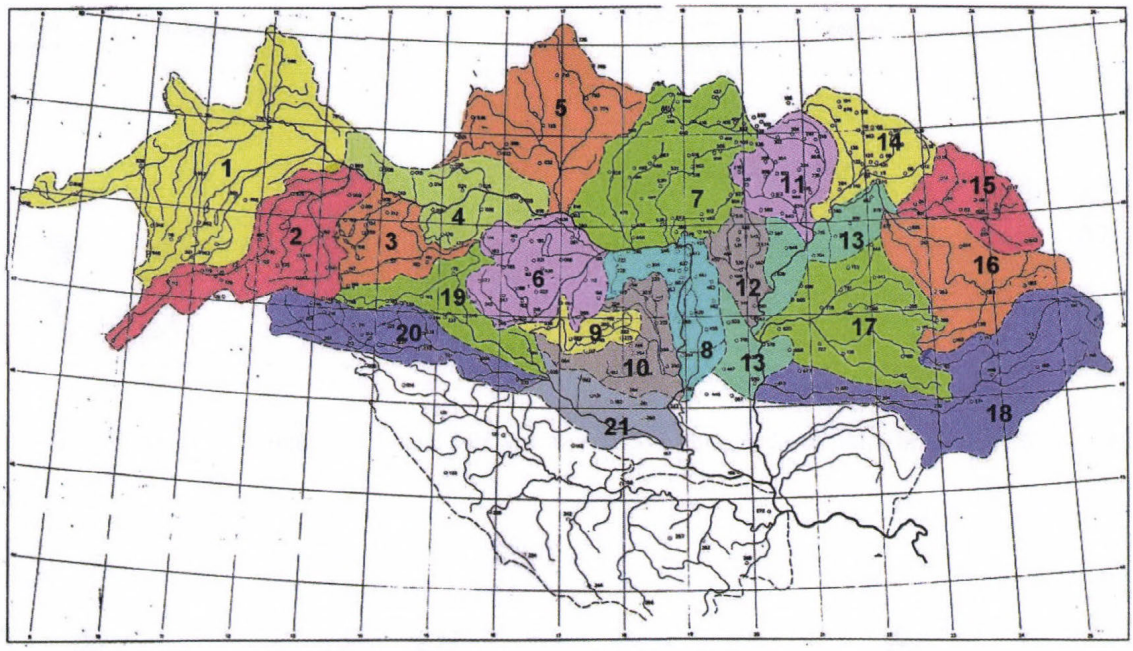


11. ábra: Összfelhőzet előrejelzések átlagos abszolút hibája (MAE) az első hat napra 2009-ben

4. A szerződéses ügyfeleknek készülő prognózisok verifikálása

Az Országos Meteorológiai Szolgálat ügyfélkörében kiemelten fontos partnereknek számítanak az energiaszektor képviselői. Számukra sok egyéb produktum mellett ún. gáznapi középhőmérséklet-előrejelzéseket szolgáltatunk tized °C pontossággal, ami a reggel 6 órától másnap reggel 6 óráig terjedő napi középhőmérsékletet jelenti.

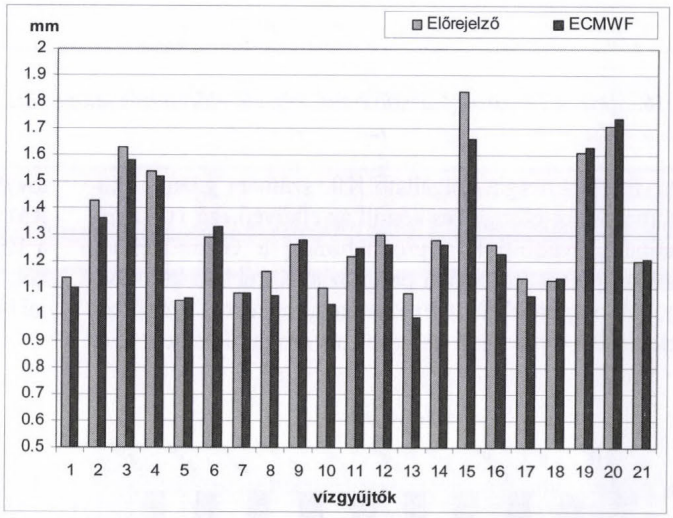
A következőkben a Fővárosi Távfűtő Művek (Főtáv), Fővárosi Gázművek (Főgáz), és az E.ON Energiaszolgáltató Kft. számára készülő gáznapi középhőmérséklet előrejelzés verifikációját mutatjuk be.



1. Felső Duna	4. Bécsi medence	7. Vág, Garam, Ipoly	10. Kapos, Sió	13. Közép-Tiszavölgy	16. Szamos, Túr, Kraszna	19. Mura
2. Inn	5. Morava	8. Közép-Dunavölgy	11. Sajó, Hernád	14. Bodrog	17. Körösök, Berettyó	20. Dráva felső
3. Traun, Enns	6. Mosoni-D., Rába	9. Zala, Balaton	12. Zagyva	15. Felső-Tisza	18. Maros	21. Dráva alsó

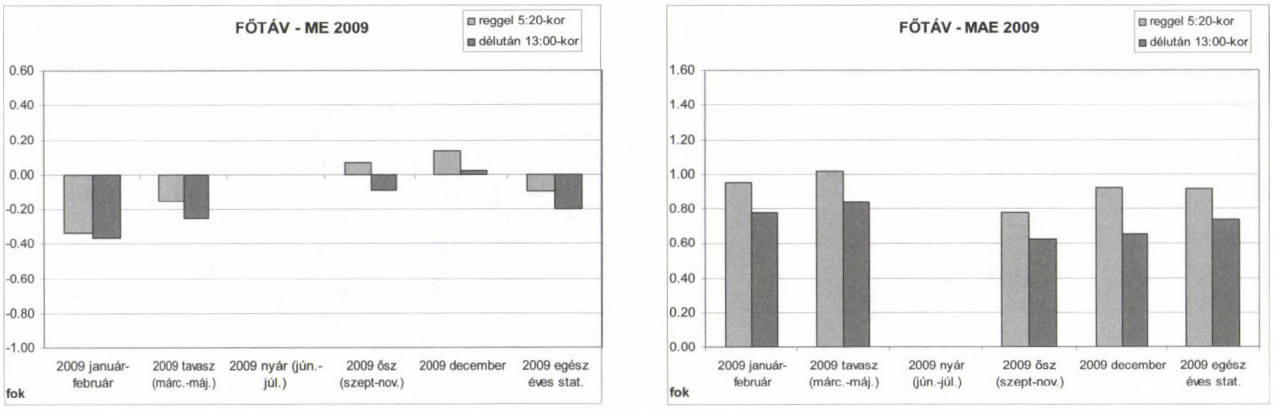
13. ábra: A Duna-Tisza vízgyűjtőterülete

A Fővárosi Távfűtő Műveknek a szerződés értelmében a nyári hónapok kivételével egész évben szolgáltatunk gáznapi középhőmérsékletet három-, illetve négynapos távra, naponta két alkalommal (hajnalban és délután). A *15. ábrán* az első napra vonatkozó előrejelzések verifikációja szerepel. A középhőmérsékletek a pestszentlőrinci mérőállomás adataiból származnak. Az ábrákon a prognózisok átlagos hibája, átlagos abszolút és négyzetes hibája látható, külön megjelölve a reggeli és a délutáni előrejelzést. Minden időszakban szignifikánsan jobb a délutáni prognózis beválása, hiszen a nap fele már eltelt, és a szinoptikusnak jóval több információja van a napi időjárásról. A téli hónapokban a hőmérsékleteket általában alábecsülik az előrejelzések, míg kora ősszel gyenge fölébecslés mutatkozik.

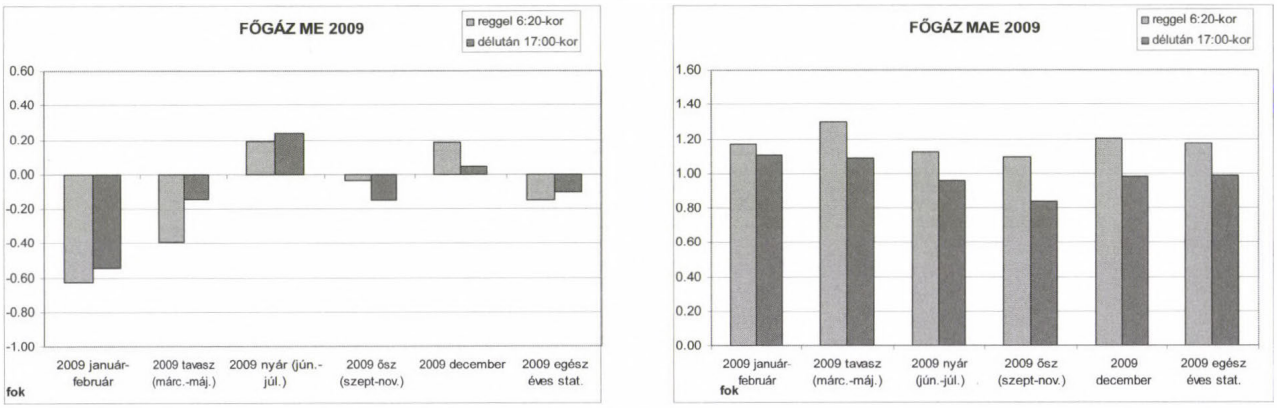


14. ábra: Az egynapos előrejelzés abszolút átlagos hibája vízgyűjtőnként 2009-ben

A Fővárosi Gázművek szintén gáznapi középhőmérséklet kap naponta kétszer, azzal a különbséggel, hogy csak a másnapra vonatkozó átlagokra van szüksége. A megállapodás értelmében egész évben szolgáltatunk előrejelzéseket, nemcsak Budapestre, hanem a Tápió-völgyre és Tát térségére is. Ebben a munkában csak a Budapestre szóló prognózisokat verifikáltuk. Az eredményeket a *16. ábra* szemlélteti. Itt is hasonló a tendencia, azaz a délutáni adatmódosítással hosszabb távon javítanak a szinoptikusok a reggel küldött előrejelzésen. Mivel itt nem a prognózis készítésének napjára, hanem egy nappal későbbre szól az előrejelzés, a módosítás mértéke szerényebb, mint a FŐTÁV esetében, illetve a hibák is kicsivel nagyobbak. A téli és tavaszi időszakban alábecslés, nyáron fölébecslés mutatkozik.

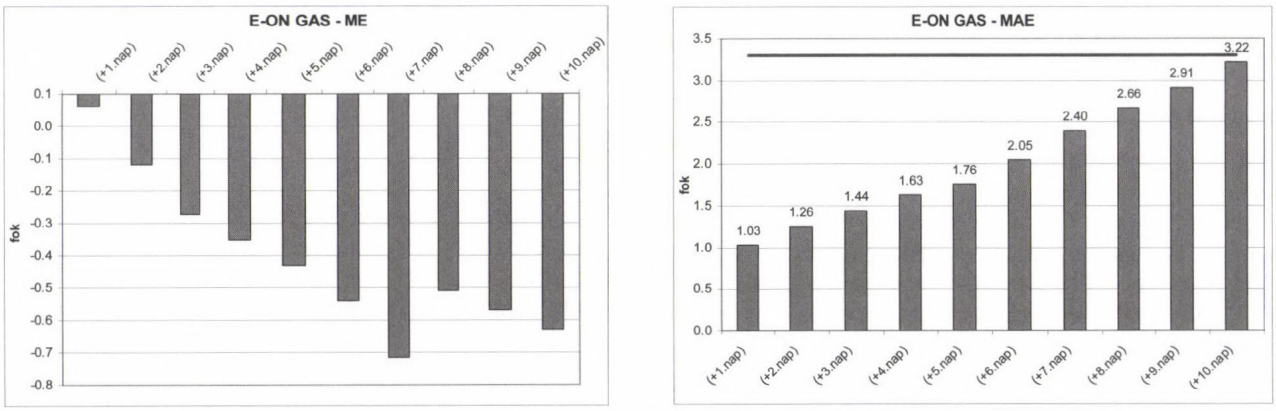


15. ábra A Fővárosi Távfűtő Műveknek készülő előrejelzés átlagos hibája (ME) és átlagos abszolút hibája (MAE) 2009-ben



16. ábra A Fővárosi Gázműveknek készülő előrejelzés átlagos hibája (ME) és átlagos abszolút hibája (MAE) 2009-ben

Az E.ON Energiaszolgáltató Kft. számára gáznapi középhőmérséklet-előrejelzés készül az elkövetkező 10 napra. Hajnalban továbbítjuk a produktumot, a Gázművekhez hasonlóan másnaptól szól a prognózis. Korábban különböző modell outputokból származtatva automatikus prognózis állt elő, 2009. év elejétől az ügyeletes szinoptikus készíti és továbbítja az előrejelzést. A *17. ábrán* a ME, MAE és RMSE értékeket tüntettük fel. A hiba az idővel nő, de még a 10. napon sem haladja meg a ME az 1, a MAE a 3,5 fokot. Prognózisaink még az előrejelzési időszak végén is jobbak a klímaátlagnál.



17. ábra Az E.ON Energiaszolgáltató Kft. számára készülő 10 napos előrejelzés átlagos hibája (ME) és átlagos abszolút hibája (MAE) 2009-ben

LÉGKÖRI ÜVEGHÁZHATÁS A KŐZETBOLYGÓKON

ATMOSPHERIC GREEN HOUSE EFFECT ON ROCKY PLANETS

Bottyán Zsolt
ZMNE BJKMK RLI Repülésirányító és Repülő-hajózó Tanszék, 5008 Szolnok, Kilián út 1.
bottyan.zsolt@zmne.hu

Összefoglalás: Egy adott bolygó estén a rövidhullámú besugárzás és a hosszúhullámú kisugárzás egyensúlyban van (planetáris energia-egyensúly). A Naprendszer bolygóinak (légkör nélküli esetben) a felszíni globális átlaghőmérsékletét - az adott helyen - a napállandó és a planetáris albedó szabja meg. Az így számított ún. egyensúlyi hőmérséklet – minden légkörrel rendelkező bolygó esetén – alacsonyabb, mint a tényleges (mért) felszíni átlaghőmérséklet. A két hőmérséklet különbségének oka a légkörben lévő – infravörös tartományon elnyelni képes – speciális tulajdonságú gázok jelenléte (szén-dioxid, vízgőz, ózon stb.). A légköri gázok által, az infravörös tartományon történő elnyelés utáni visszasugárzás az ún. üvegházhatás, mely energia-többletet jelent a bolygó számára a légkör nélküli esethez viszonyítva. Az említett hőmérséklet különbség egyben az üvegházhatás mértéke is. A kőzetbolygók esetében a Merkúron nincs, a Földön és a Marson jelentős, míg a Vénuszon rendkívül intenzív az üvegházhatás mechanizmusa, amelynek erőssége az adott bolygó légkörének sűrűségétől és az ún. üvegházhatású gázok (elsősorban a szén-dioxid) koncentrációjától függ. A vénuszi igen magas felszíni hőmérsékletért az ún. megfutó üvegházhatás, a marsi alacsony intenzitású üvegházhatásért pedig a megszűnt vulkanizmus eredményeképpen eltűnt légkör a felelős.

Abstract: In case of a given planet, the short-wave radiation and the long-wave emission are in balance (planetary energy balance). The average surface temperature of planets (without atmosphere) of the solar system (in a given point) is determined by the solar constant and the planetary albedo. The equilibrium temperature calculated on this way, for all planets with atmosphere, is lower than the real (measured) mean surface temperature. The reason of the difference between the two temperatures is the presence of special gases which can absorb in the infrared range (carbon dioxide, water vapour, ozone, etc.). The back-radiation of the gases after the absorbtion in the infrared range is the so-called greenhouse effect, which caueses an energy surplus for the planet compared to the case without atmosphere. The temperature difference is the extent of greenhouse effect as well. Among the terrestrial planets there is no greenhouse effect on the Mercury, but on the Earth and on the Mars the mechanism of it is significant and on the Venus is extremely intensive. The strength of the mechanism depends on the density of the atmosphere of the planets and the concentration of the so-called greenhouse gases (mainly carbon dioxide). For the very high temperature of the Venus the so-called exceeding greenhouse effect is responsible, however the weak greenhouse effect on the Mars is a result of missing atmosphere, which disappeared because the volcanism ended.

Bevezetés

Napjainkban igen gyakran hallunk a globális felmelegedésről, mint az általános éghajlat-változás talán legmarkánsabb tényezőjéről. A globális átlaghőmérséklet mintegy 0,74 °C-os növekedése az elmúlt 150 évben Földünkön tetten érhető (*IPCC jelentés, 2007*). A globális felmelegedés legfőbb oka az emberi tevékenység során a Föld légkörébe juttatott és ott ún. üvegházhatást kifejtő gázok feldúsulása. Jelen munkánkban magával a természetes (nem antropogén eredetű) légköri üvegházhatással, mint univerzális jelenséggel, és ennek éghajlat-módosító hatásával foglalkozunk a Naprendszer kőzetbolygóit illetően.

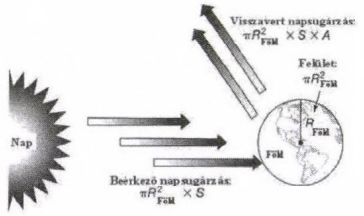
A természetes légköri üvegházhatás bolygónkon - egy rendkívül összetett folyamat részeként – a földtörténet során biztosította az élet kialakulásának és fennmaradásának a klimatikus feltételeit (elsősorban a globális átlaghőmérséklet szabályozásán keresztül). Ez a fontos moderáló hatás a Földön, a szén geokémiai körforgásának köszönhetően jelent meg, és ez a folyamat a mai napig hatással van a légköri szén-dioxid koncentrációjára is (*Lunine, 1999*). A többi kőzetbolygó esetében ez a folyamat, ha be is indult, valamilyen oknál fogva megállt, így – ahogy majd látjuk – a többi planétán jelenleg rendkívül szélsőséges éghajlat uralkodik (*Kasting, 1988*). Hogy mennyire fontos a légköri üvegházhatás, azt egyetlen példán keresztül illusztrálhatjuk: amennyiben nem működne bolygónk légkörében ez a folyamat, a jelenlegi +15 °C helyett -18 °C lenne a globális átlaghőmérséklet, ami bizonyosan a magasabb rendű élet végét jelentené a Földön, egy intenzív jégkorszak kialakulása következményeként!

Az üvegházhatás tehát szükséges ahhoz, hogy éghajlatunk megfelelő korlátok között maradjon. Ugyanakkor az elmúlt mintegy 150 év éghajlatának története azt is jelzi, hogy az ember képes drasztikusan beavatkozni ezekbe a – tőle függetlenül is működő – folyamatokba, ugyanakkor a hatásaival kevésbé van tisztában! Ennek az antropogén hatásnak (jelen esetben az üvegházhatást előidézni képes gázok szinte korlátok nélküli légkörbe bocsátása) eredménye a globális felmelegedés, aminek rendkívül komoly

következményeivel még csak ezután kell igazából szembe néznünk.

Planetáris energia-egyensúly

Egy ***légkör nélküli bolygó*** esetében a felszín hőmérsékletének alakulását fizikai értelemben két tényező szabja meg: a napból érkező ***besugárzás teljesítménye*** és a felszín ***fényvisszaverő képessége*** (albedó). Amennyiben feltételezzük, hogy a bolygó éghajlata „nyugalomban van", azaz fennáll a ***kvázi-sztatikus állapot***, akkor a napból beérkező rövidhullámú és a bolygó által kisugárzott hosszúhullámú energiák egyensúlyban vannak (*Kump et al., 2002*). A valóság nem pontosan ezt mutatja, hiszen ha így lett volna, akkor a Föld átlagos felszíni hőmérséklete a földtörténet során végig állandó marad. Természetesen ez nem volt mindig így, de igen rövid időskálán jó közelítéssel fennáll a kvázi-sztatikus helyzet. A két említett hőmérséklet-alakító hatás eredőjeként definiálható egy ún. ***egyensúlyi hőmérséklet*** ($\mathbf{T_e}$) mely a bolygó átlaghőmérsékletét, mint sugárzási egyensúlyi hőmérsékletet reprezentálja. Ez a hőmérséklet jó közelítéssel a légkör nélküli esetben a tényleges átlaghőmérséklettel egyezik meg.



1.ábra. A beérkező és a visszavert napsugárzás mennyisége a Föld esetén (Kump et al., 2002 után módosítva)

A planetáris energia-egyensúlyi egyenlet meghatározása nem túl bonyolult, de előzetesen néhány geometriai tényt figyelembe kell venni hozzá. A következőkben a Nap – Föld rendszert vizsgáljuk, de ugyanígy járhatunk el tetszőleges bolygó esetében is (*Kump et al., 2002*).

Ha a Földet úgy tekintjük, mint fekete test, melynek egyensúlyi hőmérséklete $\mathbf{T_e}$, akkor a *Stefan – Boltzmann-törvény* alapján az egységnyi felületről kisugárzott energia $\boldsymbol{\sigma T_e^4}$-vel lesz egyenlő, ahol $\boldsymbol{\sigma}$ az ún. Stefan – Boltzmann állandó ($\sigma = 5{,}67\text{x}10^{-8}$ $W/m^2/K^4$). Mivel a Föld a teljes felületéről bocsátja ki az energiát, amely a $\mathbf{4\pi R^2_{Föld}}$ nagyságú gömbfelszínnel egyezik meg, ahol $\mathbf{R_{Föld}}$ a bolygó sugara, így a Föld által kibocsátott teljes energia mennyisége (*1. ábra*):

$$E_{kibocsát} = 4\pi R^2_{Föld} \cdot \sigma T_e^4$$

Egy bolygóra a Napból érkező rövidhullámú elektromágneses sugárzás teljesítményét egyrészt magának a központi csillagnak a teljesítménye, másrészt a bolygó naptávolsága szabja meg. Tekintve, hogy *Kepler törvénye* értelmében a bolygók naptávolsága változik, célszerű bevezetni az ún. ***napállandó*** (**S**) fogalmát, mely a légkör külső határán, közepes naptávolság esetén, időegység alatt, egységnyi felületre merőlegesen beeső energiát jelenti. A napállandó értéke a Föld esetében ($\mathbf{S_0}$) 1370 Wm^{-2}. A Naprendszer kőzetbolygóinak távolságát ismerve, könnyen meghatározhatjuk mindegyik esetben a helyi napállandó értékét, ha figyelembe vesszük a *sugárzási energia változásának távolság-törvényét* (*1. táblázat*).

Bolygó	Közepes naptáv. (CSE)	Napállandó (W/m^2)
Merkúr	0,39	9007
Vénusz	0,72	2643
Föld	1,00	1370
Mars	1,50	609

1. táblázat. A Naprendszer kőzetbolygóinak közepes naptávolsága (CSE, csillagászati egység) és a hozzájuk tartozó napállandók értékei

A Nap irányából nézve a Föld egy körnek látszik, melynek a sugara $\mathbf{R_{Föld}}$ és felszíne $\boldsymbol{\pi R^2_{Föld}}$. Jegyezzük meg, hogy a sugárzást felfogó felszín nem azonos a teljes felszín felével, mert a napsugarak nem esnek mindenhol merőlegesen bolygónk adott felületére. A teljes felfogott energiát a Föld kör keresztmetszetének ($\boldsymbol{\pi R^2_{Föld}}$) és a napállandónak ($\mathbf{S_0}$) a szorzata adja. A visszavert energia egyenlő a beérkező energia ($\boldsymbol{\pi R^2_{Föld} S}$) és az albedó (**A**) szorzatával. Ha most figyelembe vesszük a nyilvánvaló összefüggést:

$$E_{elnyelt} = E_{beérkező} - E_{viszavert}$$

akkor azt kapjuk, hogy

$$E_{elnyelt} = \pi \cdot R^2_{Föld} \cdot S_0 \cdot (1 - A)$$

Tegyük egyenlővé ezek után a beérkező és a kimenő energia-mennyiségeket (az előzőek alapján ezek megegyeznek)! Ekkor a következő egyenlőség adódik:

$$E = 4 \cdot \pi \cdot R^2_{Föld} \cdot \sigma \cdot T_e^4 = \pi \cdot R^2_{Föld} \cdot S_0 \cdot (1 - A)$$

Egyszerűsítve a fenti egyenletet, megkapjuk az ún. ***planetáris energia-egyenleg egyenletét***:

$$\sigma \cdot T_e^4 = \frac{S_0}{4} \cdot (1 - A).$$

Ez a formula mutatja a planetáris energia-egyensúlyt a beérkező rövidhullámú és a kimenő infravörös energia között a Földre vonatkozóan, de a többi kőzetbolygó esetében is analóg módon használható.

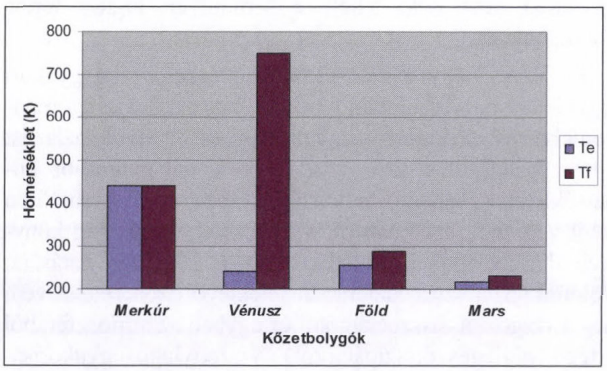
Az egyensúlyi hőmérséklet

A planetáris energia-egyenleg egyenletét megismerve lehetőség nyílik arra, hogy kiszámítsuk egy bolygó egyensúlyi hőmérsékletét, ha ismerjük a bolygóra vonatkozó globális albedót és napállandót. Az egyensúlyi hőmérséklet számítása a planetáris energia-egyenleg egyenletéből a következő formulával történik:

$$T_e = \sqrt[4]{\frac{S_0 \cdot (1-A)}{4 \cdot \sigma}}$$

Amennyiben a Föld megfelelő adatait behelyettesítjük (S_0 = 1370 W/m^2, A = 0,3), akkor azt kapjuk, hogy bolygónk egyensúlyi hőmérséklete $\mathbf{T_e}$ = 255 K, azaz –18 °C, ami jóval hidegebb, mint a valóságban tapasztalt +15 °C-os érték. Ahogy korábban jeleztük, légkör nélküli objektum esetében (pl. Merkur vagy Hold) az egyensúlyi hőmérséklet jó közelítéssel a tényleges felszíni átlaghőmérsékletet adja meg.

Joggal merül fel a kérdés, vajon mi okozhatja ezt a jelentős átlaghőmérséklet különbséget? Tételezzük fel, hogy a napsugárzáson kívül más külső forrásból nem jut energiához a Föld! Ebben az esetben a többlet-energiának a forrása (ami a 33 °C-os hőmérsékleti különbséget okozza), csak a Föld légkörének rendszere lehet, hiszen bolygónk szilárd belsejének hőtermelése (ami alapvetően radioaktív bomlásból és a Föld keletkezésekor képződött hőenergia maradványából származik) rendkívül csekély mértékű a napenergiához képest (*Lunine, 1999*). Erősíti ezt a feltevést az a tény is, miszerint a Naprendszer légkörrel rendelkező kőzetbolygóinak (Vénusz, Föld és Mars) felszíni átlaghőmérséklete minden esetben ***magasabb*** az adott



*2. ábra. A kőzetbolygók egyensúlyi (**Te**) és tényleges felszíni átlaghőmérséklete (**Tf**)*

planéta egyensúlyi hőmérsékleténél (*2. ábra*).

A többlet-energia forrása nem lehet más, mint a légkörben lévő összetevők sugárzás-elnyelése, ami viszont – figyelembe véve az elektromágneses spektrumot – csakis az ***infravörös tartományban*** valósulhat meg, hiszen a látható tartományban nagyrészt transzparens a légkör. Az atmoszféra bizonyos összetevői tehát erős elnyeléssel (abszorpció) és – *Kirchoff törvénye* szerint – kibocsátással (emisszió) rendelkeznek az infravörös tartományban. Ez azt jelenti, hogy a bolygó felszíni hőmérsékletéből származó termikus sugárzását (*Stefan – Boltzmann törvény*) a légkörben levő gázok egy csoportja elnyeli, és egy részét a felszín felé visszasugározza. Ezt a mechanizmust nevezzük ***légköri üvegházhatásnak***. Elmondhatjuk tehát, hogy az üvegházhatást produkáló gázok lényegében csapdába ejtik a bolygó felszínéről emittált energia jelentős hányadát (ami egyébként a világűrbe távozna), majd ennek egy részét a felszín felé visszasugározzák, többlet energiabevételhez juttatva a bolygó felszínét.

Az eddig leírtak alapján feltételeztük, hogy a rövidhullámú tartományon nincs jelentős sugárzásgyengítése a légkörnek, szemben az infravörös tartományban tapasztalt elnyeléssel. Ez jó közelítéssel így is van, bár az ózon és egyéb gázok (oxigén, nitrogén) abszorbeálják a nagyenergiájú fotonokat (0,29 μm alatti tartomány) teljes egészében. A napsugárzás teljes energiaspektrumát (*Planck törvény*) figyelembe véve azonban az említett hullámhossztartományban a napból érkező energiának csak lényegesen kisebb része érkezik bolygónkra, mint a 0,29 μm-nél nagyobb hullámhosszokon (*Péczely, 1980*).

Az üvegházhatás erőssége és jelenléte a bolygókon

Az eddig leírtakból következik, hogy az ***üvegházhatás erőssége*** ($\Delta T_ü$) közvetlenül becsülhető az egyensúlyi és a tényleges felszíni hőmérséklet különbségével:

$$\Delta T_ü = T_f - T_e$$

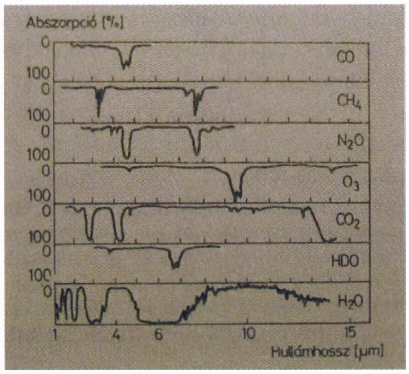
ahol $\Delta T_ü$ az üvegházhatás erőssége, T_f a bolygó tényleges felszíni átlaghőmérséklete és T_e pedig a bolygó egyensúlyi hőmérséklete. Földünk esetén $\Delta T_ü$ =**33 K**, tehát a légkör 33 K-nel emeli bolygónk felszínének átlaghőmérsékletét. A *2. táblázatban* a Naprendszer bolygóira vonatkozóan bemutatjuk az üvegházhatás erősségét. Jól látható, hogy a légkör nélküli ***Merkúron*** az üvegházhatás erőssége gyakorlatilag ***nulla***, viszont a ***Vénuszon*** több, mint ***500 Kelvinnel*** melegebb van az üvegházhatás miatt. Még a Mars esetén is hozzávetőlegesen 13 Kelvinnel magasabban tartja a felszín hőmérsékletét a viszonylag ritka légkör (a földi levegő sűrűségének csak kevesebb, mint századrésze).

Bolygó	Táv. (CSE)	A	S (W/m^2)	T_e (K)	T_f (K)	$\Delta T_ü$ (K)
Merkúr	0,39	0,06	9007,2	439,8	440	0,2
Vénusz	0,72	0,71	2642,7	242,1	750	507,9
Föld	1,00	0,30	1370,0	255,0	288	33,0
Mars	1,50	0,17	608,9	217,3	230	12,7

*2. táblázat. A Naprendszer kőzetbolygóinak közepes naptávolsága (**Táv.**), átlagos planetáris albedója (**A**), napállandója (**S**), egyensúlyi hőmérséklete (T_e), átlagos felszíni hőmérséklete (T_f) és az üvegházhatás erőssége ($\Delta T_ü$).*

Felmerül a kérdés, hogy a Föld belső szomszédjának (a Vénusznak) a felszíni hőmérséklete miért ilyen kiugróan magas (750 K ≈ 480 °C)? A *2. táblázatban* észrevehető, hogy ez a magas hőmérséklet egy rendkívül intenzív üvegházhatás eredménye ($\Delta T_ü$=**507,9 K**)! A magyarázat a bolygó légkörének összetételében és sűrűségében rejlik (*3. táblázat*). A vénuszi atmoszférát kb. 96%-ban szén-dioxid (**CO_2**) alkotja és a felszínen a légnyomás mintegy 90-szer nagyobb, mint a Földön, amiből következik, hogy az említett bolygó légkörében a szén-dioxid koncentráció több nagyságrenddel nagyobb, mint a mi planétánkon! A szén-dioxid gáz ugyanakkor – hasonlóan néhány más gázhoz -

igen jó elnyelő a korábban említett infravörös tartományban, és így már érthető, miért ilyen erős az üvegházhatás a Vénuszon (*3. ábra*).



3. ábra. A gázok abszorpciója 1-16 μm között a földi légkörben (Bence et al., 1982.)

A Föld esetében a ***természetes*** (nem antropogén) ***üvegházhatást*** döntően a légkörünkben lévő ***vízgőz*** (**H_2O**), ***szén-dioxid*** (**CO_2**) és ***ózon*** (**O_3**) okozza (*Bence et al., 1982*). A vízgőznek és az ózonnak szintén jelentős sugárzáselnyelése van az 1-15 μm-es tartományban (*3. ábra*). Vegyük figyelembe továbbá, hogy bolygónk termikus sugárzásának (ami a 288 K-es átlagos felszíni hőmérséklethez tartozik) maximális intenzitása a *Wien-féle törvény* alapján

Összetevő	Vénusz	Mars
CO_2	96,5%	95,3%
N_2	3,5%	2,7%
SO_2	≈100 ppm	
Ar	70 ppm	1,6%
CO	45 ppm	
H_2O	45 ppm	

3. táblázat. A Vénusz és a Mars légkörének fontosabb összetevői és koncentrációjuk (McFadden et al., 2007)

10 μm-es hullámhossznál jelentkezik, ami szintén ebbe a tartományba esik! Meg kell említeni még két fontos természetes légköri összetevőt, a ***metánt (*CH_4*)*** és a ***dinitrogénoxidot (*N_2O*)***, melyek szintén üvegházhatású gázok, de szerepük az elmúlt 150 évben, az antropogén kibocsátás megjelenésével vált igazán fontossá (*3. ábra*). Ugyanakkor, az említett gázoknak a légköri koncentrációja csekély (együttesen még a troposzférában is 4% alatt van), amiből világosan adódik, hogy a Vénuszhoz hasonló erősségű természetes üvegházhatást semmiképp nem várhatunk a Föld esetében!

A másik szomszédos bolygón (Mars) is azt tapasztalhatjuk, hogy az ottani – igaz rendkívül kis sűrűségű (átlagos felszíni nyomás 6,1 mb) – légkör domináns összetevője szintén a szén-dioxid (kb. 95%), mely ebben a csekély mennyiségben is jelentős üvegházhatást produkál. A marsi üvegházhatás erőssége közel 13 K (*3. ábra*)!

Felmerül a kérdés, hogy mi lehet az oka a vénuszi igen tekintélyes és a marsi rendkívül csekély mennyiségű szén-dioxid légköri jelenlétének? Ahogy korábban említettük, a szén geokémiai körforgásának a szerepe alapvető a szén-dioxid légköri koncentrációjának szabályozásában. Ez a mechanizmus bolygónkon, a lemeztektonikán és a hozzá kapcsolódó vulkanizmuson keresztül fejti ki hatását hosszú időskálán (10-100 millió év). A légköri szén-dioxid koncentrációja a jelzett időskálán a gáz kőzetekbe való beépülése és a vulkanizmus során történő légkörbe jutása közti különbség eredményeképpen alakul, mely bonyolult fizikai és kémiai folyamatokon keresztül realizálódik. Amennyiben a körforgás valamelyik ága megszakad, a légköri szén-dioxid koncentráció jelentősen megváltozik. Jelenlegi ismereteink szerint a Vénuszon a gáz kivonódása a légkörből megszakadt és a vulkanizmus eredményeképpen fokozatosan növekvő szén-dioxid szint miatt az ún. ***megfutó üvegházhatás (runaway greenhouse effect)*** jelenségét tapasztalhatjuk, a már említett magas felszíni hőmérséklettel (*Kasting, 1988*). A Mars esetében pedig a megszűnt vulkanizmus (tektonizmus) nem tudta a kőzetekben megkötött szén-dioxidot visszajuttatni a légkörbe, ezért (és a relatíve gyenge gravitációja miatt) a marsi atmoszféra elvesztette légkörének és ezzel együtt üvegházhatásának jelentős részét is. A Merkúr esetében a napközelségből adódó nagy energiaáram és a bolygó kis tömegéből származó gyenge gravitáció nem tette lehetővé semmilyen légkör tartós fennmaradását.

Tekintve, hogy a szén-dioxid egy viszonylag gyakori vegyület az univerzumban, várható, hogy más bolygórendszerekben is előfordul gázneműként, és ott üvegházhatást fejt ki. Ráadásul, a szén-dioxid -79 °C-nál magasabb hőmérsékleten (gáznemű halmazállapotban) is meglehetősen stabil vegyület, szemben pl. a vízgőzzel, mely elég könnyen disszociációt szenved az UV-B sugárzás hatására. (Földünkön, a sztratoszférában jelenlevő ózon rétege védi meg a vízgőzt a disszociációtól és egyben az atmoszférából történő végleges disszipációtól). Viszonylagos gyakoriságából és stabilitásából adódóan jelentős szerepet játszhat más bolygórendszerek planétáin kialakuló éghajlatok alakításában és stabilizálásában is.

Irodalom

Bencze, P., Major, Gy., Mészáros E. (1982): Fizikai Meteorológia. Akadémiai Kiadó, Budapest, 300 pp.

IPCC (2007): Az Éghajlatváltozási Kormányközi Testület negyedik értékelő jelentése. Természettudományos alapok. *http://www.ipcc.ch/pdf/reports-nonUN-translations/hungarian/ar4-spm.pdf*

Kasting, J., F. (1988): Runaway and Moist Greenhouse Atmospheres and the Evolution of Earth and Venus Icarus 74. 472-494

Kump, L., R., Kasting J., F., Crane, R., G. (2002): The Earth system with global change update. Prentice Hall, Pearson Custom Publishing, Boston, 351 pp.

Lunine, J., I. (1999): Earth: evolution of a habitable world. Cambridge University Press Boston, 319 pp.

McFadden, L., A., Weissman P., R., Johnson, T., V. (2007): Encyclopedia of the Solar System. Academic Press, 966 pp.

Péczely, Gy., (1978): Éghajlattan. Tankönyvkiadó, Szeged, 280 pp

A JEZSUITÁK METEOROLÓGIAI TEVÉKENYSÉGE

METEOROLOGICAL ACTIVITY OF JESUITS

Bikfalvi Géza
Jezsuita Rend Levéltár, 1085 Budapest, Mária utca 25., *bikfalvi.geza@jezsuita.hu*

Összefoglalás: A XVI. század közepétől megalapított jezsuita kollégiumok és egyetemek, az általános műveltség emelésén kívül, a jezsuita rend alapállásának és a világ megismerhetőségét hirdető felfogása által a természettudományos kutatások új központjai lettek. A jezsuiták kiemelkedő szerepe a matematikában és fizikában, valamint hozzájuk szorosan csatlakozó csillagászati megfigyelésekben és felfedezésekben ma már közismert. Azonban a geofizika területén, elsősorban a meteorológia és a szeizmológia tudományában elért eredmények már kevésbé ismertek a közvélemény előtt, pedig a csillagászati obszervatóriumok általában jelentős meteorológiai tevékenységet végeztek.

Abstract: The Jesuit colleges and universities established from the mid-16th century became the new centres of the natural scientifical researces. They achieved that by not just developing the classical erudition, but their ideology about the preferences of the Jesuits and about the understandability of the world. The prominent role of Jesuits in mathematics and physics, and in close connection with these, in observations and discoveries in the field of astronomy is well known today. However, the results in the field of geophysics, especially in the science of meteorology and seismology are less known by the public, even though the astronomical observatories usually carried on significant meteorlogical activity.

A jezsuita kollégiumok meteorológiai tevékenysége

Nagyon sok országban a nemzeti meteorológiai szolgálatok, a rendszeres időjárás-előrejelzés, az egykori jezsuita kollégiumokban működő megfigyelő állomásokból fejlődtek ki. A tudományos színvonalú, folyamatos meteorológiai mérések és időjárás megfigyelések általában a XVIII. század közepétől állnak a tudomány rendelkezésére. A csillagászati obszervatóriumokban, ettől az időtől kezdve műszeres mérésekkel figyelték a hőmérsékletet, a légnyomást, a levegő páratartalmát és a csapadék mennyiségét. Az első francia jezsuita önálló meteorológiai megfigyelő állomásokat a lyoni és a marseillei jezsuita kollégiumokban alapították, elsősorban *Laurent Beraud SJ* (1702–1777) és *Esprit Pezenas SJ* (1692–1776) kutatásainak köszönhetően. Közép-Európában elsőként *Joseph Sterling SJ* (1716–1778) végzett rendszeres meteorológiai megfigyeléseket a prágai jezsuita kollégiumban, 1752 és 1774 között. A missziós területeken szintén megindult a helyi időjárás megfigyelése, mert többnyire az Európában megszokott időjárástól nagyon jelentősen eltértek a klimatikus viszonyok. Dél-Amerikában, *José de Acosta SJ* (1539–1600) már 1590-ben publikálta a méréseit és megfigyeléseit. Kínában pedig *Joseph Amiot SJ* (1718–1793) ismertette és vezette be a műszeres időjárási megfigyeléseket a hőmérő és a barométer használatával, maga 1757 és 1763 között, elsőként végzett rendszeres időjárási megfigyeléseket a Mennyei Birodalom területén, amelyeket később Franciaországban könyv alakban is kiadtak.

Sajnos a jezsuita rend 1773. évi, pápai feloszlatása hosszú időre megakadályozta a jezsuiták meteorológiai tevékenységet, de az újraindulás után, a XIX. közepétől újból megindultak a jezsuiták tudományos megfigyelései az egyes jezsuita kollégiumokban. Az első száz év alatt 40 megfigyelő állomást hoztak létre, amelyek bekapcsolódtak a világszerte folyó tudományos munkába, fontos elemei lettek az egész világra kiterjedő időjárás-előrejelző rendszernek. A legnagyobb segítséget főként a trópusi vidékek időjárási előrejelzésében nyújtottak, mint a kubai Belé, a fülöp-szigeteki Manila, a kínai Zikawei és a madagaszkári Tananarive jezsuita meteorológiai obszervatóriumok.

A zikawei obszervatórium

A Fülöp-szigeteken, a jezsuiták 1865-ben állították fel az első meteorológiai állomásukat a manilai kollégiumban, amely az első rendszeresen megfigyeléseket végző meteorológiai állomás volt a Távol-Keleten. A jezsuiták tevékenységének a fontosságát elismerve, a spanyol gyarmati hatóságok 1884-ben a manilai állomásra alapozva, megalapították a Fülöp-szigeteki Meteorológiai Szolgálatot, amelyet később a hatalomváltás után az amerikai hivatalok is megerősítettek. A jezsuiták segítségével a sok száz szigetből álló országban, már 1900-ban 72 megfigyelő állomás épült fel, amelyekből 1930-ban szintén még a jezsuiták segítségével kiépült a Fülöp-szigeti Időjárás Iroda 300 obszervatóriummal. A manilai meteorológiai megfigyelésekben *Federico Faura SJ* (1840–1897) és

José Algué SJ (1859–1930) töltöttek be úttörő szerepet. *P. Algué* elsőként végzett tudományos kutatásokat a trópusi viharokkal, az orkánok és a tájfunok természetfizikáját vizsgálva, az eredményeit spanyol és angol nyelven publikálta, később az általa kifejlesztett aneroid barométer nagymértékben elősegítette a trópusi viharok előrejelzését. *Charles Deppermann SJ* (1889–1957) szintén elsőként végzett *frontológiai* megfigyeléseket és vízmennyiség elemzéseket a trópusi viharok kutatásánál. Sajnos a virágzó manilai jezsuita meteorológiai obszervatórium a japán megszállás idején teljesen megsemmisült.

Kínában,Sanghaj külvárosában, a zikawei kollégiumban, francia jezsuiták alapították meg az obszervatóriumot 1872-ben, amely a XX. század első évtizedeiben már első osztályú tudományos kutatóhelynek számított a meteorológiai, a geofizikai és csillagászati kutatások terén. 1915-től kezdve az állomás már 50 megfigyelőhellyel állt naponta telegráf összeköttetésben, amelyek napi 200 jelentést küldtek körzetük időjárásáról. A zikawei központban kielemezték az adatokat, majd kiadták az időjárás előrejelzést, amely nemcsak a helyi lakosságnak, hanem a tengeri hajózásban is nélkülözhetetlen segítségnek bizonyult. A helyi meteorológiai állomás alapjait, a két viharkutató szerzetes: *Marc Dechevrens SJ* (1854–1923) és *Louis Froc SJ* (1859–1932) rakták le, akiket egyébként az eredményes kutatásaik alapján az *„orkánok atyjai"* címmel tiszteltek meg a kollégáik. A munkájukat később *Ernesto Gherzi SJ* (1886–1976) és *Stanislas Chevalier SJ* (1852–1930) folytatták. *Pierre Lejay SJ* (1898–1958) elsőként kutatta a felső légrétegek ózon tartalmát, megfigyelte az ionoszféra szerkezetét, és a napfoltokat vizsgálta. Sajnos a kínai polgárháború végére a világhíres obszervatórium nagy része elpusztult.

A madagaszkári Tananarivében *Elie Colin SJ* (1862–1923) elsősorban a trópusi forgószelek kutatására alapította meg a meteorológiai állomást 1889-ben. Majd 25 megfigyelő pontot alakított ki a szigeten az atmoszféra kutatások céljára. Az 1890 és 1915 között végzett megfigyelések adatait 27 kötetben jelentette meg. Az időjárási és klíma kutatásait később *Charles Poisson SJ* (1882–1965) folytatta.

A szíriai Kszarában, francia jezsuiták 1907-ben alapították meg a meteorológiai megfigyelő állomásukat, amely 1920-ban a Szíriai Meteorológiai Szolgálat központja lett, *Bonneventure Berloty SJ* (1856–1934) vezetésével. Az utódai: *Charles Combier SJ* (1880–1950) és *Jacques Passard SJ* számos tanulmányt jelentettek meg Szíria és Libanon időjárási és klíma adatairól.

Observatorio de San Miquel

1897-ben, a mai Zimbabwe területén fekvő Bulawayo város jezsuita kollégiumában nyílt meg az első tudományos alapokon működő dél-afrikai meteorológiai állomás, *Edmund Goetz SJ* (1865-1933) vezetésével.

Nagyon fontos megjegyezni, hogy 1893 és 1897 között a Kalocsáról a Zambézi-misszióba került *Menyhárt László SJ* (1849–1897) már számos meteorológiai megfigyelést végzett, amelynek eredményeit Kalocsán több kötetben, német nyelven megjelentették. A Kalocsáról érkezett műszerek a borómai missziós állomás egyik szalmatetős házában nyertek elhelyezést. Az alapeszközöket *Haynald* bíboros anyagi segítségével szerezték be, a psychrométert (száraz-nedves hőmérőt), a légnyomás és hőmérsékletregisztráló készülékeket. A légnyomás regisztrálót a párizsi *Richard Fréres* cégtől vásárolták, az általa mutatott értékeket aneroid barométerrel hitelesítették, az alapetalon pedig egy hypsométer volt, amely a légnyomás abszolút értékét adta. Az állomás műszerkészletét három nagy és hat kisebb hőmérő egészítette ki. A szélirány mérésére szélzászlót állítottak fel. Később az állomást felszerelték a légköri villamosság mérésére alkalmas készülékkel is.

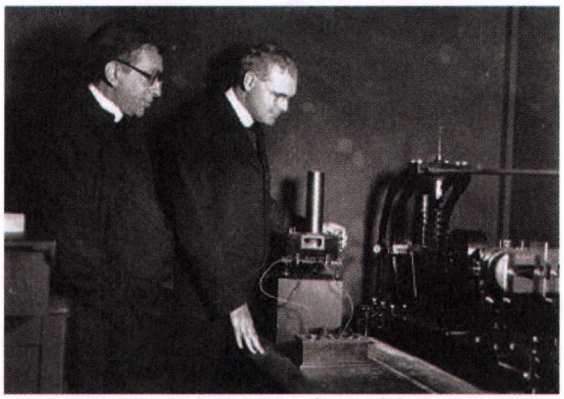
Az indiai szubkontinensen a meteorológiai kutatásokat, *Eugene Lafont SJ* (1837–1908) az indiai meteorológia megalapítója kezdte a kalkuttai kollégiumban, 1862-ben.

Latin-Amerikában az első tudományos igénnyel felszerelt obszervatórium a Havanna melletti Belén jezsuita kollégiumában létesült 1857-ben. *Benito Vines SJ* (1837–1893) elsőként vizsgálta a karibi térséget rendszeresen végigpusztító trópusi viharok természetét, valamint 1875-ben elsőnek sikerült előre jeleznie egy készülő tornádó kitörését és az átvonulási útvonalát megadni.

A dél-amerikai országokban szintén a jezsuiták alapították az első megfigyelő állomásokat. *Pedro Spina SJ* (1839–1925) a mexikói Puebla jezsuita kollégiumában 1879 és 1901 között vezette a meteorológiai megfigyeléseket, de már 1865-ben megjelent az első könyv Mexikó klimatikus viszonyairól. A kolumbiai fővárosban, Bogotában, *Jesús Ramirez SJ* (1904–1983) alapította meg a modern időjárás előrejelző intézetet *Instituto Geofisíco* néven, 1941-ben, amelyben a meteorológiai megfigyelések mellett szeizmológiai kutatásokat is folytatnak. 1934-ben alapították a jezsuiták az argentin San Miguelben, az *Observatorio de Fisica Cósmica* intézetet, ahol az időjárás előrejelzés mellett a főfeladat a naptevékenység megfigyelése, a kozmikus sugárzás és a légköri elektromosság kutatása. A jezsuiták meteorológiai tevékenységét az ecuadori és a kolumbiai kormányok is elismerték, 1865-ben és 1920-ban hivatalos szerződések megkötése után a jezsuita meteorológiai állomásokat a nemzeti előrejelző rendszerbe sorolták.

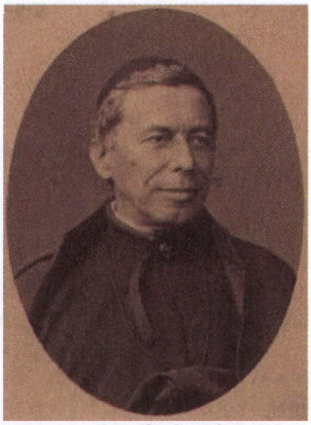
Simon Sarasola SJ (1871–1947) a Nemzeti Kolumbiai Meteorológia Szolgálatot vezette 1920 és 1941 között.

A tudományos szempontból sokkal fejlettebb Észak-Amerika területén is kivették a jezsuiták a részüket a meteorológiai tevékenységből. 1896-ban, a clevelandi (Ohio) John Carroll University obszervatóriumát *Frederick Odonbach SJ* (1857–1933) alapította. Az alapító atya a vihart okozó statikus elektromos zavarok mérésére használt eszközt is feltalált. *Jerome Ricard SJ* (1860–1930), az *„esők atyja"* néven tisztelt professzor alapította a kaliforniai Santa Clara University obszervatóriumát, ahol elsősorban az esők mérésével foglalkoznak, Kalifornia állam időjárásának általános kutatása mellett. Az 1908-ban alapított a Missouri államban Saint Louis Egyetem geofizikai obszervatóriumában meteorológiai és szeizmológiai megfigyeléseket végeznek. Az egyetem geofizikai tanszékét *James Macelwane SJ* (1883–1956) alapította, amely az Egyesült Államok legjobb meteorológusait képezte.



James Macelwane SJ.

A Társaság második korszakában az európai oktatási intézményekben is újból fellendült a meteorológia iránt az érdeklődés. A legrégebbi, 1838-ban alapított Stonyhurst megfigyelő állomást már 1866-ban Nagy-Britannia legjobb hét obszervatóriuma között emlegették. Az intézetet 1869 és 1889 között, *Stephen Perry SJ* (1833–1889) vezette, aki inkább a csillagászati és geomagnetikus kutatásairól ismert, de számos meteorológiai megfigyelést is végzett, elsősorban a Kerguelen szigeteken az Indiai-óceán déli részén vizsgálta az időjárás változásait, valamint híres volt az Angliában megfigyelt *„fekete esők"* kutatása, amely a légkörbe jutott széngázas szennyeződést mutatta ki. Munkája elismerése gyanánt, egyetlen jezsuitaként, a londoni Királyi Társaság tagjának választották. A spanyol jezsuiták a XX. század elején két fontos meteorológiai állomást létesítettek, 1902-ben a granadai Cartuja és 1905-ben a katalán Ebro jezsuita kollégiumaiban. A híres-neves római Collegio Romanóban, 1862 és 1877 között, *Angelo Secchi SJ* (1818–1878) vezette a meteorológiai megfigyeléseket. A hőmérséklet és a légnyomásváltozásokról, a levegő páratartalmáról, az esők mennyiségéről és intenzitásukról, valamint a szélirányokról nyert adatokat egy monográfiában is kiadta, amelyet az 1978-as párizsi világkiállításon aranyéremmel jutalmaztak. A Jersey-szigeti jezsuita kollégiumban, 1893-ban egy szélkutató obszervatóriumot alapítottak.

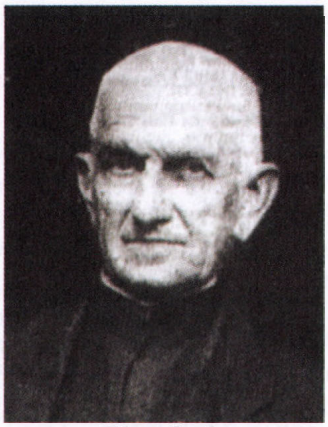


Angelo Secchi

Sajnos a jezsuita kollégiumok meteorológiai obszervatóriumainak többsége a tudomány rohamos haladása, az új drága műszerek és a felszereltség hiánya miatt a XX. század 50-es éveire elavult, ezért bezárták őket. A kínai Zikawei, a kubai Belén és a magyar Kalocsa obszervatóriumait elsöpörte a kommunista hatalom átvétel, a jezsuiták kiűzésével megszűnt az említett kollégiumok tudományos tevékenysége. Néhány jezsuita oktatási intézmény azonban napjainkban is tudományos munkát folytat, mint Ebro (Spanyolország), Manila (Fülöp-szigetek), La Paz (Bolívia), Bogata (Kolumbia), Brebeuf (Kanada), Saint Loius és Weston (Egyesült Államok) meteorológiai intézetei.

Zikawai Obszervatórium személyzete

A kalocsai Haynald obszervatórium meteorológiai tevékenysége



Fényi Gyula

A kalocsai kollégiumban 1870 óta folytak rendszeres meteorológiai megfigyelések. *Schenzl Guidó* (1823–1890) főmeteorológus, 1870. augusztus 28-án kelt levelében felkérte a kollégiumot a kalocsai időjárás vizsgálatára. A kollégium beszerezte a megfelelő műszereket *Haynald*

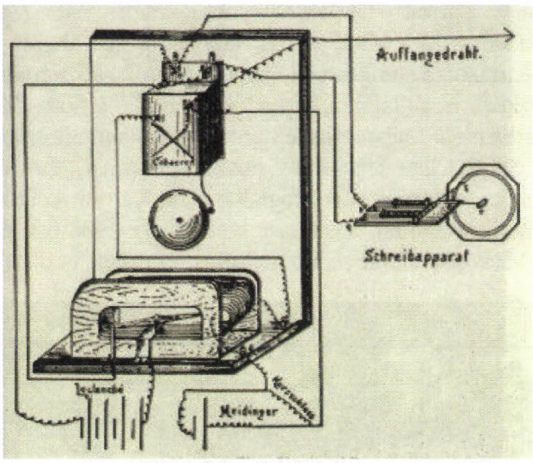
Lajos (1816–1891) bíboros anyagi támogatásával. Az első műszerpark a következő eszközökből állt: szélzászló, szélrózsa, max-min. hőmérő, barométer, normál hőmérő, nagyobb psychrométer ernyő horganyból felakasztási kereszttel, 1/10 m^2-es eső henger és gyűjtőpalack, esőmérő henger. Ezekkel a műszerekkel kezdődtek az észlelések, amelyeket mindig a kollégium mindenkori természettan tanára végzett. A meteorológiai állomást *Hünninger Adolf SJ* (1849–1911) igazgatósága alatt egyesítették a Csillagdával, aki elsősorban a szélviszonyokat vizsgálta, és a rendszeres mérések eredményeit az általa indított kiadvány sorozatban tette közzé.

Amikor *Fényi Gyula SJ* (1845–1927) vette át az Obszervatórium vezetését, a meteorológiai észlelések már másfél évtizede folytak. Mérték a szél irányát, erősségét, a levegő hőmérsékletét. A Nap-kutató jezsuita szerzetes a napsütéses órák számának mérésére egy új eszközt szerkesztett. A szélmérőt, egy Robinson-féle anemométert, a kollégium tetején helyezték el, mintegy 15 méterre emelkedett a város háztetői fölé, így a szél szabadon hozzáférhetett. A korszerű légnyomásmérő, a Richard-féle barográf, amely folyamatosan jegyezte a légnyomás menetét, *dr. Bornemissza Tibor* szatmári püspök, a kollégium egykori diákjának adományaként került az Obszervatóriumba. A készülék segítségével *Fényi* kimutatta, hogy a légnyomás hármas hullámmal írható le.

P. Anghern Tivadar

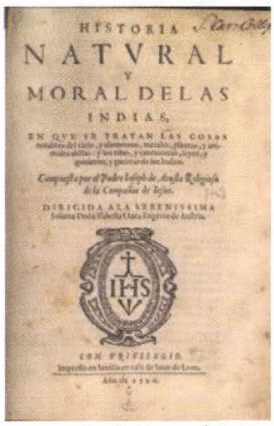
A hőmérséklet-mérés kissé problémásnak bizonyult, az észlelést 14 méter magasságban végezték, ami azonban eltért a talajszinten mérhető értéktől. *Fényi* hasztalan fáradozott, hogy egy megbízható személyt találjon, aki a városon kívül legalább egy évig terminus észleléseket végezzen, hogy ezekből a redukciós faktor megállapítható legyen. Sok új műszert szerzett be, a harmadrendű meteorológiai megfigyelő állomásból, a korszerű műszerek révén, elsőrangú obszervatóriumot szervezett.

Az Obszervatórium, a *Fényi*t követő új igazgató, *Anghern Tivadar SJ* (1872–1952) alatt tovább fejlődött, főként az állami támogatásnak köszönhetően. Mivel az egyre fejlődő ipar és közlekedés – köztük a légi –, egyre megbízhatóbb meteorológiai adatszolgáltatást követelt, a Belügyminisztérium rendelete folyamán az öt pilóta állomás egyikét Kalocsán jelölték ki. A régi, egyébként is felújításra szoruló anemográf helyett újat állítottak fel, egy Sprung-Fuess elektromos készüléket, amely 16 szélirány jelzésére volt alkalmas. Az új meteorológiai eszközt, a tetőgerinc felett, 2,2 méter magason helyezték el, így kivédték a légörvények torzító hatását. A meteorológia terén elsősorban a hosszú észlelési periódusú mérések adatait dolgozták fel. *Anghern Tivadar*t, 1933. április 7-én, az MTA levelező tagjának választotta, a kalocsai széljárást



Fényi-féle viharjelző

feldolgozó székfoglaló értekezésével. A II. világháború után az Obszervatórium vezetését *Tibor Mátyás SJ* (1902–1995) vette át, de a meteorológiai megfigyeléseket *Holovics Flórián SJ* (1903–1988) végezte, a kollégium 1948. július 21-i államosításáig. Sajnálatos módon az államosítás után az Obszervatórium műszereit leszerelték, és tudományos könyvtárával együtt a fővárosba szállították.



José Acosta könyve

Irodalom

Anghern Tivadar SJ 1928: Fényi Gyula SJ. *Az időjárás* 32,33-39

Anghern Tivadar SJ 1946: P. Fényi Gyula SJ meteorológiai irodalmi működésének jegyzéke. *Az időjárás 50*, 97–98

Bíró Bertalan 1942: *A Nap-kutató Fényi Gyula SJ*. Bp., 1942

Fényi Gyula: SJ 1895: Menyhárt László meteorológiai megfigyelései Boromában. *MTA Értesítője 13*, 458–472

Gulyás István: Anghern Tivadar 1991: *Haynald bíboros emlékezete*. Kalocsa. 1991, 17–31

Mojzes Imre 1986: *A kalocsai Haynald obszervatórium története*. Bp., 1986

Riegl Sándor SJ 1902: Levegő-elektromos mérések Kalocsán. *Az időjárás 6*, 155–160

Székely László 1999: A Nap magyar kutatója. *Fényi Gyula és a jezsuita természettudomány*. Bp., 1999

Teres Ágoston SJ 1995: P. Tibor Mátyás. *Provinciánk Hírei* 37. sz. (1995. március-április) 21–22

Tóth Mike SJ 1910: *A kalocsai kollégium 50 éve*. Kalocsa, 1910

Udias, Augustin SJ 1998: Jesuiten und Meteorologie. *Jesuiten. Jahrbuch der Gesellschaft Jesu* (1998) 88–91

KISLEXIKON

POCKET ENCYCLOPAEDIA

aeroszol részecskék

A levegőben, mint közegben szétszórt állapotban előforduló folyékony vagy szilárd halmazállapotú részecskék. Élettartamuk néhány perctől akár több hónapos időtartamig terjedhet a részecskék méretétől és tömegétől függően. Méretük 0,001 és 100 nm közé esik. Az egészségre gyakorolt hatásuk függ a méretüktől, ugyanis a nagyobb méretű szemcsék megakadnak az orrunkban, míg az egészen kicsik lejutnak a tüdő mélyére. A városi aeroszolok összetétele nehezen meghatározható, a részecskékre rátapadnak egyéb szennyezők pl. : PAH-ok, nehézfémek. (*Mészáros Ernő: Az élet meghatározó eleme: az oxigén*)

UV sugárzás

Ultraviola, ultraibolya fény a látható fénynél rövidebb, de a röntgensugárzásnál hosszabb hullámhosszú elektromágneses sugárzás. Hullámhossztartománya 200-400 nanométer, ami a látható és a röntgensugárzás tartománya (0,01-100 nm) közé esik. A latin eredetű ultra, azaz „valamin túl", és az ibolya vagy viola, mint a legrövidebb hullámhosszú látható fény színe szavakból tevődik össze. Magyarra lefordítva ezért ibolyántúli sugárzásnak is mondják.

- közeli UV (380–200 nm, röv. NUV)
  - UV-A (400–315 nm), más néven hosszúhullámú vagy "blacklight" - legmagasabb skála: 10
  - UV-B (315–280 nm), más néven középhullámú - legmagasabb skála: 8
  - UV-C (< 280 nm), más néven rövidhullámú vagy "germicid" legmagasabb skála: 6
- távoli vagy vákuum UV (200–10 nm, röv. FUV v. VUV)
- extrém UV (1–31 nm; röv. EUV vagy XUV)

Hatása:

- UV-A (315-400 nm): A földfelszínre beeső sugárzás legnagyobb része. A többi UV-sugárzáshoz hasonlóan károsítja a kollagén rostokat, hozzájárulva így a bőr öregedéséhez.
- UV-B (280-315 nm): A Napból érkező sugárzás nagy részét elnyeli a Föld ózonrétege. Jótékony hatású az emberi szervezetre, mert elősegíti a csontképződést (D-vitamin képződést).
- UV-C (200-280 nm): teljesen elnyeli a földi légkör, csak az űrbe kilépő embereknek kell az UV-C-re védelmet biztosítani. Baktériumölő, sterilizálásra használják.

(*Mészáros Ernő: Az élet meghatározó eleme: az oxigén*)

hidrogénkötés

A másodrendű kémiai kötések közé tartozó kapcsolat, amely néhány hidrogéntartalmú vegyület, így pl. a víz, az ammónia és számos szerves anyag sajátos viselkedését idézi elő. A víz tulajdonságainak és szerkezetének a vizsgálata vezetett el ahhoz a felismeréshez, hogy az egyik vízmolekulában kovalens kémiai kötéssel kötött hidrogénatom egy másik vízmolekula oxigénatomjához képes kapcsolódni, s így a hidrogénatom a két molekulát összekapcsolja. a hidrogénkötés kialakulására főként akkor nyílik lehetőség, ha a molekulában a hidrogén nagy elektronegativitású atomhoz kapcsolódik, vagyis a kötés erősen poláris. További feltétel még az is, hogy a nagy elektronegativitású atom egy vagy több nem kötő elektronpárral is rendelkezzék, ahová a hidrogénatom kapcsolódhat. A hidrogénkötésnek nagy szerepe van a biokémiailag fontos molekuláknál, polipeptideknél, fehérjéknél, szénhidrátoknál, nukleinsavaknál. A hidrogénkötés energiája kb. tizede az elsőrendű kötések energiájának. A másodrendű kötések közül a legerősebb. (*Mészáros Ernő: Az élet meghatározó eleme: az oxigén*)

verifikálás

Tudományos ellenőrzésnek (verifikációnak) a hipotéziseknek igazságtartalmukra és prediktív erejükre történő tesztelését nevezzük. A tapasztalati tudományokban (pl. a meteorológia) bizonyításra nincs lehetőség. Itt bizonyítás helyett csupán az állítások ellenőrzését (tesztelését, bizonyítás nélküli igazolását) várhatjuk el. A tesztelés az állítást alátámasztó vagy cáfoló tények (továbbá érvek és ellenérvek) szisztematikus feltárását, összegyűjtését és szintézisét jelenti (ennek eszköze többek között az adatgyűjtés,a kísérlet, valamint a logikai vizsgálat is). (*Pátkai Zsolt: Az időjárás-előrejelző Osztályon 2009-ben készült előrejelzések verifikációja*)

jezsuita rend

A jezsuiták a Jézus Társasága katolikus szerzetesrend tagjai. A jezsuita rend alapítója Loyolai Szent Ignác (Íñigo López de Loyola) spanyol szerzetes. Rendalkotmányukat III. Pál pápa 1540-ben hagyta jóvá. A rendalapítás idején terjedő reformáció döntően meghatározta az alakulófélben lévő jezsuita rend szellemiségét. A jezsuiták is az egyház megújulásáért szálltak síkra, de anélkül, hogy elszakadtak volna a katolikus egyháztól, amelyet szerintük a római pápához való hűségük biztosít. A Jézus Társasága jelenleg a katolikus egyház legnagyobb létszámú szerzetesrendje. Világszerte mintegy 20 000 jezsuita él összesen 126 országban. Elsősorban lelkigyakorlatokkal, neveléssel és oktatással, a médiával, valamint szociális és egyéb lelkipásztori munkákkal foglakoznak. Jelmondatuk: *Mindent Isten nagyobb dicsőségére!*, illetve: *A hit szolgálata és az igazságosság előmozdítása.* (*Bikfalvi Géza: A jezsuiták meteorológiai tevékenysége*)

A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG HÍREI

NEWS OF MMT – HUNGARIAN METEOROLOGICAL SOCIETY

Balogh Beáta
Magyar Meteorológiai Társaság, 1181 Budapest, Gilice tér 39., *balogh.b@met.hu*

Rendezvényeink 2011. január 1. és március 31. között
Our programmes between 1 January and 31 March 2011

Január 25

Adamcsek Edit: *Az Ensemble Transform Kálmánszűrő eljárás légköri adatasszimilációban való alkalmazása - The application of the Ensemble Transform Kalman Filter technique at the Hungarian Meteorological Service;*

Jelena Bojarova: *The hybrid Ensemble variational data assimilation scheme in HIRLAM*
(Légkördinamikai Szakosztály rendezvénye)

Február 22.

Kubassek János: *A felfedező barlangász, a világjáró karsztkutató, a múzeumalapító földrajztudós*
Cséke Zsolt filmjének bemutatása
„Életem – utazásaim" - beszélgetés Balázs Dénes geográfusról (Szombathelyi Csoport rendezvénye)

Február 24.

" 2010 éghajlata, időjárása és vízjárása a tényadatok tükrében"

Móring Andrea, Lakatos Mónika, Nagy Andrea, Bihari Zita: *2010 éghajlati értékelése, átlagok és szélsőségek*

Bonta Imre, Kolláth Kornél, Babolcsai György, Ujváry Katalin: *2010 időjárása, különös tekintettel a nagy csapadékokra és más veszélyes jelenségekre;*

Bálint Gábor, Szalai József, Varga György: *Vízjárási események: folyók, tavak és a talajvíz* (OMSZ, MMT és MHT közös előadó ülés)

Március 8.

Tóth Zsombor: *Látogatás a világ ötödik legkisebb országában és vendégeskedés az Adria királynőjénél*
„Tanítványaink a katedrán" program (Szombathelyi Csoport rendezvénye)

Március 22.

Gadányi Péter: *A vulkánkitörések hatása az időjárásra*
(Szombathelyi Csoport rendezvénye)

Március 23.

Meteorológiai Világnap
Az ünnepi beszédek és a díjak átadása után:
Bihari Zita: *Éghajlati ismeretek az élhető mindennapokhoz*
A Világnapról bővebb információ ebben a számban. (OMSZ-MMT közös rendezvény).

Március 23.

Varga-Fogarasi Szilvia: *Az UV-sugárzás mérése és előrejelzése az Országos Meteorológiai Szolgálatnál*
(Róna Zsigmond Ifjúsági Kör rendezvénye)

Március 28.

Jean-Francios Geleyn, a Magyar Meteorológiai Társaság tiszteleti tagja (Co-ordinator and later Programme Manager of ALADIN 1991-2010) *International collaboration on Limited Area Modelling (LAM) over the past decades-*
The example of the ALADIN R&D activities within and envolving pan-European landscape for Numerical Weather Prediction (NWP) - székfoglaló előadás.

Március 31.

60 éves a Debreceni Egyetem Meteorológiai Tanszéke

Tar Károly: *A Meteorológiai Tanszék története*

Szegedi Sándor: *A Meteorológiai Tanszék jelene és jövője*

(DE Meteorológiai Tanszék, MMT Debreceni Csoport, DAB Meteorológiai Munkabizottság közös rendezvénye a Meteorológiai Világnap alkalmából).

2011. első negyedévében felvett tagok névsora

Herman Ákos, Kuntár Roland, Nagy Roland, Paizs István, Polena Balázs, Salamon Jenő, Steierlein Ákos

ÉGHAJLAT A MINDENNAPOKÉRT

METEOROLÓGIAI VILÁGNAP 2011

'CLIMATE FOR YOU'

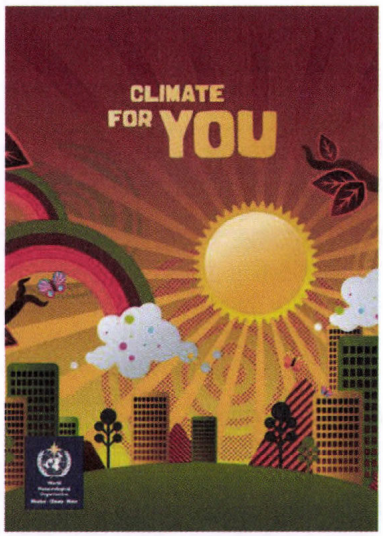
WORLD METEOROLOGICAL DAY' 2011

Móring Andrea
Országos Meteorológiai Szolgálat, H-1525 Budapest, Pf. 38., *moring.a@met.hu*

2011. március 23. Nagy nyüzsgés a Országos Meteorológiai Szolgálat székházának Díszterme körül. Igen, idén is elérkezett a meteorológusok nagy ünnepe: a Meteorológiai Világnap. A Meteorológiai Világszervezet immáron **61**. születésnapját ünnepeltük idén.

WMD'2011 It is the 23th March 2011. Big bustle around the Ceremonial Hall of the headquarters of Hungarian Meteorological Service. Yes, the great celebration of meteorologists has come: the Word Meteorological Day. We celebrated the 61th birthday of the Word Meteorolical Organization.

Az összegyűlteket először Dunkel Zoltán elnök köszöntötte. Mint minden évben, a Meteorológiai Világszervezet idén is egy adott téma köré szervezte a Meteorológiai Világnapot, mely téma idén *„Climate For You"* volt, azaz fordításunkban *„Éghajlat a mindennapokért"*. Erre reflektálva elmondta, hogy az elmúlt évben inkább az időjárás, mint az éghajlat okozott problémákat országszerte, beszédében kiemelte az elmúlt év extrém csapadékviszonyait.



Ahogy elnökünk is utalt rá, az ünneplést valamelyest beárnyékolta a kérdés: „Lehet, hogy jövőre lesz éghajlat, holnap meg időjárás, de kérdés, hogy jövőre lesz-e nemzeti meteorológiai szolgálat?" Köztudott, hogy a Szolgálat működését felügyelő miniszter súlyos, 54%-os támogatási elvonást alkalmazott az OMSZ-szal szemben. A bizonytalanság ellenére Dunkel Zoltán mégis önfeledt ünneplésre bíztatta a jelenlévőket: „Van mit ünnepelnünk, hiszen a nemzeti szolgálat és a katonai meteorológiai szolgálat is teszi a dolgát, és én azt hiszem, hogy jól végezzük a munkánkat, van mire büszkének lennünk." A helyzet komolyságát zárszavai hivatottak ellensúlyozni, Bernard Slade komédiájából idézve: „Jövőre veled ugyanitt."

Az ünnepségen vendégünk volt Rácz András környezet- és természetvédelemért felelős helyettes államtitkár, aki szintén köszöntötte a hallgatóságot. Szavaival a meteorológusokat méltatta, és kifejezte, hogy a miniszterelnök számára fontos a Szolgálat tevékenysége és működése, mint elmondta: „az OMSZ a hazai meteorológia letéteményese".

A helyettes államtitkár a miniszter nevében megköszönte a Szolgálat tevékenységét évtizedek óta segítők munkáját, majd megkezdődött a hagyományoknak megfelelően a díjak átadása.

A díjazottak először a miniszteri kitüntetéseket vehették át.

Schenzl Guidó Díjat kapott:

Posztumusz - Dr. Dévényi Dezső
„A numerikus modellezésben és a statisztikus meteorológia fejlesztésében elért magas színvonalú eredményeiért, iskolateremtő munkájáért."
A díjat Dévényi Dezső özvegye vette át.

Dr. Haszpra László
„A légszennyező anyagok terjedésének és kémiai átalakulásának vizsgálatában elért magas színvonalú eredményeiért, kiemelkedő publikációs tevékenységéért és oktató munkájáért."

Dr. Wirth Endre
„A jégeső-elhárító rendszer létrehozásáért Baranya és Bács megyében, és annak megbízható, hatékony működtetéséért."

A Pro Meteorologia Emlékérmet idei nyertesei:

Dr. Faragó István
„A légkörfizika, meteorológia, klimatológia tudományterületén végzett kimagasló minőségű egyetemi oktatói és kutató munkájáért."

Molnár Károly
„Több évtizedes előrejelzési munkájáért, a jégeső-elhárításban végzett tevékenységéért, a katonameteorológia elismertségének növelésében játszott szerepéért."

Dr. Putsay Mária
„Kiemelkedő – hazai és nemzetközi viszonylatban egyaránt magas színvonalú műhold-meteorológiai kutatási, alkalmazási, ismeretterjesztési tevékenységéért."

Szeibert Tivadarné
„Az OMSZ pénzügyi tevékenységében végzett sokrétű, lelkiismeretes, pontos, megbízható munkájáért."

Miniszteri Oklevelet kapott:

Hodossyné Rétfalvi Rita
„Az elmúlt 16 év alatt az OMSZ informatikai rendszerének kialakításában végzett meghatározó szerepéért, vezetői tevékenységéért."

Kis Kovács Gábor
„A Szolgálat üvegházgáz nyilvántartási tevékenységének vezetéséért, sokrétű tudásáért, melyet a szakma több területén, valamint a nemzetközi kapcsolattartásban eredményesen kamatoztat."
A kitüntetett társadalmi észlelőknek Dunkel Zoltán elnök gratulált.

Társadalmi észlelői kitüntetésben részesültek:

A Hollósi Család (Rinyakovácsi/Csököly)
„A Somogy megyei Rinyakovácsiban 1899-ben létesült először csapadékmérő állomás, melynek vezetését a Hollósi család 1936-ban vette át. 1977-ig Hollósi Sándor, majd lánya, Kántor Józsefné végezte a méréseket, s ezt a feladatot a mai napig ellátja. A család 1992-ben a szomszédos Csökölyre költözött, és ott folytatta a megfigyeléseket. Ebből ered az állomás kettős elnevezése."

A Marics Család (Ják)
„Jákon 1901-ben létesült először csapadékmérő állomás. 1956-ban Marics Gyula erdész vállalta az állomás vezetését. 1968-ban bekövetkezett halála után felesége folytatta a méréseket, 1978-ig. Az utóbbi évtizedekben lánya Molnár Jánosné végzi ezt a feladatot."

Papp Ferencné (Abod)
„Abod községben 1934-től működik csapadékmérő állomás. Az állomás a több mint 70 év alatt háromszor változtatott helyet, de a hosszú adatsor majdnem hiánytalan. Papp Ferencné, 1961-ben vette át a csapadékmérő állomás vezetését."

Perjés Miklós (Szár)
„Szár községben, Tatabánya és Bicske között 1900-ban létesült csapadékmérő állomás. A több mint 100 éves adatsor a II. világháború éveit leszámítva hiánytalan. A létesítéstől számítva, azaz a 110 év alatt 7 munkatársunk végezte a méréseket és megfigyeléseket. Perjés Miklós 1968-ban vette át az állomás vezetését"

A korábbi hagyományoknak megfelelően átadásra került a Szolgálat Tudományos Tanácsa által megszavazott nívódíj is a legjobbnak ítélt publikációért. Az oklevelet Dr. Horváth László, az OMSZ Tudományos Tanácsának elnöke adta át.

A nívódíj idei nyertese:

Dr. Haszpra László
„Az *„Atmospheric Greenhouse Gases: The Hungarian Perspective"* címmel a Springer kiadónál idén megjelent tudományos mű szerkesztői munkájáért, valamint *„Climate variability as reflected in a regional atmospheric CO2 record"* c., a svédországi Tellus folyóirat, 2010. 5. számában megjelent cikkéért."

Az ünnepségen első alkalommal talált gazdára a Dévényi Dezső örökösei és az Országos Meteorológiai Szolgálat által alapított Numerikus Prognosztika Emlékérem. A díjat és az oklevelet a Szolgálat elnöke adta át a kitüntetettnek.

Numerikus Prognosztika Emlékérem első tulajdonosa:

Dr. Havasi Ágnes,
tanársegéd, az ELTE Meteorológia Tanszékének munkatársa.

A díjátadó ceremóniát követően *Konkolyné Bihari Zita,* az Éghajlati Osztály vezetője megtartotta a Világnapon szokásos szakmai előadást. *Éghajlati ismeretek az élhető mindennapokhoz* című prezentációja a Meteorológiai Világszervezet „Climate For You" témájára rímelt. Az előadásban ismertette az éghajlat történelmi szerepét, a WMO tevékenységét az éghajlati területen, illetve az éghajlatváltozás várható hatásait és az ezekre való felkészülés lehetőségeit. Természetesen részletes bemutatásra került hazai vonalon is a klimatológiai tevékenység, kiemelten az OMSZ éghajlati kutatásai, módszerei és szolgáltatásai. Előadását Michel Jarraud elismerő szavaival zárta, aki a 2011-es Világnap alkalmából köszönetet mondott a Meteorlógiai Világszervezet 189 tagállamában dolgozó minden kollégájának, „azoknak tehát, akik érdemben hozzájárultak az „Éghajlat a mindennapokért" valóra váltásához."

A 2011. évi Meteorológiai Napon kitüntettek balról jobbra:
Haszpra László, Rétfalvi Rita, Molnár Jánosné (Ják), Perjés Miklós (Szár) (takarásban), Toplak Ferencné (Kántor Józsefné lánya – Rinyakovácsi/Csököly), Putsay Mária, Kis Kovács Gábor, Szeibert Tivadarné(takarva), Papp Ferencné (Abod), Faragó István, Rácz András helyettes államtitkár, Molnár Károly, Dunkel Zoltán elnök, Wirth Endre

Vincze Enikő, Papp Gabriella szervezők

Bihari Zita előad

Az ünneplők egy csoportja

Haszpra László

Putsay Mária

átveszi a kitüntetését

Molnár Károly

2010/2011 TELÉNEK IDŐJÁRÁSA

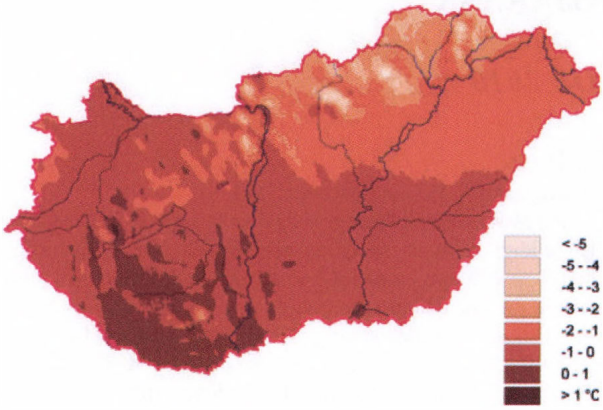
WEATHER OF WINTER 2010/11

Móring Andrea
Országos Meteorológiai Szolgálat, H-1525 Budapest, Pf. 38., *moring.a@met.hu*

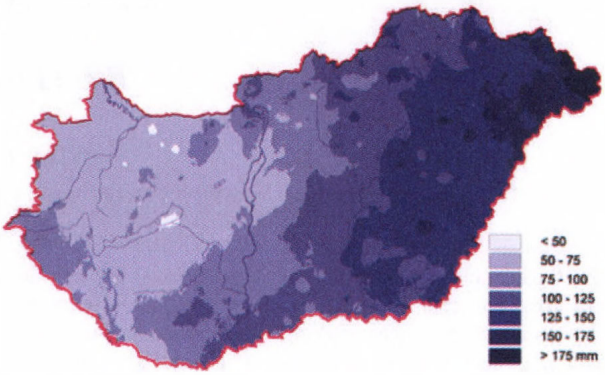
December. Hazánk egész területén hidegebb volt a szokásosnál decemberben. A legnagyobb eltérések (-3 - -4°C) a Duna-Tisza közének északi részén és a Kisalföld területén jelentek meg. Az időszak elején tapasztalt felmelegedés 8-án tetőzött. A felmelegedés időszakában, 7-én megdőlt a napi maximumhőmérséklet rekordja Sellye állomásunkon, ahol 18,5°C-ot mértek. A hónap közepén erőteljes lehűlés volt jellemző, 19-én országos átlagban közel 9,5 °C-kal volt hidegebb a szokásosnál. A hónap végén újabb felmelegedés majd lehűlés követte egymást, mely során először néhány nap alatt mintegy 16 °C-ot nőtt, majd ugyanennyit csökkent a hőmérséklet.
A hideg küszöb napok száma is a szokásosnál hidegebb időjárásra utal. Mind a fagyos, mind a zord, mind a téli napokból többet számoltunk a sokéves átlagnál.
A hónap során mért legmagasabb hőmérséklet:
18,5 °C, *Sellye (Baranya megye), december 7.*
A hónap során mért legalacsonyabb hőmérséklet:
-23,7 °C, *Martonvásár (Fejér megye), december 19.*
A Dunántúlon a havi csapadékösszegek decemberben a sokéves átlag alatt maradtak, míg a Tiszántúlon az átlag kétszeresét meghaladó összegek rajzolódtak ki. Kiemelkedő, 10 mm-t meghaladó csapadékösszeg országos átlagban a hónap első napján, illetve 25-én volt jellemző.
A hónapban átlagosan 16 napon hullott csapadék az ilyenkor szokásos 11 helyett, és ebből 11 napon havazott, a sokéves átlagnál 6-tal többször.
A hónap legnagyobb csapadékösszege:
136,2 mm, *Sonkád (Szabolcs-Szatmár-Bereg megye)*
A hónap legkisebb csapadékösszege:
27,9 mm, *Vértesketheły (Komárom-Esztergom megye)*
24 óra alatt lehullott maximális csapadék:
55,4 mm, *Újfehértó (Szabolcs-Szatmár-Bereg megye), december 1.*

Január. Az ország túlnyomó részén az átlagosnál 1 °C-kal vagy annál is enyhébb volt az idei január. A napi középhőmérséklet országos átlagban a hónap felében, 7-étől 21-éig a sokéves átlag fölött volt. A legmelegebb nap 14-e volt, amikor a hőmérséklet a 6 °C-ot is meghaladta, az anomália pedig közel +9 °C volt. Egy nappal később megdőlt a napi maximum hőmérsékleti rekord, Szombathelyen 13,6 °C-ot mértünk.
Az enyhébb időjárás hatására a hideg küszöbnapokból is rendre kevesebb volt: 22 fagyos nap volt, 3-mal kevesebb a szokásosnál, 2 zord nap, mely az átlagnak éppen a fele, valamint eggyel kevesebb, összesen 10 téli napot számoltunk.
A hónap során mért legmagasabb hőmérséklet:
15,8 °C, *Sellye (Baranya megye), január 9.*
A hónap során mért legalacsonyabb hőmérséklet:
-18,7 °C, *Zabar (Nógrád megye), január 29.*
Szinte az egész ország területén kevesebb csapadék hullott a szokásosnál ebben a hónapban, a Dunántúlon az értékek a sokéves átlag felét sem érték el. Országos átlagban kiemelkedő csapadékösszeg 19-én volt jellemző, a mért napi csapadékösszeg ezen a napon nyom és 11 mm között alakult, a nagyobb értékeket elsősorban az északkeleti országrészben regisztráltuk, de a Dél-Dunántúlon is előfordultak 8 mm körüli összegek.
A hónap legnagyobb csapadékösszege:
46,1 mm, *Sárospatak (Borsod-Abaúj-Zemplén megye)*
A hónap legkisebb csapadékösszege:
3,2 mm, *Kisbárapáti (Somogy megye)*
24 óra alatt lehullott maximális csapadék:
15,8 mm, *Alsószentmárton (Baranya megye), január 19.*

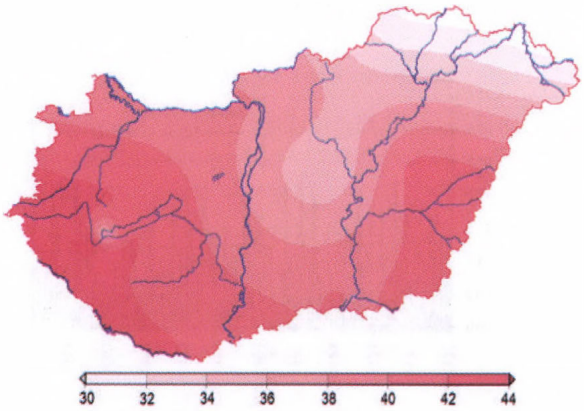
Február. Országszerte hidegebb volt a február a szokásosnál. A hónap intenzív, mintegy 8 °C-os felmelegedéssel kezdődött. Országos átlagban a 6-a volt a legmelegebb, amikor több mint 4 °C-os átlaghőmérséklet uralkodott hazánkban. Ezen a napon volt a legnagyobb pozitív hőmérsékleti anomália is, mintegy +4 °C. Ezt követően két hét ingadozás után 19-én hasonlóan markáns lehűlés kezdődött, mely során a középhőmérséklet -5 °C közelébe süllyedt. A negatív anomália ezen a napon volt a legnagyobb, közel -7 °C. Ezután a hónap végéig tartó, lassú enyhülés indult.
A téli félévre jellemző hőmérsékleti küszöbnapok közül a fagyos napok száma volt figyelemreméltó, összesen 25-öt számláltunk belőle a hónap során, 5-tel többet a szokásosnál.
A hónap során mért legmagasabb hőmérséklet:
19,3 °C, *Máza (Baranya megye), február 7.*
A hónap során mért legalacsonyabb hőmérséklet:
-15,5°C, *Bakó (Borsod-Abaúj-Zemplén megye), február 1.*
A február általában a legszárazabb hónap az évben, de az idei február még a szokásosnál is szárazabban alakult. Kis kivétellel az ország szinte teljes területén kevesebb csapadék hullott a szokásosnál, Somogy megye északi részében a sokéves átlag 10%-ánál is kisebb alacsonyabb csapadékösszeg volt jellemző. Csupán egy napon, 24-én hullott említésre méltó mennyiségű csapadék, országos átlagban 4 mm. A csapadék ezen a napon hó formájában érkezett, és csak a keleti országrészre korlátozódott.
A szokásos 9 csapadékos napnál 3-mal kevesebbet számoltunk ebben a hónapban, és ezek közül minden nap havazás volt a csapadék meghatározó alakja.
A hónap legnagyobb csapadékösszege:
33,7 mm, *Csárdaszállás (Békés megye)*
A hónap legkisebb csapadékösszege:
1,7 mm, *Hidasnémeti (Borsod-Abaúj-Zemplén megye)*
24 óra alatt lehullott maximális csapadék:
22,7 mm, *Szeged Kiskundorozsma (Csongrád megye), február 24.*



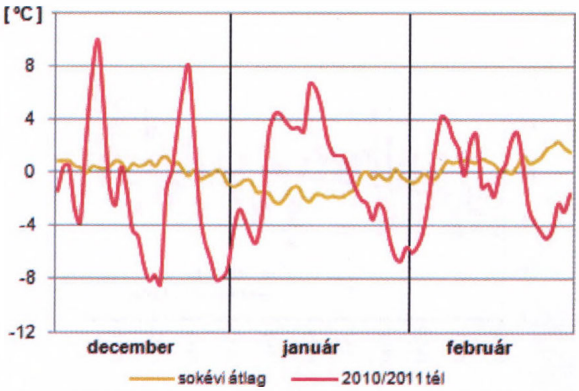
1. ábra: A tél középhőmérséklete (°C)



2. ábra: A tél csapadékösszege (mm)



3. ábra: A tél globálsugárzás összege (kJ/cm²)



4. ábra: A tél napi középhőmérsékletei és a sokéves átlag (°C)

2010/11. tél időjárási adatainak összesítője

Állomás	Napsütés (óra)		Hőmérséklet (°C)						Csapadék (mm)			Szél
	Évsz. össz.	Eltérés	Évsz. közép	Eltérés	Max.	Napja	Min.	Napja	Évsz. össz.	Átlag %-ban	1mm < napok	Viharos napok
Szombathely	170	-33	0,0	0,5	16,8	2009.12.25	-19,4	2009.12.20	131	153	21	4
Nagykanizsa	-	-	0,5	0,5	18,0	2009.12.25	-20,3	2009.12.21	166	130	26	5
Siófok	163	-38	0,1	-0,1	16,0	2009.12.25	-15,5	2009.12.20	174	150	28	9
Pécs	147	-72	0,5	0,3	19,5	2009.12.25	-16,3	2009.12.21	183	159	34	9
Budapest	169	-18	0,0	0,1	13,5	2009.12.25	-17,3	2009.12.21	174	169	32	5
Miskolc	129	-17	-0,8	0,8	11,3	2009.12.25	-18,7	2009.12.21	212	233	34	1
Kékestető	101	-159	-3,6	0,1	8,8	2009.12.25	-15,6	2009.12.21	315	195	37	20
Szolnok	101	-95	0,5	0,6	15,8	2009.12.25	-18,0	2009.12.21	154	166	30	0
Szeged	143	-56	0,9	0,9	16,5	2009.12.25	-17,2	2009.12.20	188	203	33	7
Nyíregyháza	-	-	-0,3	0,9	13,7	2009.12.01	-16,4	2009.12.21	137	150	26	7
Debrecen	135	-46	0,4	1,3	16,2	2009.12.01	-19,7	2009.12.21	143	129	25	1
Békéscsaba	152	-43	1,4	1,9	16,2	2009.12.25	-16,9	2009.12.21	169	145	28	1

A 2010. ÉV IDŐJÁRÁSA

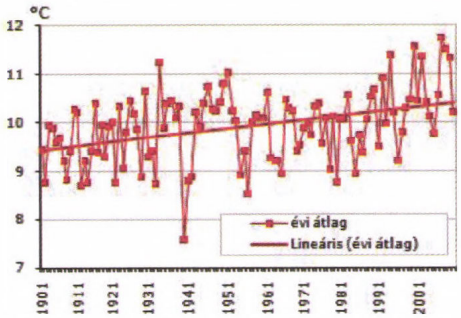
WEATHER OF 2010

Móring Andrea
Országos Meteorológiai Szolgálat, H-1525 Budapest, Pf. 38., *moring.a@met.hu*

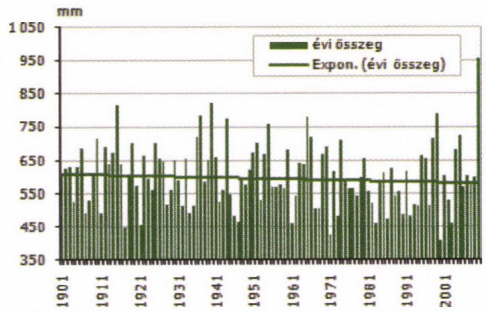
A 2010-es év elsősorban rendkívüli csapadékával írta be magát Magyarország éghajlatának történetébe, de számos, emlékezetünkben még sokáig megmaradó időjárási esemény tette mozgalmassá az elmúlt esztendőt. Ezek közül néhányat kiemelve feltétlen említést érdemelnek a május és június hónapok főszereplői, a Zsófia (2010. május 15-18.) és Angéla (2010. május 31. – június 4.) ciklonok, az augusztus 16-i mezőkövesdi és diósjenői tornádók, vagy a november 27-i tapadó havas helyzet, amikor a lerakódott hóréteg súlya alatt vezetékek szakadtak el, oszlopok dőltek le.

Az éves csapadékösszeg, ahogy az a *2. ábrán* is látszik, minden eddigi összeget magasan túlszárnyalt. Országos átlagban 2010-ben 959 mm csapadék hullott, mely több mint 130 mm-rel haladja meg az eddigi rekordot, az 1940-es 824 mm-es éves hozamot. Ilyen csapadékos év jó közelítéssel 3 tízezred valószínűséggel fordul elő. Az illesztett exponenciális trend alapján gyenge csökkenés rajzolódott ki az elmúlt 110 évben, míg az 1981-2010-es időszakban szignifikáns, mintegy 25%-os növekedés volt jellemző.

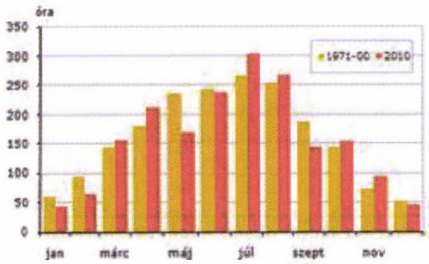
Napfénytartam. 2010-ben országos átlagban mintegy 1885 órán át sütött a nap, mely csupán 2%-kal maradt el az 1971-2000-es átlagértéktől. A havi napfénytartam-összegek közül (*3. ábra*) a



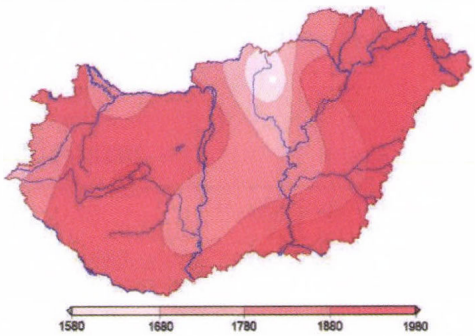
1. ábra Az országos évi középhőmérsékletek 1901 és 2010 között (15 állomás homogenizált, interpolált adatai alapján)



2. ábra Az országos évi csapadékösszegek 1901 és 2010 között (58 állomás homogenizált, interpolált adatai alapján)



3. ábra A napsütéses órák száma 2010-ben és 1971-2000 között



4. ábra A napsütéses órák száma 2010-ben

Hogy elsődleges képet kapjunk az elmúlt év rendkívüliségéről, először hőmérsékleti és csapadékviszonyait vetjük össze a megelőző 109 év értékeivel. Hőmérséklet szempontjából a 2010-es év átlagos volt, a 39. legmelegebbnek bizonyult (*1. ábra*). Az illesztett trend alapján az éves középhőmérséklet országos átlagban ebben az időszakban mintegy 0,98 °C-ot emelkedett. Ha az utolsó 30 évet vizsgáljuk, ugyanez a különbség +1,17 °C-nak adódik.

legnagyobb érték a sokéves átlagnak megfelelően júliusban jelentkezett, a legkisebb januárban, ami viszont általában decemberben jellemző.

További különbség az éves menetben a májusban és szeptemberben megjelenő törés. A két hónap szokatlanul alacsony napfénytartama a rendkívül csapadékos hónapok borús időjárásával magyarázható.

Hazánkban a sokéves átlagot tekintve a napfénytartam területi eloszlását északnyugat - délkelet irányú növekedés jellemzi, éves összege mintegy 1750 és 2050 óra között változik. Ehhez képest az elmúlt évben a legkevesebb napsütést a Duna-Tisza-köze

élvezte (*4. ábra*). A legborultabbnak 1580 óránál alacsonyabb napfénytartammal a Mátra térsége bizonyult, Kékestető állomásunkon 1575 órát regisztráltunk. A legtöbb napfényes óra az ország keleti felében rajzolódott ki, a legnaposabb állomás Szeged külterület volt 2034 órával.

Hőmérséklet. Homogenizált, interpolált adatok alapján a havi középhőmérsékleteket tekintve 5 hónapban tapasztaltunk negatív és 7 hónapban pozitív anomáliát, ami összességében éves szinten 0,2 °C-os pozitív eltérést eredményezett. Abszolút értékben legnagyobb eltérés novemberben volt jellemző, amikor 3,8 °C-kal volt melegebb az átlagosnál. Fontos megjegyezni, hogy bár a 2010-es év hőmérsékleti szempontból Magyarországon átlagosnak bizonyult, a WMO becslése alapján 2010 globálisan a legmelegebb év volt holtversenyben az 1998-as és 2005-ös évekkel.

Az év első hónapjában időjárásunk hidegebb volt a szokásosnál, az ország területének túlnyomó részét negatív hőmérsékleti anomália jellemezte. A hónap első felében néhány naptól eltekintve átlag fölötti napi középhőmérsékletek jelentkeztek, majd a hónap második felében több napon keresztül szibériai anticiklon alakította hazánk időjárását, és ennek megfelelően 20-ától egészen a hónap végéig az átlagosnál alacsonyabb értékek jellemezték az országos átlaghőmérsékletet.

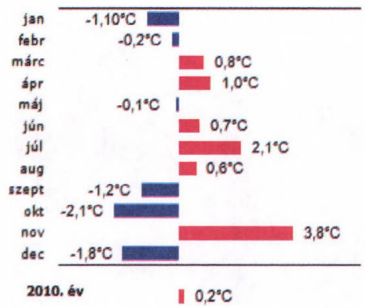
A márciusi időjárás az ország nagy részén az ilyenkor szokásosnál kissé melegebb volt. Az első tavaszi hónap az ilyenkor megszokottnál melegebb idővel érkezett, majd az országos átlagban vett napi középhőmérséklet 3-án a sokévi átlag alá süllyedt, és egészen 17-ig alatta is maradt. Az ezután kezdődő melegedés következtében a hőmérséklet a hónap második felében már újra meghaladta a szokásos értéket.

Az április az ország nagy részén a szokásosnál kissé melegebbnek bizonyult, az eltérés általában +0,5 és +1 °C között volt. Az országos átlagban vett napi középhőmérsékletben 2-3 napos felmelegedési és lehűlési időszakok váltották egymást. Ennek megfelelően az anomália is nagy ingadozást mutatott.

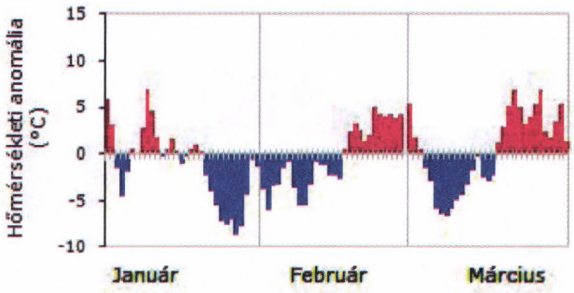
Időjárásunk májusban az átlagosnál hűvösebb volt. Míg a hónap elején az átlagoshoz képest +4 °C-os anomália jelentkezett, a hónap közepére jelentősen visszaesett a hőmérséklet. Átmeneti felmelegedés után, az újabb lehűlés hatására a hónap utolsó napjára az értékek újra a sokéves átlag alá süllyedtek.

Június elején folytatódott az átlagosnál jóval hűvösebb időjárás, de a gyors és folyamatos melegedésnek köszönhetően 6-án már az átlag fölé emelkedett a napi középhőmérséklet, és 19-ig fölötte is maradt. A meleg periódus csúcspontja 12-e volt, ekkor megdőlt a napi hőmérsékleti rekord is, Kelebia állomásunkon 35,8 °C-ot mértünk. 19-e után átmenetileg átlag alatti volt a napi középhőmérséklet, 26-án azonban ismét felmelegedés kezdődött, és a hónap már a szokásosnál melegebb napokkal búcsúzott.

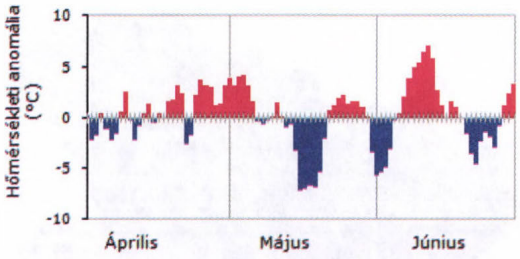
A júliusi középhőmérséklet hazánkban mindenhol meghaladta az ilyenkor szokásos értékeket, a legnagyobb eltérés, közel +3 fok az északnyugati országrészben volt jellemző. A hónap nagy részében átlag fölötti volt a napi középhőmérséklet, ez alól kivételt csupán a 4-8. és a 25-31. közötti időszakok képeztek. A kánikula csúcsán, 17-én mértük a hónap és egyben az év legmagasabb hőmérsékletét is, 36,8 °C-ot Paks állomásunkon.



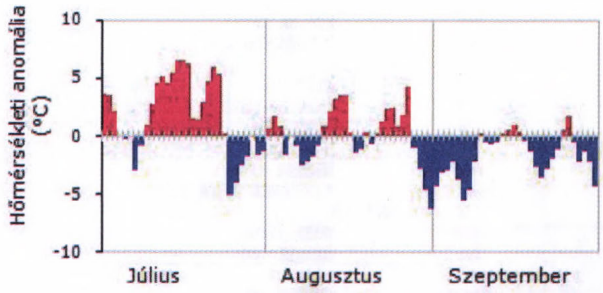
5. ábra Az országos havi középhőmérséklet eltérése a sokévi (1971-2000-es) átlagtól 2010-ben (15 állomás homogenizált, interpolált adatai alapján)



6. ábra Napi országos középhőmérsékletek eltérése az (1971-2000) átlagtól, 2010. január,február,március



7. ábra Napi országos középhőmérsékletek eltérése az (1971-2000) átlagtól, 2010. április, május,június

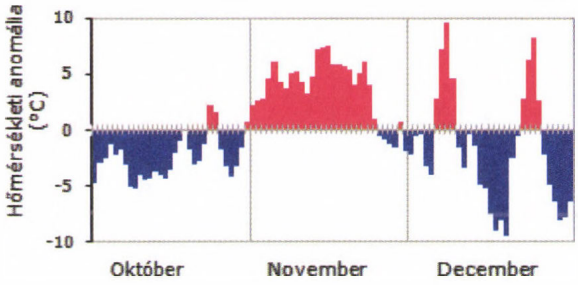


8. ábra Napi országos középhőmérsékletek eltérése az (1971-2000) átlagtól, 2010. július, augusztus, szeptember

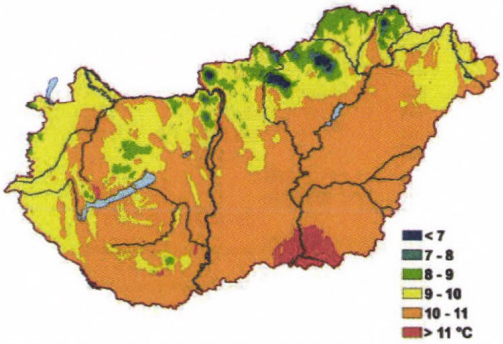
Augusztusban a havi középhőmérséklet hazánk jelentős részén meghaladta az ilyenkor szokásos értékeket. Az első napokban a szokásosnál melegebb volt, de a 2-án kezdődött lassú lehűlés következtében a napi középhőmérséklet országos átlaga 4-én már a sokévi átlag alá csökkent. Augusztus 11-től újra pozitív anomália volt jellemző, mely kisebb megszakításokkal 28-áig tartott. A hónap utolsó napjaiban azonban jelentősen visszaesett a hőmérséklet, 31-én országos átlagban már mintegy 6 fokkal volt hidegebb, mint a sokévi átlag.

ember elejétől kezdve egészen 24-éig az országos napi középhőmérséklet magasabb volt a sokéves átlagnál. A legmelegebb nap 5-e volt (12 °C), de a legnagyobb különbség mégis 15-én jelentkezett (+7,5 °C). 22-én markáns lehűlés kezdődött, mely a hónap végére már átlag alatti értékeket eredményezett.

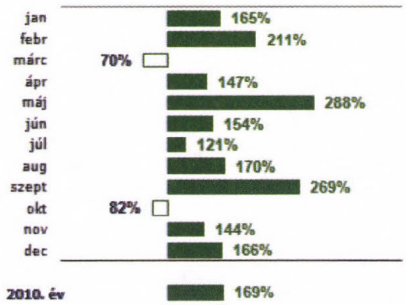
Decemberre visszatért a szokásosnál hidegebb időjárás. Az időszak elején tapasztalt felmelegedés 8-án tetőzött. A felmelegedés időszakában, 7-én megdőlt a napi maximumhőmérséklet rekordja Sellye állomásunkon, ahol 18,5°C-ot mértek. A hónap



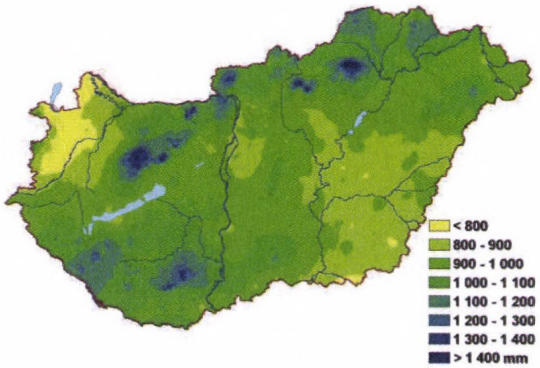
9. ábra Napi középhőmérsékletek eltérése az (1971-2000) átlagtól



10. ábra 2010. évi középhőmérséklet (°C)



11. ábra
Havi csapadékösszegek 2010-ben az 1971-2000-es normál százalékában



12. ábra
A 2010. évi csapadékösszeg

Szeptemberben folytatódott az átlagosnál hűvösebb napok sora. Az országos napi középhőmérséklet csupán néhány napon érte el, illetve emelkedett az átlag fölé. Minimumát 6-án érte el, amikor egy magassági hidegörvény okozott az ilyenkor szokásosnál több mint 5 °C-kal hűvösebb időjárást.

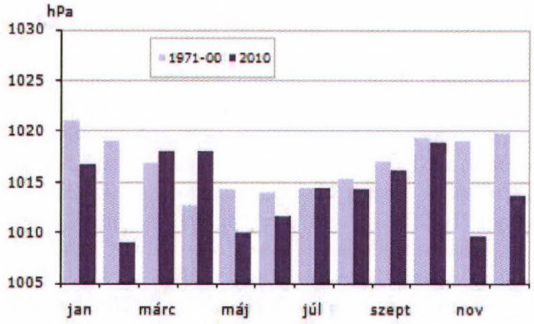
Országszerte több fokkal hűvösebb volt a szokásosnál az október is. Az országos napi középhőmérséklet szinte egész hónapban az 1971-2000-es átlag alatt maradt, a legnagyobb különbség 9-én jelentkezett, mintegy -5 °C. Csupán 24-én és 25-én volt melegebb a szokásosnál, amikor melegfronti hatásra átmenetileg erősödött a nappali felmelegedés. A 28-ától kezdődő hőmérséklet-emelkedés a hónap utolsó napjára szintén átlag körüli értéket eredményezett.

Az átlagosnál hűvösebb szeptember és október után több fokos pozitív havi hőmérsékleti anomáliával ért véget az ősz. Nov-

közepén erőteljes lehűlés volt jellemző, 19-én országos átlagban közel 9,5 °C-kal volt hidegebb a szokásosnál. A hónap végén újabb felmelegedés majd lehűlés követte egymást, mely során először néhány nap alatt mintegy 16 °C-ot nőtt, majd ugyanennyit csökkent a hőmérséklet.

Az éves középhőmérséklet területi elrendeződése (*10. ábra*) nem tért el jelentősen a szokásostól: kirajzolódtak középhegységeink, és valamelyest az észak-déli növekvő tendencia is megfigyelhető volt. 10-11 °C jellemezte az ország nagy részét, ennél alacsonyabb értékek a magasabban fekvő területeken fordultak elő, a Mátrában és Bükkben 7 °C alatti átlaghőmérsékletek is megjelentek. 11 °C-nál melegebb csupán a Tisza déli vidékén uralkodott.

Hőmérsékleti küszöbnapok tekintetében változatosan alakult az elmúlt esztendő. A hideg küszöbnapokból rendre többet számláltunk: fagyos napból 97-et, eggyel többet a sokéves átlagnál; zord napból 13-at a szokásos 9 helyett; téli napból pedig 35-öt, 10-zel többet a megszokottnál. A nyári félév küszöbnapjai közül a nyári napokból kevesebb fordult elő 2010-ben, országos átlagban 65 a szokásos 75 helyett. Az 1 forró napunk igazodott a sokéves átlaghoz. Hőség napok tekintetében országos átlagban 3-mal többet, 23-at számoltunk, de területi eloszlását tekintve különösen az ország délkeleti felében 30-nál, sőt 40-nél több is előfordult az



13. ábra A tengerszinti légnyomás havi átlagai Budapest-Pestszentlőricen 2010-ben

évben.

Csapadék. A 2010-es csapadékviszonyok rendkívüliségéről tanúskodik a *11. ábra*. Csupán két hónapban, márciusban és októberben maradt a csapadékösszeg a szokásos érték alatt. A legtöbb hónapban másfélszerest megközelítő vagy azt meghaladó értékek jelentkeztek. A legkiugróbb a májusi, közel háromszoros összegével, de nem sokkal marad el mögötte a szeptemberi, amikor az átlag több mint két és fél szerese hullott le. Éves szinten mindez 169%-ot eredményezett, azaz több mint a sokéves átlag másfélszeresét.

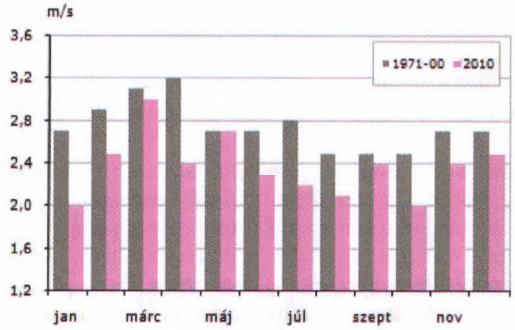
A májusi összeg rekordnak bizonyult, mintegy 50 mm-rel haladta meg az 1939-es 126 mm-es rekordot. A kiemelkedő szeptemberi csapadékösszeg pedig egy második helyhez volt elég, a 2010-es 126,6 mm csupán 6 mm-rel maradt el az 1996-os szeptemberi rekord mögött.

Az éves csapadékösszeg nemcsak országos átlagban dőlt meg, hanem állomási viszonylatban is, Miskolc-Lillafüred-Jávorkút állomásunkon 1555 mm csapadék hullott az elmúlt évben. Ahogy a térképen is látszik (*12. ábra*), a Mátrán kívül jelentős mennyiségű, 1300 mm-t meghaladó csapadék volt jellemző a Bükkben, valamint a Bakony és a Mecsek térségében is. Az éves csapadékhozam területi elrendeződése követi a szokásos képet: középhegységeink kirajzolódnak, az Alföld és a Kisalföld területei a legszárazabbak, ám értékeiben a szokásos 500-800 mm-t jelentősen meghaladta, 2010-ben többnyire 800-1400 mm csapadék hullott.

Januárban az ország nagy része csapadékosabb volt a vártnál, általában a szokásos mennyiség 120-240%-a hullott országszerte. A csapadék általában hó formájában érkezett, esőről csak azon a néhány napon érkezett jelentés, amikor pozitív átlaghőmérséklet jellemezte hazánkat. A legcsapadékosabb nap 30-a volt, ekkor Recsk állomásunkon 42 mm csapadékot mértünk, mellyel megdőlt a napi csapadékösszeg rekord. A hóvégi erőteljes havazás hatására többfelé rendkívül vastag hótakaró alakult ki. Gönci állomásunkon január 30-ról 31-re virradóra mintegy 45 cm-nyi friss hó hullott. Ilyen intenzív havazásra ezen a napon a mérések óta még nem volt példa.

Csapadékosabb volt a megszokottnál februárban is az ország túlnyomó része, különösen az Alföld, ahol helyenként a sokéves átlagos havi csapadékösszeg több mint háromszorosa is előfordult. Február 16-ig minden nap kaptunk jelentést havazásról, majd a felmelegedéssel párhuzamosan a hónap végére fokozatosan az eső lett a csapadék meghatározó formája.

Márciusban a havi csapadékösszeg hazánk területén többnyire elmaradt az ilyenkor szokásos értéktől, helyenként a sokévi átlag



14. ábra A szélsebesség havi átlagai Budapest-Pestszentlőricen 2010-ben

30-40%-át sem érte el. A legcsapadékosabb időszak március 10-11-e volt, illetve a hónap utolsó két napja. A hónap második harmadában több helyről jelentettek havazást, a lehullott hó mennyisége azonban általában nem volt jelentős.

Az áprilisban lehullott csapadék mennyisége az ország nagy részén meghaladta az ilyenkor szokásos értéket, több helyen 2,5 - 3-szoros havi összeg is előfordult. Az április 12-14. közötti időszakban országos átlagban naponta 10-12 mm körüli csapadék hullott. 12-én Királyszállás Várpalota állomásunkon 62,5 mm csapadékot mértünk, mely ezen a napon rekordnak bizonyult.

A májusi rengeteg eső elsősorban a Zsófia ciklon átvonulásához köthető. Zsófia május 15-18. között borzolta a kedélyeket hazánkban bőséges csapadékával. A legcsapadékosabb régió a Dunántúli-középhegység volt, a Bakonyban a havi összeg a 360 mm-t is átlépte. Az ország nagy részén a májusi csapadék az ilyenkor szokásos érték háromszorosa fölött volt. A legmarkánsabb különbség a Bakonyban jelentkezett, itt az átlag mintegy ötszöröse is előfordult. A legcsapadékosabb nap 15-e volt. Az eddigi május 15-én mért 74,2 mm-es rekordnál 2010. május 15-én 30 állomásunkon mértünk nagyobb összeget. A két legnagyobb értéket Bakony Kőrishegyen és Bakonybélben mértük, 157 és 146 mm-t. A kőrishegyi érték az eddig mért legnagyobb májusi csapadékösszegnek bizonyult.

Júniusban is jelentős csapadék hullott országszerte, de a májusi értékekhez képest alacsonyabb, túlnyomóan 200 mm alatti összegeket regisztráltunk. A legnagyobb összegek a Dunántúli-dombság és a Mecsek térségében jelentkeztek, ezeken a területeken az ilyenkor szokásos csapadékmennyiség több mint két és félszerese volt jellemző. A legtöbb eső a hónap első napjaiban esett, de kiemelkedően csapadékos volt a 16. és 21. közötti időszak is. A jellemző csapadékrekord három napon is megdőlt: 1-jén, 20-án és 21-én.

Az ország nagy részén a július is csapadékosabb volt a szokásosnál. A havi csapadékösszeg az északkeleti országrészben a sokévi átlag kétszerese, sőt a Nyírségben helyenként a négyszere-

se volt. Különösen a hónap második fele volt esős, a napi rekord 15-én és 24-én is megdőlt. 15-én Kőszegen 93,7 mm, 24-én Nyírlugoson 106,8 mm csapadékról érkezett jelentés.

Az augusztusi csapadékösszeg a Dunántúl nagy részén meghaladta a sokévi átlag 1,5-szeresét, de helyenként a 2,5-szeresét is elérte. Az országos átlagban vett napi csapadékösszeg több napon is megközelítette vagy túllépte a 10 mm-es határt. A legtöbb eső 6-án esett, a második legcsapadékosabb nap pedig 13-a volt. Ez utóbbi alkalommal a napi csapadékösszeg rekordja is megdőlt, Celldömölk állomásunkon 87,5 mm-es összeget mértünk.

Szeptemberben a havi csapadékösszeg országszerte több volt az ilyenkor szokásosnál, a Duna-Tisza közének déli részén a szokásos mennyiség négyszerese, sőt ötszöröse is előfordult. 10-e volt a legcsapadékosabb nap, amikor mintegy 24 mm eső esett országos átlagban. Ezen a napon Parád Óhuta állomásunkon megdőlt a napi csapadékösszeg rekordja is, itt 100,5 mm-t mértek.

Hazánk nagy részét a szokásosnál szárazabb időjárás jellemezte az októberben, különösen az északkeleti országrészt, ahol az átlagos csapadékmennyiség alig egy ötöde hullott le ebben a hónapban. 14 napon egyáltalán nem regisztráltunk csapadékot mérőhálózatunkban. Kiemelkedő mennyiség 15-én jelentkezett, amikor egy mediterrán ciklon átvonulásával 20 mm körüli összegek hullottak az ország északnyugati felében, illetve Pest és Baranya megyében. Ebben a hónapban esett le az első hó, 21-én jelentettek először havazást Csaroda és Telkibánya állomásunkról is.

A novemberi csapadékösszeg az ország túlnyomó részén átlagosnak bizonyult. Kimagasló napi csapadékösszegek jellemezték az országos csapadékviszonyokat 22-én és 28-án. 22-én Kékestető állomásunkon 62 mm eső hullott, mellyel a mérőhelyen megdőlt a napi csapadékrekord. 28-án Hidegkúton is megdőlt a napi csapadékrekord, 52 mm csapadékról érkezett jelentés.

A Dunántúlon a havi csapadékösszegek decemberben a sokéves átlag alatt maradtak, míg a Tiszántúlon az átlag kétszeresét meghaladó összegek rajzolódtak ki. Kiemelkedő, 10 mm-t meghaladó csapadékösszeg országos átlagban a hónap első napján, illetve 25-én volt jellemző. A hónapban átlagosan 16 napon hullott csapadék, ebből 11 napon havazott.

A csapadékviszonyokat jól jellemezhetjük a csapadékmennyiség mellett a csapadékos küszöbnapok számával is. Országos átlagban a 2010-es évben mindegyik küszöbnapból többet számoltunk az 1971-2000-es átlaghoz képest, mely szintén a csapadékviszonyok rendkívüliségéről tanúskodik.

Országos viszonylatban a szokásosnál 32-vel többször, összesen 145 napon hullott csapadék, ebből 36 napon hó formájában az átlagos 13 helyett. A legtöbb csapadékos napot, 19-et májusban számoltuk, mely 8-cal több az ilyenkor szokásosnál. Kiemelkedett a szeptemberi érték is, holott ez a hónap a legtöbb száraz nappal bíró hónapok közé tartozik. Az elmúlt év szeptemberében az átlagnál 6-tal több, 14 napon esett. Az év utolsó hónapja képezte a másodmaximumot, decemberben a szokásos 10 napnál 5-tel többször hullott csapadék.

A mezőgazdasági szempontból mérvadó 5 mm-nél nagyobb csapadékmennyiség országos átlagban tavaly 61 napon fordult elő, ami 23-mal több az 1971-2000-es normálértéknél. A maximumot, ahogy az összes többi küszöb esetében, itt is a május hozta.

Légnyomás. A pestszentlőrinci mérések alapján (*13. ábra*) 2010-ben a ciklonaktivitás, melyre az alacsony nyomási értékek utalnak, februárban és novemberben volt a legintenzívebb, holott általában az április szokta mutatni a legalacsonyabb átlagos nyomási értéket. A májusi ciklonaktivitásról tanúskodik a szintén alacsony 1010 hPa is. A szokásoshoz képest kiemelkedően nagy nyomás, azaz anticiklonális helyzet jellemezte az áprilist. Hasonlóan magas nyomás jelentkezett márciusban és októberben is, de ebben a két hónapban ezek az értékek átlag körülinek számítanak. A maximum általában januárban jelentkezik, 2010-ben viszont ez októberre esett.

Szél. A havi átlagos szélsebesség éves menetében (*14. ábra*) általában áprilisban jelentkezik a maximum, míg a legalacsonyabb értékeit augusztus és október között veszi fel. 2010-ben a március bizonyult a legszelesebbnek, míg az áprilisi átlagszél jelentősen elmaradt a szokásostól. Az elmúlt év értékei közül kiemelkedik még a május és a szeptember, de sokéves viszonylatban mindkét hónap átlagosnak bizonyult. A lőrinci mérések alapján ez az év csendesebb volt, mint a szokásos, de ha egész hazánk szélviszonyait tekintjük, fontos megemlíteni, hogy a napi maximális széllökés kétszer is megdőlt ebben az évben, melyet mindkét alkalommal Kab-hegy állomásunkon mértünk. Az elsőt a Zsófia-ciklon pusztítása idején, május 17-én regisztráltuk (45 m/s), a második alkalom pedig december 9-én volt, amikor egy markáns hidegfront okozott többfelé - főként a Dunántúlon - viharos szelet; ekkor 47,7 m/s-os értéket mértünk.

Az Országos Meteorológiai Szolgálat mérései szerint a ***2010-es év szélsőségei***, a mérés helye és ideje

A legmagasabb mért hőmérséklet:	36,8 °C	Paks	július 17.
A legalacsonyabb mért hőmérséklet:	-23,7 °C	Martonvásár	december 19.
A legnagyobb évi csapadékösszeg:	1555 mm	Miskolc-Lillafüred Jávorkút	
A legkisebb évi csapadékösszeg:	643 mm	Kapuvár	
A legnagyobb 24 órás csapadékösszeg:	157 mm,	Bakonyszücs	május 15.
A legvastagabb hótakaró:	54 cm	Hajdúsámson	február 17.
A legnagyobb évi napfényösszeg:	2034 óra	Szeged	
A legkisebb évi napfényösszeg:	1575 óra	Kékestető	

TÖRTÉNELMI ARCKÉPEK

HISTORICAL PORTRAITS

Varga Miklós
Országos Meteorológiai Szolgálat, 1024 Budapest Kitaibel Pál utca 1, *varga.miklos@met.hu*

Urbain Jean Joseph LE VERRIER

Francia csillagász
1811. március 11. (Saint Lo) – 1877. szeptember 23. (Párizs)

Vegyésznek készült. 1837-től az Ecole Polytechnique tanára. 1846-tól a párizsi egyetem égi mechanika tanszékének vezetője volt. A bolygók közi háborgásokat kutatta, és 1846-ban számításai alapján találták meg az Uránuszon túli bolygót, amelyet Neptunusznak neveztek el. 1854. november 14-re virradó éjszaka a Krími-félsziget mellett elhelyezkedő *Balaklavai-öböl*ben a Fekete tengerre lecsapó szélviharban néhány óra alatt elpusztult az egyesült angol-francia hadiflotta. A francia kormány megbízta Le Verriert annak kiderítésére, hogy az akkor már működő 45 meteorológiai állomás adatainak előzetes ismeretében lehetett-e volna következtetni a vihar közeledtére. A vizsgálat eredménye pozitív lett. A katasztrófa előtti napok megfigyelési adatainak térképre vitelével és elemzésével felismerhető és követhető volt a ciklon pályája és az erős szél. Ez a felismerés teremtette meg a meteorológián belül az időjárás előrejelzését. Felfedezésével a *szinoptika* alapjait tette le. 1855-ben Párizsban megalapította az első, nemzetközi hálózaton alapuló meteorológiai intézetet, és 1864-ben a Francia Természettudományi Társulatot.

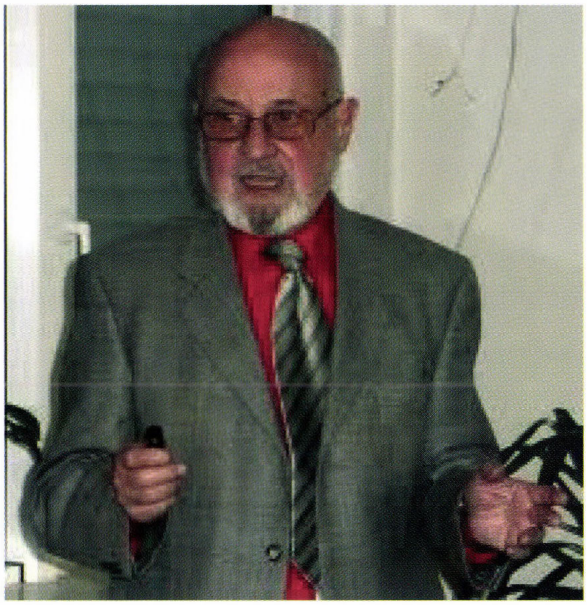
LÉGKÖR

56. évfolyam

2011. 2. szám

VISSY KÁROLYRA EMLÉKEZÜNK

Miskolc, 1935. augusztus 30. – Budapest, 2011. november 4.



Elhunyt Vissy Károly György meteorológus, egykori kollégánk. Károly napon, november 4-én érte a halál. Hazánkban ő volt a média-meteorológia megteremtője, az időjárás-előrejelzés, a meteorológia népszerűsítésének szakembere.

*Miskolc*on született, *1935. augusztus 30-án.* Édesapja katonaorvos volt, ezért a család sokszor kényszerült költözni. Gyuri – ahogy őt a család, a barátok, a kollégák ismerték -, az elemi iskolát *Kassán* kezdte, Miskolcon és a *bajorországi Neuburg an der Donauban* folytatta, majd 1949-ben *Újdiósgyőrben* fejezte be. Az ezt követő évei a *Diósgyőri Gimnáziumban* döntő befolyással voltak az életére, elsősorban a pályaválasztására: az iskola csillagászati és meteorológiai szakkörének aktív tagja és két éven át diákvezetője volt.

Az *ELTE* TTK meteorológus szakán 1957-ben szerzett diplomát. Első munkanapjától kezdve az *Országos Meteorológiai Szolgálat* (OMSZ, korábban *OMI*) munkatársa volt; első hét évben a repülésmeteorológia területén dolgozott, majd két évet a *Miskolci*, öt évet a *Ferihegyi repülőtéren* töltött. Ezt követően, 1970-ig a Rövidtávú Előrejelző Osztály tudományos munkatársa, majd 1974-ig tudományos csoportvezetője volt.

1971-ben kutatóként meghívást kapott a 17. szovjet *Antarktisz*-expedícióban való részvételre. Közel fél évet töltött el a Vize Professzor nevű tudományos kutatóhajón, ezen belül egy hónapot az *Antarktisz* Mirnij és Vosztok nevű kutatóállomásain.

1974-ben az *OMSZ* elnöke megbízta a polgári kisgépes repülések (mezőgazdasági, sport-, mentő, szállító repülések) meteorológiai biztosításának megszervezésével. A feladatra létrehozott Általános Repülésmeteorológiai Osztály 1975. január 1-jén kezdte meg tevékenységét, amelynek vezetését 1978-ig látta el. Ekkor a *Központi Előrejelző Intézet* (*KEI*) időjárás-előrejelző főosztály vezetőjévé nevezték ki. Új beosztásában fő feladata a meteorológiai szolgáltatások mind szélesebb körű gazdasági hasznosítása, új felhasználói területek feltárása volt. 1989-ig a *KEI* igazgatóhelyettese, ezt követően 1992 végéig annak igazgatója volt. A rendszerváltás után 1993-tól 1998-ig a szolgáltató feladatokat folytató, újonnan alakult *Kereskedelmi Szolgáltató Irodát* (*OMSZ-KERSZI*) vezette. Nyugdíjasként is tovább dolgozott szakmai tanácsadóként, s az ország számos pontján tartott ismeretterjesztő előadásokat.

Pályafutása során végig arra törekedett, hogy a meteorológiát – és ezen keresztül a természettudományokat – közelebb hozza az emberekhez, szakmája eredményeit és szolgáltatásait minél közérthetőbbé tegye mindenki számára. Ez a törekvés vezette el a média-meteorológiához, amelynek magyarországi meghonosításában jelentős részt vállalt. A *Magyar Rádióban* 1968-2000 között, a *Magyar Televízióban* 1967-től haláláig részt vett – külső munkatársként – az időjárás-jelentések és környezeti tájékoztatók megszervezésében, mindenkori szerkesztésében és rendszeres előadásában.

Hazai és nemzetközi szaklapokban összesen 37 tudományos publikációja jelent meg. Pályafutása során számos kitüntetésben részesült. 1999. április 18-án *Québecben* (*Kanada*), a Televíziós Időjárás-jelentések IX. Nemzetközi Fesztiválján, 68 ország 117 televíziós csatornájának versenyében – az *MTV* színeiben, az *OMSZ* televíziós stúdiójának időjárás-jelentésével – elnyerte a szakmai fődíjat. 2009. szeptember 30-án, az Alkalmazott Meteorológia Európai Konferenciáján, *Toulouse*-ban (*Franciaország*) adták át az Európai Meteorológiai Társaság (European Meteorological Society) nemzetközi zsűrije által Vissy Károlynak megítélt „Az Év Média-meteorológusa" díjat. A meteorológia megismertetésének egyik legjelentősebb állomása volt - a *Magyar Tudományos Akadémia* felkérése nyomán – a *Mindentudás Egyetemén* 2003. májusában tartott előadása – természetesen az időjárás-előrejelzés témakörében.

Vissy Károlynak nagy szerepe volt az Országos Meteorológiai Szolgálat TV-stúdiójának kialakításában és működtetésében; a Kabala Média Bt tagjaként pedig közvetítésével hosszú időn át az MTV időjárás-jelentései az OMSZ előrejelző munkatársainak szereplésével zajlottak. Élete utolsó évében az Öko Met Kft munkatársaként tevékenykedett.

November 18-án kísértük hamvait földi nyughelyére a Farkasréti temető ravatalozójából. Pályatársai közül Mészáros Ernő akadémikus és Tóth Tamás meteorológus kollégánk búcsúzott tőle. A búcsúzás mondatait folyóiratunk 81. és 82. oldalán tettük közzé.

LÉGKÖR

56. évfolyam
2011. 2. szám

Felelős szerkesztő:
Dunkel Zoltán
a szerkesztőbizottság elnöke

Szerkesztőbizottság:
Bartholy Judit
Bihari Zita olvasó szerkesztő
Haszpra László
Hunkár Márta
Móring Andrea éghajlati összefoglaló
Sáhó Ágnes technikai szerkesztő
Somfalvi-Tóth Katalin kislexikon
Szudár Béla
Tóth Róbert

ISSN 0 133-3666

A kiadásért felel:
Dunkel Zoltán
az OMSZ elnöke

Készült:
HM Térképészeti Nonprofit Kft.
nyomdájában
800 példányban
Megjelent: 2012. január

Felelős vezető:
Németh László
üv. igazgató

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

AZ ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT
ÉS A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG
SZAKMAI TÁJÉKOZTATÓJA

TARTALOM

CÍMLAPON

Sivatagi naplemente, *Jenki Szilvia, 2011. február 13.*

Vissy Károlyra emlékezünk 46

Barhta Imre: **Búcsú Farkas Mihálynétól** 48

Az Országos Meteorológiai Szolgálat közleménye 48

TANULMÁNYOK

Molnár József és Izsák Tibor: **Trendek és töréspontok a léghőmérséklet kárpátaljai idősoraiban** 49

Lelovics Enikő, Pongrácz Rita, Bartholy Judit és Dezső Zsuzsanna: **A budapesti városi hősziget elemzése: műholdas és állomási mérések összehasonlítása** 55

Babolcsai György: **A 850/1000 HPa-os relatív topográfián alapuló halmazállapot-előrejelzés új módszere** 60

Szűcs János: **Városi légszennyezettség vizsgálata terjedési modell alkalmazásával** 65

Zsikla Ágota: **A 2010 évi balatoni és velencei-tavi viharjelzési szezonról** 69

Koppány György: **Kérdőjelek klímaügyben** 73

KRÓNIKA

Üveges Zoltán: **A vecsési katasztrófa** 76

Hágen András: **Kossuth Lajos éghajlati jövőképe** 78

Prof. dr. Mészáros Ernő tisztelgése Vissy Károly György ravatalánál 81

Tóth Tamás megemlékezése Vissy Károly György ravatala előtt 82

Balogh Beáta: **A Magyar Meteorológiai Társaság hírei** 83

Móring Andrea: **2011 tavaszának időjárása** 84

Somfalvi-Tóth Katalin: **Kislexikon** 86

Varga Miklós: Történelmi arcképek, **Báró Friesenhof Gergely** 87

LIST OF CONTENTS

COVER PAGE

Sunset in the desert, *Szilvia Jenki, Hungary, 13 February 2011*

Memory of Károly Vissy 46

Imre Bartha: **Memory of Ms. Mihályné Farkas** 48

STUDIES

József Molnár and Tibor Izsák: **Trends and Break Points in the Time Series of the Air Temperature in Transcarpathia** 49

Enikő Lelovics, Rita Pongrácz, Judit Bartholy and ZsuzsaDezső: **Analysis of the Budapest Heat Island: Comparison of Stellite- and Ground-based Measurements** 55

György.Babolcsai: **A New Method for Forecasting the State of Precipitation Based on 850/1000 HPa Relative Topography** 60

JánosSzűcs: **Examination of City Air Pollution by Applying Diffuse Model** 65

Ágota Zsikla: **About the Stormwarning Season at the Lake Balaton and Velencei** 69

György Koppány: **Questions Concerning Climate Affairs** 73

CHRONICLE

Zoltán Üveges: **A local catastrophy** 76

András Hágen: **Climatic Vision of Lajos Kossuth** 78

Memory of Károly Vissy by Prof.dr. Ernő Mészáros 81

Memory of Károly Vissy by Tamás Tóth 82

Beáta Balogh: **News of MMT – Hungarian Meteorological Society** 83

Andrea Móring: **Weather of Spring 2011** 84

Katalin Somfalvi-Tóth: **Pocket Encyclopaedia** 86

Miklós Varga: **Historical Portraits: Gergely Friesenhof** 87

BÚCSÚ FARKAS MIHÁLYNÉTÓL
(1928 – 2011)

Dr. Bartha Imre

Életének 83. évében, 2011. november 2-án elhunyt Farkas Mihályné (született Riskó Eszter), az OMSZ Siófoki Viharjelző Obszervatórium egykori munkatársa.

„ Farkasné - vagy ahogyan munkatársai szólították: Esztike -, 1956 februárjában a még épülőfélben lévő, gyakorlatilag félig kész Obszervatórium épületében kezdte siófoki pályafutását, mint észlelő technikus, aki többedmagával párhuzamos méréseket végzett a régi siófoki hajógyári meteorológiai állomás és az új Obszervatórium között" – *idézet Bartha Imre: A balatoni viharjelzés története és a meteorológiai szolgáltatások fejlődése kezdetektől napjainkig c. OMSZ kiadványból.*

Esztike azon „úttörő", hivatását mindvégig szerető nagy tapasztalattal rendelkező technikusaink egyike volt, aki nem csak az éjjel-nappali földfelszíni észleléseket, hanem nyaranta a balatoni viharjelzés technikai kiszolgálását (pilot szélmérés, diszpécser szolgálat ellátása, szinoptikus térképrajzolás, fakszimile időjárási térképek vétele stb.) is ellátta. Nyugdíjba vonulásáig számos észlelőt és vihar-előrejelző meteorológust segített a munkája során, közvetlen, példamutató hozzáállásával.

A Siófoki Obszervatórium jelenlegi és nyugdíjas munkatársai részvételével 2011. november 14-én kísérték Őt utolsó útjára Siófokon, a Kele utcai Temető sírkertjében.

Emlékét kegyelettel megőrizzük.

Az Országos Meteorológiai Szolgálat közleménye

Az Országos Meteorológiai Szolgálat Elnöksége a *Meteorológiai Világnap* alkalmából, (2012. március hó 23.) ***miniszteri elismerések*** adományozására kíván előterjesztést tenni.

A hazai és a nemzetközi meteorológia területén kimagasló tudományos kutatások és szakmai eredmények elismeréséül két *Schenzl Guidó-díj*, valamint négy *Pro Meteorologia Emlékplakett* adományozására kerülhet sor.

A Szolgálat Elnöksége felhívja a szakmai, tudományos és társadalmi szervezetek tagjait, a Magyar Meteorológiai Társaság tagtársait, a meteorológia iránt érdeklődő magánszemélyeket valamint minden tisztelt munkatársát, hogy az elismerésekre – amennyiben van jelöltjük - tegyék meg javaslataikat.

Ezen javaslatokat ***2012. január hó 31-ig*** kérjük az Országos Meteorológiai Szolgálat Elnöki Irodájára, a személyügyi referensnek eljuttatni. (***1024 Budapest, Kitaibel Pál u. 1,*** **saho.a@met.hu**).

A javaslatnak tartalmaznia kell a jelölt *nevét, személyi adatait*, munkahelyét, beosztását, tudományos fokozatát, korábbi kitüntetéseit, továbbá szükséges ismertetni az *indítványt megalapozó eredményeket* is.

Az elismerések adományozására beérkezett javaslatokat az erre a célra alakult bizottság értékeli, amelyben a Szolgálaton és a felügyeletet gyakorló szerv illetékes munkatársán kívül képviselteti magát a Magyar Honvédség Geoinformációs Szolgálata, a Magyar Tudományos Akadémia, az ELTE Meteorológiai Tanszéke, a Magyar Meteorológiai Társaság valamint a Vidékfejlesztési minisztérium megbízott munkatársa.

Az elismeréseket a *miniszter* vagy megbízottja a Meteorológiai Világnapon ünnepélyes keretek közt adja át.

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 ábraaláírásokat. 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 foglakozunk. A közlésre szánt szöveg tartalmazza a magyar és angol címet, a szerző nevét, munkahelyét, levelezési és villanyposta címét. 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.

TRENDEK ÉS TÖRÉSPONTOK A LÉGHŐMÉRSÉKLET KÁRPÁTALJA IDŐSORAIBAN

TRENDS AND BREAK POINTS IN THE TIME SERIES OF THE AIR TEMPERATURE IN TRANSCARPATHIA

Molnár József*– Izsák Tibor**
II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola, Földtudományi Tanszék,
90 202 Beregszász, Kossuth tér 6., Ukrajna
**jozsi@kmf.uz.ua,* ** tiboras@kmf.uz.ua

Összefoglalás: A vizsgálatokhoz három állomásnak (Beregszász, Ungvár és Rahó) az utóbbi 40 évre vonatkozó havi átlagos hőmérsékleti adatait használtuk fel. A lineáris trendelemzés mind a három állomás évi középhőmérsékleti adatsorában szignifikáns emelkedő trendet talált, a töréspontvizsgálat pedig szignifikáns töréspontokat mutatott ki: Beregszász és Ungvár esetében az ugrásszerű emelkedés 1998 és 1999 közé eset, Rahón 1988 és 1989 közé. A havi átlagok esetében elsősorban a nyári hónapok melegedése bizonyult szignifikánsnak. Összevetve a trendek, illetve a töréspontok által tagolt részátlagok illeszkedését a vizsgált hőmérsékleti adatsorokra, az utóbbiak bizonyultak jobbnak. A módosulás tehát statisztikai vizsgálataink szerint inkább közelíthető diszkrét, mint fokozatos folyamatként. **Kulcsszavak:** éghajlatváltozás, Kárpátalja, lineáris trendek, töréspontok, illeszkedés.

Abstract: For the studying of the warming tendencies in Transcarpathia monthly mean temperature records were used from three meteorological stations (Berehove/Beregszász, Uzhhorod/Ungvár and Rakhiv/Rahó) for the last 40 years. The trend analysis found significant ascendant linear trends in the annual mean temperature series of every examined station, while the break point test detected significant break points: in Berehovo and Uzhhorod a leap took place between 1998 and 1999, in Rakhiv – between 1988 and 1989. In case of monthly means first of all the warming of summer month proved significant. As compared the fitting of trends and partial means distributed by break points to the studied temperature time series, the latter proved better. Therefore, the modification of temperature in Transcarpathia can be interpreted rather like disccrete than gradual process. **Keywords:** climate change, Transcarpathia, linear trends, break points, fitting of approximation.

Bevezetés

A globális felmelegedés tényét a meteorológus szakma berkein belül ma már alig vitatja valaki. Egyértelműen állást foglalt a kérdésben az Éghajlatváltozási Kormányközi Testület Negyedik Értékelő Jelentése is, amely annak globális lineáris trendjét az 1906–2005-ös évszázadra 0,74 °C-ban határozta meg (*IPCC, 2007*). Az utóbbi 25 évben pedig a hőmérsékletemelkedés átlagos évtizedes üteme elérte a 0,19 °C-ot (*The Copenhagen Diagnosis, 2009*). Egy 2008-as USA-beli felmérés eredményei alapján az éghajlatkutatók többsége (88%-a, az éghajlatváltozással foglalkozóknak pedig a 97%-a) abban is egyetértett, hogy az emberi tevékenység jelentősen hozzájárul a földi átlaghőmérséklet változásához (*www.gallup.com/poll/1615/Environment.aspx*).

A melegedés regionális sajátosságai szembeötlő eltéréseket mutatnak a globális tendenciáktól és jelentős változékonyságot akár egy-egy ország területén belül is. Így, miközben Ukrajna területén a hőmérséklet módosulása alapvetően a globálissal összhangban zajlott, az ország északi részén a XX. századra vonatkozó lineáris hőmérsékleti trendek meghaladták az 1 °C-ot, a Krím déli partján pedig ugyanakkor 0 °C körül alakultak (*Ukrán Hidrometeorológiai Központ, 2009*). Magyarország területén szintén a globálissal szinkronban történtek a változások, amelyek 0,76 °C-ot tettek ki az 1901–2004-es időszakban (*Szalai et al., 2005*). Az utóbbi évtizedekben a változások mindkét ország területén felgyorsultak, az 1970-es évek óta 1,0–1,3 °C körüli értékeket érve el. Magyarországon az utóbbi évtizedekben a nyarak melegedése volt erőteljesebb, szemben Ukrajnával, ahol a téli hőmérsékletek emelkedtek meredekebben (*Lipinszkij et al., 2008*).

A melegedés jellege, jövőbeli alakulása, valamint regionális sajátosságai további izgalmas, megoldandó kérdéseket tartogatnak, tág teret biztosítva a kutatómunkának. Ide kapcsolódik a jelen tanulmány is, amely a kárpátaljai léghőmérséklet utóbbi évtizedekben tapasztalt emelkedését, illetve annak jellegét elemzi.

Adatbázis és módszerek

A vizsgálatokhoz három állomásnak az utóbbi évtizedekre vonatkozó havi hőmérsékleti adatait használtuk. Kiválasztásuknál szempont volt, hogy reprezentálják a megye alföldi (Beregszász, t. sz. f. magassága 115 m), hegylábi (Ungvár, 112 m), valamint hegyvidéki részét (Rahó, 531 m) is (*gmc.uzhgorod.ua*). A beregszászi és rahói adatok, amelyeket az ottani meteorológiai állomástól, illetve a Kárpátaljai Megyei Hidrometeorológiai Központtól kaptunk, az 1970–2009-es időszakot ölelik fel, az

ungváriak pedig, amelyeket internetes forrásból (*www.ncdc.noaa.gov/oa/mpp/freedata.html*) töltöttünk le, az 1973–2009-est.

Vizsgálataink során az alábbi kérdésekre kerestünk választ:

- van-e a hőmérsékleti idősorokban szignifikáns lineáris trend?
- kimutathatók-e az idősorokat viszonylag homogén, egymástól szignifikánsan eltérő szakaszokra tagoló töréspontok?
- vajon a trendek, vagy a szakaszbontások írják le szabatosabban a vizsgált hőmérséklet-módosulásokat?

A lineáris trendek realitásának az eldöntésére a leginkább elterjedt Pearson-féle korrelációs együtthatót alkalmaztuk, bár, a statisztikai szakirodalom a Pearson-korreláció realitását az összevetendő valószínűségi változók normális eloszlásához köti (*Ezekiel, Fox, 1970*). Esetünkben pedig az egyik korrelálandó számsor nem is valószínűségi változó, hanem az évszámok egyenletes eloszlású sora. Ezt figyelembe véve szükségesnek láttuk a korreláció ellenőrzését a normális eloszlást nem kívánó nemparaméteres Spearman-korrelációs együtthatók meghatározásával is.

A Spearman-korrelációs együttható (r_S) az idősor elemeinek a növekvő sorba rendezett mintában elfoglalt sorszáma (z_i) és az időrendi sorszáma (i) közötti kapcsolat szorosságát mutatja:

$$r_S = \frac{\sum\left(z_i - \frac{n+1}{2}\right)\left(i - \frac{n+1}{2}\right)}{\sqrt{\sum\left(z_i - \frac{n+1}{2}\right)^2 \sum\left(i - \frac{n+1}{2}\right)^2}},$$

ahol n – az idősor elemszáma.

Az idősorokban esetlegesen végbement hirtelen, ugrásszerű változások, vagyis töréspontok feltárására a statisztikai szakirodalom számos módszert kínál (*Molnár, 2003*), például:

- a részátlagok összevetése a Student-féle t-próbával;
- a szórások minimalizálásának módszere;
- az anomáliák kumulatív összegzése;
- a Pettitt-féle nemparaméteres próba;
- a jel–zaj arány vizsgálata.

A többféle módszer közül a részátlagok Student-féle t-próbával történő összevetését választottuk. Az eljárás azon a feltevésen alapul, hogy az ugrásszerű változás időpontjánál elválasztott időszakok átlagainak eltérése nagyobb a más időpontoknál elválasztottakénál. Az átlagok összevetésére a t-értéket használtuk (*Péczely, 1979*):

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{S\sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}},$$

ahol $\bar{x}_1$ és $\bar{x}_2$ – a két időszak átlagai, n_1 és n_2 – az elemszámok, adott esetben az évek száma az egyes részidőszakokban, S – a két minta közös szórása, amely a minták σ_1 és σ_2 szórásának és elemszámának ismeretében az alábbi képlettel számítható:

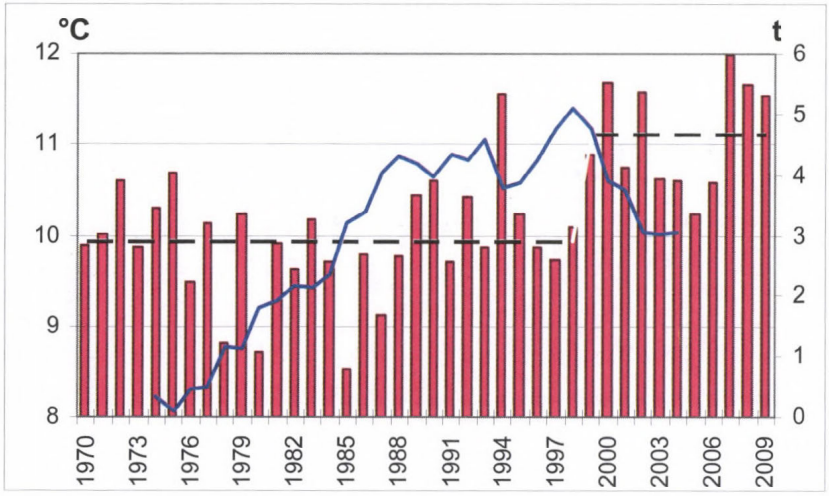
$$S = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)\sigma_1^2 + (n_2 - 1)\sigma_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}.$$

Megjegyezzük, hogy a t-próba alkalmazhatósága az összehasonlítandó minták normális eloszlásához kötött. Az elvégzett Kolmogorov–Szmirnov-próba alapján az évi, évszakos, illetve havi hőmérsékleti átlagértékek eloszlása a vizsgált periódus alatt a normálistól szignifikánsan egyik esetben sem tért el.

Az eljárás során a vizsgált idősorokat változó hosszúságú két szakaszra bontottuk az elválasztó pont csúsztatásával. A szakaszok hosszát 5 évben minimalizáltuk, ezért az első megvizsgált választópont az 1974/75-ös volt, ami az 1970–1974-es és az 1975–2009-es részekre osztotta a teljes periódust. Kiszámítottuk a fent említett Student-féle t-próbához használt t-értéket a két szakasz átlagaira. Ezután a választópontot egyesével léptettük előre az időben, változtatva a két részidőszak hosszát. Ezek átlagait minden lépésnél összevetettük, a t-érték meghatározásával. Az utolsó választópont 2004 és 2005 közé esett, betartandó az előzőekben megfogalmazott feltételt az időszakok minimális hosszával kapcsolatosan.

Az eredményül kapott $|t|$-értékek közül a maximális jelzi a két hozzá tartozó részidőszak átlagának legnagyobb eltérését, tehát ez tekinthető töréspontnak. Ha az adott abszolút t-érték a vonatkozó szabadsági fok (ez a konkrét vizsgálatnál 38) esetén 95%-os szinten szignifikáns eltérést jelzett a szakaszátlagok között, a hozzá tartozó választópontot szignifikáns töréspontnak tekintettük. Megjegyezzük, hogy az abszolút t-értékek maximumának eloszlása némileg eltérhet egy abszolút t-érték eloszlásától, következésképpen a Student-féle t-próba kritikus értékénél valamivel magasabb kritikus érték adódna a maximumokra, ennek meghatározása azonban nehéz feladat.

Az *1. ábra* segítségével szemléltetjük a töréspont kijelölését a gyakorlatban a Beregszászi Meteorológiai Állomás évi átlaghőmérsékleti idősora példáján. A $|t|$ a maximumát az 1998-as évnél éri el, és mivel értéke a kívánt szinten szignifikáns, 1998 és 1999 fordulóját szignifikáns töréspontnak tekintettük.



1. ábra. A Beregszászi Meteorológiai Állomás évi átlaghőmérsékleti idősorában jelentkező töréspont t-próba segítségével történő kijelöléséhez használt diagram. Oszlopdiagrammal ábrázoltuk a hőmérséklet évi átlagait a vizsgált időszak alatt (bal oldali skála, °C). A folytonos vonal az adott évvel végződő és az azt követő időszak átlagainak összevetésére használt abszolút t-értékeket mutatja (jobb oldali skála). A szaggatott vonal a töréspont által elválasztott részidőszakok szakaszátlagait jelöli.

A vizsgálatok a hőmérsékleti idősorokban úgy trendeket, mint töréspontokat feltártak. Annak eldöntésére, hogy a végbement változásokat melyikük segítségével írhatjuk le pontosabban, azaz fokozatosan vagy ugrásszerűen zajlottak-e azok le, az eltérések négyzetösszegeinek összevetését alkalmaztuk.

Ennek megfelelően meghatároztuk az adott idősorra fektetett lineáris trendegyenes x_{ti} értékeit az $i = 1, 2, ..., n$ évekre, majd az egyes évek x_i értékeiből kivontuk azokat. Az eltérések négyzeteit összeadva kapott szám (S_{tr}) jellemzi a trendegyenes illeszkedésének jóságát: kisebb érték jobb illeszkedésnek felel meg.

$$S_{tr} = \sum_{i=1}^{n} (x_i - x_{ti})^2 .$$

A továbbiakban meghatároztuk az idősor legmarkánsabb, k és k+1 közé eső töréspontja által kijelölt két szakasz átlagos értékét ($\bar{x}_1$ és $\bar{x}_2$). Az egyes évi értékek megfelelő részátlagtól vett eltéréseinek négyzetösszegét képeztük (S_{tp}), ami a szakaszátlagokkal való közelítés illeszkedésének a jóságát méri (a jobb illeszkedést ebben az esetben is a kisebb értékek mutatják):

$$S_{tp} = \sum_{l=1}^{k} (x_l - \bar{x}_1)^2 + \sum_{m=k+1}^{n} (x_m - \bar{x}_2)^2 ,$$

ahol $l = 1, 2, ..., k$ és $m = k+1, k+2, ..., n$.

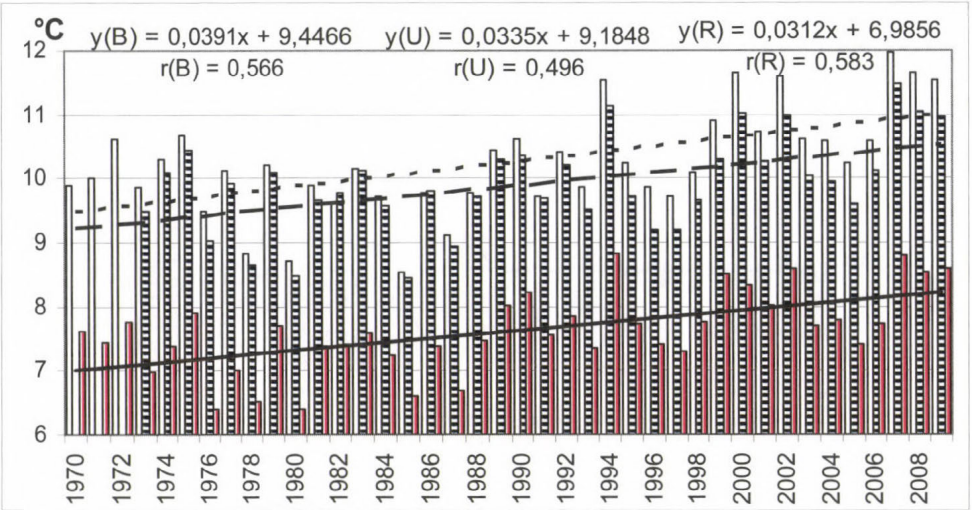
Az illeszkedések jóságának összehasonlítására a két négyzetösszeg arányát alkalmaztuk:

$$g = \frac{S_{tr}}{S_{tp}} .$$

Ha $g < 1$, akkor a lineáris trend illeszkedik jobban, ha $g > 1$ – a töréspontok által elválasztott átlagok.

Eredmények

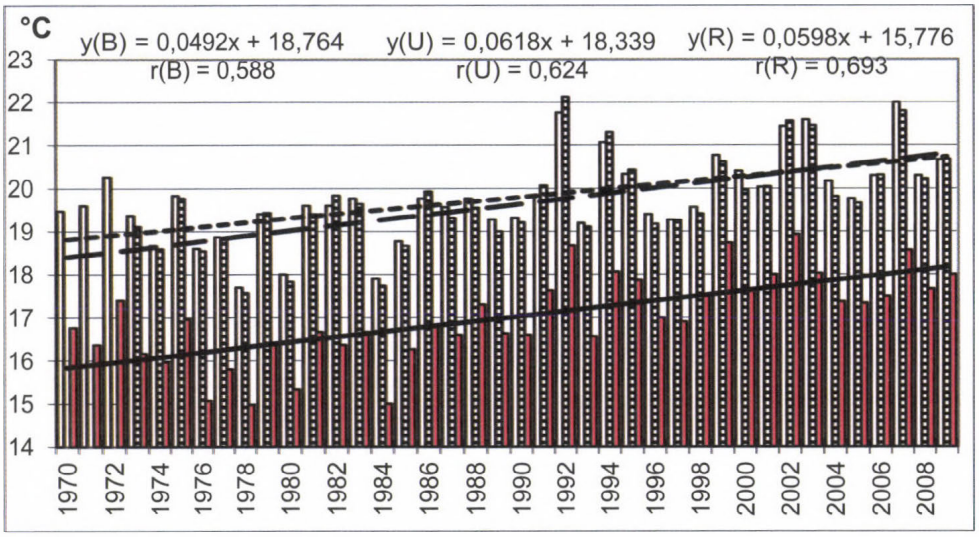
A lineáris trendelemzés mind a három állomás évi középhőmérsékleti adatsorában szignifikáns emelkedő trendet talált – a Pearson-féle korrelációs együtthatók értéke mindegyik esetben meghaladta a 95%-os szignifikancia szintnek megfelelő 0,31-es értéket (*2. ábra*). A módszereknél részletezett megfontolásokból ellenőrzésképpen kiszámított nemparaméteres Spearman-féle korrelációs együtthatók ugyancsak mindhárom esetben szignifikánsnak találták a trendeket. Az alkalmazott lineáris közelítés a vizsgált 1970–2009-es időszakra vetítve Beregszász esetében 1,6 °C-os, Ungvár vonatkozásában 1,3 °C-os, Rahón pedig 1,2 °C-os hőmérsékletemelkedést tárt fel. Ez összhangban van más kutatások eredményeivel, amelyek szintén a globálist meghaladó mértékű felmelegedést detektáltak a Kárpát-medence térségében (*Szalai et al., 2005*). A beregszászi átlagok meredekebb emelkedésében valószínűleg a városhatás fokozódása játssza a döntő szerepet, ugyanis a vizsgált periódus alatt, nevezetesen a múlt század 80–90-es éveinek a fordulóján, a meteorológiai állomás környékét beépítették.



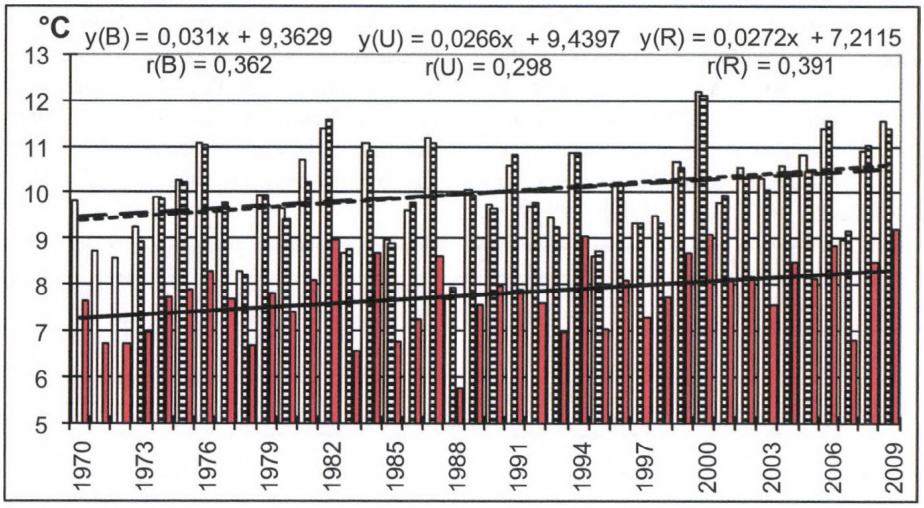
2. ábra. A beregszászi (üres oszlopok), ungvári (csíkos oszlopok) és rahói (kitöltött oszlopok) évi középhőmérsékletek alakulása az 1970–2009-es időszakban. Az idősorokra illesztett trendegyeneseket Beregszász esetében rövidre szaggatott, Ungvár esetében hosszabbra szaggatott, Rahónál folytonos vonal jelöli. Az ábrán feltüntettük az egyes idősorok lineáris trendegyenleteit, valamint a korrelációs együttható (r) vonatkozó értékeit.

Tekintsük át az évi átlaghőmérsékletek idősoraiban feltárt melegedési trendek évszakos megoszlását! Az évszakos átlaghőmérsékletek kiszámításánál az összefüggő téli hónapokat vontuk össze, így, például 1985 decembere 1986 januárjával és februárjával alkot egy évszakot.

Az évszakok közül a legjelentősebb melegedést nyáron sikerült detektálni. A nyár mindhárom vizsgált állomáson szignifikánsan melegedett, a korrelációs együttható értéke magasan a kritikus érték (0,31) fölöttinek, 0,6 körülinek bizonyult, a hegyvidéki Rahón érve el a maximumát (*3. ábra*). A nyarak melegedésének az elemzett 40 éves időszakra vonatkozó értéke – lineáris trend feltételezése mellett – Beregszászban 2,0, Ungváron – 2,5, Rahón – 2,4 °C volt, azaz az éves átlagokét jóval meghaladta, ami a magyarországi sajátosságokkal mutat párhuzamokat (*Szalai et al., 2005*). Két állomás, Beregszász és Rahó esetében 95%-os valószínűségi szinten szignifikánsan emelkedtek az őszi átlaghőmérsékletek is (*4. ábra*). A teljes vizsgált 40 éves periódusra vonatkoztatva a lineáris közelítés a síkvidéket reprezentáló városban 1,2, a hegyvidékiben 1,1 °C-os melegedést valószínűsít. Az őszi átlagok ungvári emelkedése valamelyest elmaradt a kívánt valószínűségi szinttől. Vizsgálataink a téli és a tavaszi hőmérsékleti idősorokban egyik város esetében sem találtak szignifikáns változást, miközben Közép-Ukrajnában a téli melegedés bizonyult a legmarkánsabbnak (*Ukrán Hidrometeorológiai Központ, 2009*).



3. ábra. A beregszászi (üres oszlopok), ungvári (csíkos oszlopok) és rahói (kitöltött oszlopok) nyári átlaghőmérsékletek alakulása az 1970–2009-es időszakban. Az idősorokra illesztett trendegyeneseket Beregszász esetében rövidre szaggatott, Ungvár esetében hosszabbra szaggatott, Rahónál folytonos vonal jelöli. Az ábrán feltüntettük az egyes idősorok lineáris trendegyenleteit, valamint a korrelációs együttható (r) vonatkozó értékeit.



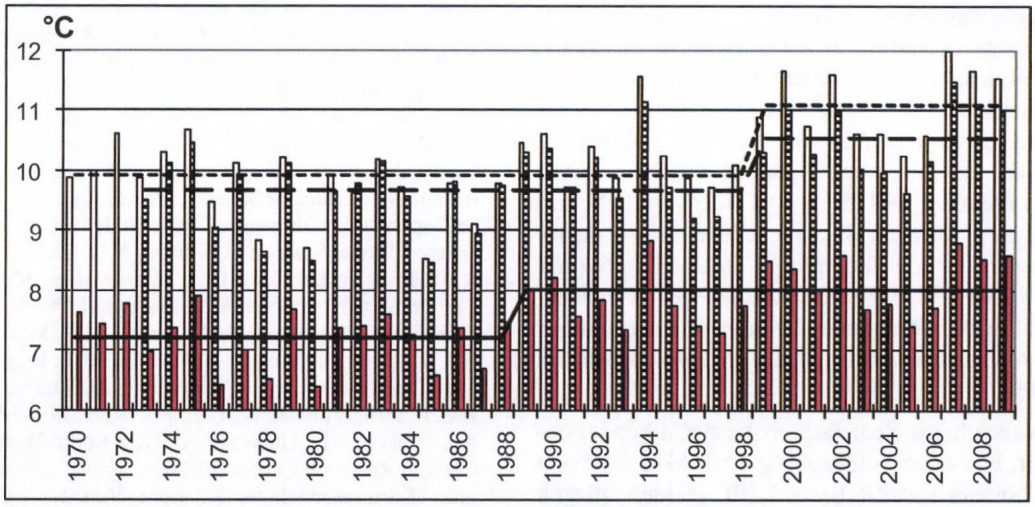
4. ábra. A beregszászi (üres oszlopok), ungvári (csíkos oszlopok) és rahói (kitöltött oszlopok) őszi átlaghőmérsékletek alakulása az 1970–2009-es időszakban. Az idősorokra illesztett trendegyeneseket Beregszász esetében rövidre szaggatott, Ungvár esetében hosszabbra szaggatott, Rahónál folytonos vonal jelöli. Az ábrán feltüntettük az egyes idősorok lineáris trendegyenleteit, valamint a korrelációs együttható (r) vonatkozó értékeit.

A következő lépésben azt vizsgáltuk, vajon milyenek a három város havi középhőmérsékleteinek a trendjei.

Az évszakos trendekhez szorosan igazodva, 95%-os valószínűségi szinten szignifikánsnak bizonyult mindhárom kárpátaljai város mindhárom nyári hónapra vonatkozó hőmérsékleti idősorának az emelkedő trendje. A felmelegedés mértéke júliusban adódott a legmagasabbnak: Beregszászban 40 évre vonatkoztatva 2,4, Ungváron 3,2, Rahón 2,5 °C-nak. Jelzésértékűen emelkedett továbbá Ungváron és Beregszászban az áprilisi, Rahón az októberi, Ungváron a novemberi átlaghőmérséklet.

Megjegyezzük, a Spearman korrelációs együtthatók értékei az évszakos és a havi adatsorok elemzésénél is megerősítették a Pearson-féle *r*-értékek alapján feltárt szignifikanciákat, kiegészítve a szignifikáns trendek listáját a rahói áprilisi középhőmérsékletekkel.

Térjünk át a három város hőmérsékleti idősorainak a töréspontelemzésére! A Student-féle *t*-próba segítségével végrehajtott töréspontvizsgálat az évi átlaghőmérsékletek mindhárom adatsorában szignifikáns töréspontot mutatott ki: Beregszász és Ungvár esetében az ugrásszerű emelkedés 1998 és 1999 közé eset, Rahón 1988 és 1989 közé (*5. ábra*). A töréspontok által elválasztott szakaszátlagok legnagyobb mértékben – 1,2 °C-kal – Beregszászban különböznek, míg Ungváron és Rahón csupán 0,8 °C-kal.



5. ábra. A beregszászi (üres oszlopok), ungvári (csíkos oszlopok) és rahói (kitöltött oszlopok) évi középhőmérsékletek alakulása az 1970–2009-es időszakban. A megtört vízszintes szakaszok az idősorokban detektált szignifikáns töréspontok által elválasztott részátlagokat jelenítik meg Beregszász esetében rövidre szaggatott, Ungvár esetében hosszabbra szaggatott, Rahónál folytonos vonal segítségével.

Kiterjesztve a töréspontelemzést az évszakos átlaghőmérsékletekre, az 1970–2009-es időszakban szignifikáns töréspontokat találtunk a tél kivételével mindegyik idősorában, mindhárom állomáson. A feltárt töréspontok mindegyike után emelkedtek az évszakos átlaghőmérsékletek. Tavasszal a két alföldi város hőmérsékleteiben 1998 és 1999 között következett be az átlaghőmérsékletek ugrásszerű emelkedése, miközben Rahón 1999 és 2000 között emelkedett leginkább az átlag. Nyáron viszont az ungvári hőmérséklet járása inkább a rahóival volt szinkronban: mindkét esetben 1990/91-es töréspontot sikerült detektálni, miközben Beregszászban ez egy évvel későbbre tolódott. Az őszi átlagok töréspontja mindhárom városban azonos időre, 1998/99-re esett.

A havi átlagok idősorai közül az alkalmazott *t*-próbás módszer mindegyik vizsgált város esetében többen is detektált töréspontokat (*1. táblázat*). Ezek kivétel nélkül magasabb átlaghoz való átmenetet mutattak. A havi értékek közül a nyáriak mindegyikénél jelentkezett szignifikáns töréspont mindegyik vizsgált állomáson. A havi töréspontok időben nem estek egybe az évikkel. Mindhárom városban szinkronban jelentkezett az 1986/87-es töréspont a júliusi, valamint az 1995/96-os a novemberi havi átlaghőmérsékletekben.

Végezetül, összevetve a trendek és a töréspontok által tagolt részátlagok illeszkedési jóságát a vizsgált hőmérsékleti adatsorokra, választ kerestünk arra a kérdésre, hogy vajon a hőmérsékletmódosulások Kárpátalján folytonos vagy diszkrét statisztikai modellel közelíthetők-e jobban. Az évi átlagokon elvégezve a módszereknél leírt *g* értékének a meghatározását, azt mindhárom állomás esetében egynél nagyobbnak találtuk (g_B = 1,20, g_U = 1,07, g_R = 1,12), ami az utóbbit, azaz a folyamat diszkrét jellegét húzza alá inkább. A magasabb *g*-érték Beregszász esetében valószínűsíti leginkább a felmelegedés szakaszos jellegét. A melegedési folyamat egyenlőtlen jellegére tágabb térségünkben más vizsgálatok is rámutatnak (*Ukrán Hidrometeorológiai Központ, 2009*).

Az évszakos átlagok elemzését elvégezve, a kép hasonlónak adódott, bár valamivel kisebb *g*-értékekkel, kivéve a rahói nyári hőmérsékleteket (*g* = 1,19). A havi átlagok vizsgálata ugyancsak inkább a változások szakaszos jellegét valószínűsítette minden esetben, 1,01 és 1,20 közötti *g*-értékek mellett.

A hőmérsékletemelkedés feltárt lépcsőzetes jellege annak lehet a következménye, hogy a melegedési folyamat valószínűsíthető fő okozóján, az üvegházhatás fokozódásán kívül – amely jelenleg viszonylag folyamatos jellegű – más, szakaszosan jelentkező éghajlat-alakító tényezők (interannuális légköri–óceáni oszcillációk, naptevékenység, vulkáni működés stb.) hatása is tükröződik benne.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Beregszász	–	–	–	1997/98	–	1991/92	1986/87	1991/92	–	1974/75	1995/96	–
Ungvár	–	–	–	1982/83	–	1991/92	1986/87	1991/92	–	–	1995/96	–
Rahó	1987/88	–	–	1997/98	1999/2000	1990/91	1986/87	1987/88	–	1974/75	1995/96	–

1. táblázat. A beregszászi, ungvári és rahói havi átlaghőmérsékletek 1970–2009-es idősoraiban feltárt szignifikáns töréspontok időpontjai. A hiányjel azt jelzi, hogy az adott város megfelelő havi idősorában a vizsgálat nem talált szignifikáns töréspontot.

Irodalom

Ezekiel, M., Fox, K.A., 1970: Korreláció- és regresszióanalízis. Lineáris és nem-lineáris módszerek. – Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest. 594 p.

IPCC, 2007: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Lipinszkij V.M., Sznyizsko Sz.I., Oszadcsij V.I., Babicsenko V.I., Martazinova V.F. (Ліпінський В.М., Сніжко С.І., Осадчий В.І., Бабіченко В.І., Мартазінова В.Ф.), 2008: Глобальні зміни клімату та їх прояв в Україні. In: Географія в інформаційному суспільстві. Зб. наук. праць. У 4-х тт. ВГЛ Обрії, Київ. Т. I. pp. 141–147.

Molnár J., 2003: A légnyomási mező szerkezete és módosulása a Kárpát-medence térségében. Doktori (PhD) értekezés. Debreceni Egyetem, Debrecen. 166 p.

Szalai S., Konkolyné Bihari Z., Lakatos M., Szentimrey T., 2005: Magyarország éghajlatának néhány jellemzője 1901-től napjainkig OMSZ, Budapest. www.met.hu/downloads.php?l=egh_doc&f=Magyarorszag_eghajlatanak_nehany_jellemzoje_1901-tol.pdf

Péczely Gy., 1979: Éghajlattan. Szeged. Utánnyomás: Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest 1996. 336 p.

The Copenhagen Diagnosis, 2009: Updating the World on the Latest Climate Science. I. Allison, N.L. Bindoff, R.A. Bindschadler, P.M. Cox, N. de Noblet, M.H. England, J.E. Francis, N. Gruber, A.M. Haywood, D.I. Karoly, G. Kaser, C. Le Quéré, T.M. Lenton, M.E. Mann, B.I. McNeil, A.J. Pitman, S. Rahmstorf, E. Rignot, H.J. Schellnhuber, S.H. Schneider, S.C. Sherwood, R.C.J. Somerville, K. Steffen, E.I. Steig, M. Visbeck, A.I. Weaver. The University of New South Wales Climate Change Research Centre (CCRC). Sydney, Australia. 60 p.

Ukrán Hidrometeorológiai Központ (Український гідрометеорологічний центр), 2009: Глобальна зміна клімату – сучасні погляди та тенденції. *www.meteo.com.ua/articles/62*

BUDAPESTI VÁROSI HŐSZIGET ELEMZÉSE: MŰHOLDAS ÉS ÁLLOMÁSI MÉRÉSEK ÖSSZEHASONLÍTÁSA

ANALYSIS OF THE BUDAPEST HEAT ISLAND: COMPARISON OF SATELLITE- AND GROUND-BASED MEASUREMENTS

Lelovics Enikő, Pongrácz Rita, Bartholy Judit, Dezső Zsuzsanna

ELTE Meteorológiai Tanszék, 1117 Budapest Pázmány Péter sétány 1/A
E-mail: lelovics.eniko@gmail.com, prita@elte.hu, bari@ludens.elte.hu, tante@nimbus.elte.hu

Összefoglalás: Vizsgálataink során a MODIS műholdas szenzorral mért felszínhőmérsékleti értékek és az Országos Meteorológiai Szolgálat mérőállomásain mért felszínközeli léghőmérsékleti értékek összehasonlító elemzését végeztük el a 2001-2008 közötti idősorokra.

Abstract: In the presented analysis satellite based surface temperature time series calculated from MODIS observations are compared to the air temperature time series measured at 2 m height by the Hungarian Meteorological Service for 2001-2008 period.

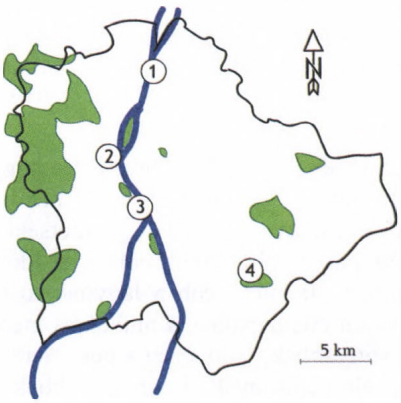
Bevezetés

A nagyobb települések területén és közelében - a mesterséges felszínekre jellemző módosult sugárzási és párolgási viszonyok, a kibocsátott többletenergia és a levegőbe kerülő szennyezőanyagok hatására - a növényzettel borított természetes felszínekhez képest eltérő a terület hőmérséklete, sugárzási egyenlege, napfénytartama, szélviszonyai és vízháztartása *(Oke, 1982)*. A város és környezete között a hőmérsékletben jelentkező különbséget városi hősziget nevezzük *(Landsberg, 1981)*. A városi hősziget az intenzitásával jellemezhető, melyet a város központi és környéki régióinak hőmérsékleti különbségéből számolhatunk *(Probáld, 1974)*.

A vizsgálataink során alkalmazott műholdas felszínhőmérsékleti adatokat a NASA Aqua és Terra nevű műholdjain található, MODIS elnevezésű spektrális sugárzásmérő szolgáltatja, melyek hét infravörös csatorna 1 km^2-es horizontális felbontású méréseiből származnak *(Bartholy et al., 2005)*. Mindkét műhold kvázipoláris pályán kering a Föld körül, átlagosan 705 km magasan, és naponta két-két alkalommal haladnak át egy adott hely felett *(NASA, 1999)*. A Terra által készített MODIS-képek általában 9-10 UTC és 20-21 UTC körül állnak rendelkezésre, míg az Aqua 12-13 UTC és 2-3 UTC körül ér fölénk *(Dezső et al., 2005)*. A műholdképek felhasználhatóságát a felhőzet korlátozza, így csak a felhőmentes időpontokról és helyekről vannak hőmérsékleti adataink. Ez a vizsgálatok során a rendelkezésre álló adatok számát mintegy 64%-kal csökkentette.

A műholdas mérésekkel nem a levegő, hanem a felszín hőmérsékletét határozzuk meg. Ennélfogva a kapott értékek a meteorológiai gyakorlatban szokásos léghőmérsékleti értékektől jelentősen eltérhetnek, térbeli és időbeli eloszlásuk is számottevően különbözhet. A műholdas vizsgálati módszernek nagy előnye a hagyományos meteorológiai mérésekhez képest, hogy nagy területet fed le finom térbeli felbontással. A mérések nagy területen is közel egyidejűnek tekinthetőek, mely kedvezőbb vizsgálati feltételeket tesz lehetővé, mint például a finom felbontású mobil mérések *(Unger és Sümeghy, 2002)*.

A 2001-2008-as időszakra vonatkozó elemzéseink során a műholdas átvonulásokhoz időben legközelebb eső léghőmérsékleti értékeket az Országos Meteorológiai Szolgálat négy budapesti mérőállomásáról származó idősorokból választottuk le. Az állomások észak-déli irányban a következők: (1) IV. kerület, Újpest; (2) II. kerület, Országút (Kitaibel Pál utca); (3) XI. kerület, Lágymányos és (4) XVIII. kerület, Pestszentlőrinc *(1. ábra)*. Az állomások közvetlen közelében lévő MODIS rácspontot a MODLAND koordináta-meghatározó eszközének (Tile Calculator) *(NASA, 2005)* felhasználásával határoztuk meg.



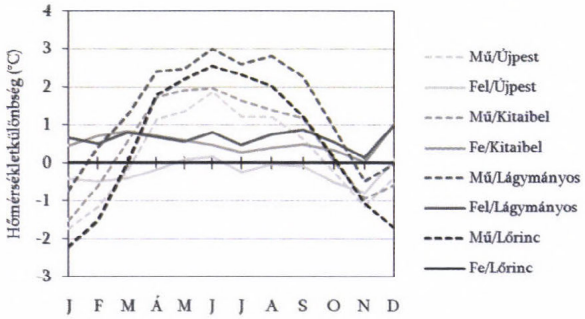
1. ábra: Az Országos Meteorológiai Szolgálat meteorológiai mérőhálózata Budapesten (1: Újpest, 2: Kitaibel Pál utca, 3: Lágymányos, 4: Pestszentlőrinc)

A műholdas és állomási mérések térbeli léptéke eltér egymástól. Míg a MODIS esetén egy rácspontra vonatkozó adat egy 1 km^2-es területet jellemez, addig a meteorológiai mérőállomások értékei egy adott pontra vonatkoznak. Mivel a meteorológiai állomások korlátozott számban állnak rendelkezésre, így ezek nem szolgáltatnak elegendő információt a városi hősziget részletes térbeli szerkezetének elemzéséhez.

A hőmérsékleti értékek összehasonlítása

Vizsgálataink során kiszámítottuk a havi átlaghőmérsékleti értékeket mind a négy mérőhelyre, éjszakára és nappalra, a Terra és az Aqua műhold áthaladásának időpontjára is. A későbbiekben ezek átlagolásával készítettük el a hosszabb időszakra (négy évszakra, évre) vonatkozó hőmérsékleti átlagokat, hogy így egyforma súllyal vegyük figyelembe az év különböző időszakait. Ellenkező esetben a nyári adatok nagyobb száma miatt magasabb éves átlagértékeket kaptunk volna.

A havi átlaghőmérsékleti értékek esetén *(2. ábra)* az állomási adatsorok alapján a két pesti és a két budai állomás értéke hasonló, közöttük kb. 0,5-1 °C a különbség. A műholdas mérési adatok alapján a lágymányosi mérőpont értékei a legmagasabbak, a legalacsonyabbak pedig

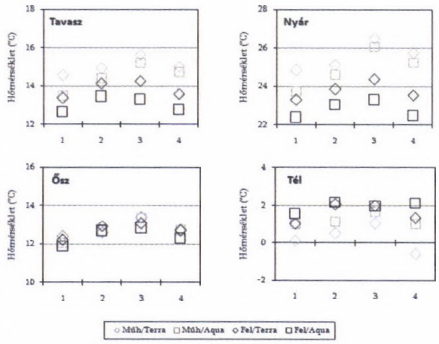


2. ábra: Havi átlaghőmérsékleti értékek eltérése a pestszentlőrinci felszíni mérésekétől Fe: felszínközeli léghőmérséklet (folytonos vonallal jelölve); Mű: műholdas felszínhőmérséklet (szaggatott vonallal)

az újpestiek, kivéve télen. Megfigyelhető, hogy tavasztól őszig a műholdas felszínhőmérsékleti mérések értékei magasabbak, mint az állomások léghőmérsékleti méréseinek havi átlagai. Leghűvösebb ebben az időszakban az újpesti állomási, legmelegebb a lágymányosi műholdas méréssor. Télen ellenkezőleg, a műholdas mérések átlagértékei alacsonyabbak, különösen a pestszentlőrinci és az újpesti értékek alacsonyak. Legmagasabbak a Kitaibel Pál utcai és a lágymányosi állomási mérések átlagértékei. Évszakos szinten is megállapítható, hogy nappal általában a műholdas adatsorok alapján mutatható ki magasabb hőmérséklet, kivéve télen, amikor ez csak az Aqua műhold áthaladási időpontjában (dél körül) igaz. Tavaszszal és nyáron akár 4-5 °C is lehet a kétféle módszer alapján meghatározott évszakos nappali átlaghőmérséklet között. Télen éjjel a két műholdas adatsor egyaránt kiugróan alacsony átlaghőmérsékletet mutat az állomási adatokhoz képest, míg más évszakokban az Aqua áthaladási időpontjában (éjfél után) detektálható alacsonyabb hőmérséklet. Éjszaka nincs a műholdas és állomási adatsorok átlagértékei között akkora különbség, mint nappal.

Összehasonlítottuk a havi átlaghőmérsékleti értékek napszakos eloszlását is. Azt tapasztaltuk, hogy nappal a műholdas mérések magasabb értéket mutatnak a felszínközeli léghőmérsékleti értékekhez viszonyítva, kivéve télen. Éjszaka pedig fordítva: az állomási mérések értékei a magasabbak, a kettő közötti különbség főleg télen jelentős. Kivételt képez az újpesti adatsor, itt ugyanis nyáron éjszaka is a műholdas mérések a magasabbak. Általában a műholdas mérések alapján a másik három mérési ponton nappal hidegebb van, mint Pestszentlőrincen, éjszaka pedig melegebb. Az állomási mérések alapján is hasonló a helyzet a két belvárosi állomásra nézve, viszont Újpesten nem: ott nappal van melegebb és éjszaka hidegebb.

A nappali és az éjszakai értékek átlagát véve képeztük az évszakos átlaghőmérsékleti értékeket *(3. ábra)*. A Terra áthaladásakor (reggel és este) megfigyelt értékek magasabbak mindkét mérés adatai alapján, mint az Aqua áthaladásakor. Tavasszal és nyáron a felszínhőmérséklet egyértelműen magasabb, mint a léghőmérséklet. Ősszel a



3. ábra: Évszakos átlaghőmérsékleti értékek Budapest négy mérési pontján (1: Újpest, 2: Kitaibel Pál utca, 3: Lágymányos, 4: Pestszentlőrinc)

legkisebb a különbség az értékek között, egy-egy állomáson nem haladja meg az eltérés a 0,5 °C-ot.

Télen az állomási mérések értékei magasabbak, főleg az Aqua áthaladásának időpontjaiban (délben és éjfél után). A kétféle módszerrel mért értékek között télen van a legkisebb különbség. Éves szinten a műholdas mérések alapján mind a négy mérőpontban magasabb átlaghőmérsékleti értékeket kaptunk, mint az állomási mérések alapján.

Mindkét mérési módszer esetén a legalacsonyabb hőmérsékleti érték az újpesti, a legmagasabb pedig a lágymányosi pontra vonatkozó. Legnagyobb a különbség a lágymányosi pont átlaghőmérsékleti értékei között (0,76 °C), legkisebb a Kitaibel Pál utcai pontra vonatkozó értékek között (0,02 °C).

Megvizsgáltuk a Welch-próba *(Dévényi és Gulyás, 1988)* segítségével, hogy a műholdas és állomási mérések alapján számolt havi átlagok között kimutatható-e szignifikáns különbség. Végrehajtottuk a statisztikai próbát 0,05-ös és 0,01-es szignifikancia szintre is. Míg Újpesten az év 6, illetve 8 hónapjában szignifikánsan nem különböznek a havi átlagok, Pestszentlőrincen csupán az év 2, illetve 4 hónapja ilyen. A havi átlaghőmérsékleti értékek általában a tavaszi és az őszi időszakban térnek el kevésbé, télen és nyáron tapasztalhatóak nagyobb különbségek a két különböző típusú mérés havi átlagértékei között. A napszakokat külön-külön vizsgálva általában a nappali mérésekből származó átlagértékek nem térnek el egymástól szignifikánsan, éjszaka jobban különböznek az adatsorok. Kivételt jelentenek ez alól az újpesti mérések, amik alapján éjszaka majdnem minden hónapra igaz, hogy a kétféle átlaghőmérséklet nem különbözik szignifikánsan.

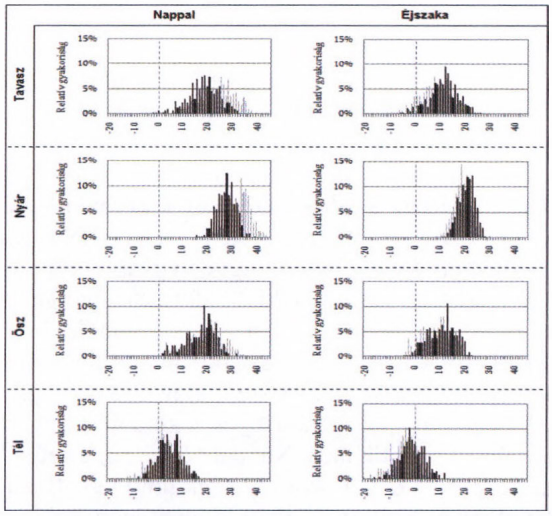
Az idősorok markáns éves menetének kiküszöbölésével meghatároztuk a hőmérsékleti anomália idősorokat. Majd ezekre kiszámítottuk a lineáris korrelációs együtthatókat. A műholdas és az állomási mérések közötti korreláció erős, az együtthatók értékei 0,85-0,95 közöttiek. Az összes korrelációs együttható 0,05-ös szinten szignifikáns a t-próba *(Dévényi és Gulyás, 1988)* alapján. A legalacsonyabb korrelációs együttható a Kitaibel Pál utcai, a legmagasabb az újpesti mérések alapján adódott.

Gyakorisági eloszlások összehasonlítása

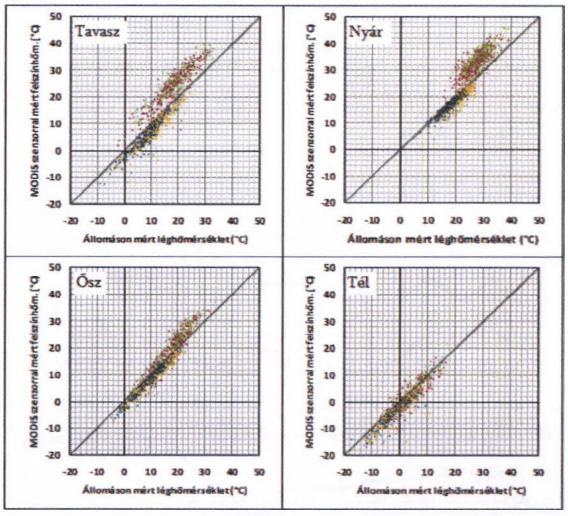
A műholdas és az állomási mérések eloszlását évszakos bontásban hisztogramos formában is összehasonlítottuk nappalra és éjszakára, mind a négy mérőpontra. Terjedelmi okok miatt ebben a cikkben csak a Pestszentlőrincre *(4. ábra)* vonatkozó Terra/MODIS műholdas felszínhőmérsékletre és a felszínközeli léghőmérsékletre vonatkozó mérési adatok évszakos relatív gyakoriságát mutatjuk be.

Éjszaka általában a felszínhőmérsékleti értékek között nagyobb az alacsonyabb értékek gyakorisága a léghőmérsékleti mérések adatsorához viszonyítva. Nappal ellenkezőleg: a műholdas értékek között nagyobb a magasabb értékek gyakorisága (kivételt csupán télen tapasztalhatunk). Ezek a gyakorisági értékek leginkább nyáron, a nappali mérések során különülnek el egymástól, amikor a felszín a legjobban felmelegszik. Ugyancsak nyáron a legkisebb a hőmérsékleti értékek szórása, ilyenkor egy-egy 1 °C-os hőmérsékleti intervallum gyakorisága akár 12-15% is lehet. Mind a négy mérőpontra minden évszakra létrehoztunk olyan pontdiagramokat, ahol az azonos időponthoz tartozó adatpárokat egy-egy pont jelképezi. Az egyik tengely az állomási mérések léghőmérsékleti értékeire vonatkozik, a másik tengely a műholdas mérések értékeire *(5. ábra)*. A vízszintessel 45°-os szöget bezáró egyenesre kerülnének a pontok akkor, ha nem lenne a két mérés között egyáltalán különbség. A diagramokon eltérő színekkel jelöltük a napszakokat és a két műhold áthaladásaihoz tartozó időpontokat. Látható, hogy így minden diagramon jól elkülönülnek a nappali és az éjszakai mérések egymástól. Nappali mérések esetén a műholdas mérések értékei magasabbak (ekkor jobban szóródnak a pontok), éjszaka pedig alacsonyabbak, mint az állomási mérések.

Ilyenkor egy-két kiugró adat is megfigyelhető, mely valószínűleg nagyrészt a hófedettséggel magyarázható. A két műhold között kis különbség van, néhány esetben éjszaka az Aqua áthaladási időpontjában alacsonyabb értékeket mértek.



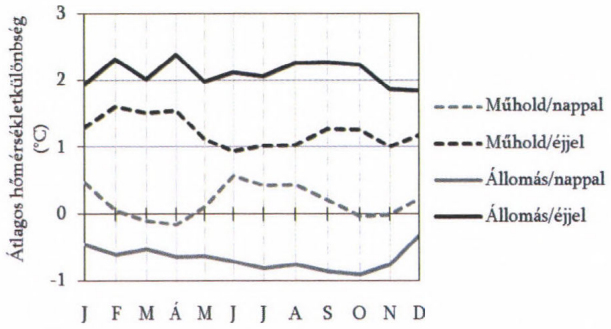
4. ábra: Hőmérsékleti értékek (°C) eloszlása a Terra áthaladásának időpontjaiban, Pestszentlőrincen, 2001-2008 (Felszíni mérés; Állomási mérés)



5. ábra: A műholdas és az állomási mérések összehasonlítása pontdiagramok segítségével Pestszentlőrincre, 2001-2008 (Nappal/Terra; Nappal/Aqua; Éjjel/Terra; Éjjel/Aqua)

Városi hősziget-intenzitás a műholdas hőmérsékleti értékek alapján

Vizsgálataink során minden állomásra kiszámítottuk a műholdas felszínhőmérsékleti értékek városkörnyéki átlagtól való eltérését, mely az adott 1 km^2-es terület városi hősziget-intenzitását adja meg. Ezeknek az intenzitásoknak a havi átlagát elemeztük napszakos bontásban. Az intenzitás értéke a lágymányosi mérőponton a legmagasabb, s az újpestin a legalacsonyabb. Éjjel viszonylag kiegyenlítettek, magasak az átlagértékek (1 és 5 °C között, de egy-egy mérőpontra 1,5 °C-os intervallumon belül mozognak). Pestszentlőrincen nyáron, a másik három mérőhelyen az év első negyedében van az átlagértékek maximuma. A nappali intenzitás értékek alacsonyak, az éven belül változékonyabbak, mint az éjszakaiak. Tavaszszal és ősszel a Kitaibel Pál utcában és Újpesten negatív értékeket kaptunk, azaz ilyenkor az ott mért műholdas felszínhőmérsékletek alacsonyabbak, mint a városkörnyéki átlaghőmérséklet.



6. ábra: A két belvárosi és a két külterületi állomás közötti havi átlagos hőmérsékletkülönbség nappal és éjszaka, 2001-2008

A belvárosi és a külterületi mérőhelyek közötti hőmérsékletkülönbség elemzése

Mivel felszíni mérőállomások adatai csak négy helyről állnak rendelkezésünkre, így ezek segítségével szeretnénk a hősziget-intenzitást jellemezni. Általában Pesten a Nagykörutat, Budán pedig ennek a meghosszabbítását tekintjük a belváros határvonalának. A két budai meteorológiai állomás (Kitaibel Pál utca, Lágymányos) ennek a területnek a szélén van, így a vizsgálat során ezeket belvárosinak, a két pestit (Újpest, Pestszentlőrinc) pedig Budapest közigazgatási határához való közelsége miatt külterületinek tekintettük. A belvárosi és a külterületi állomások közötti hőmérsékletkülönbséggel jellemezhetjük a hősziget-intenzitást.

A belvárosi állomások átlagosan 0,75 °C-kal melegebbek, mint a külterületiek. A különbség éves menete viszonylag gyenge, nem haladja meg a 0,6 °C-ot *(6. ábra)*. Éjszaka magasabb értékeket kapunk, mint nappal, a műholdas és az állomási mérések alapján egyaránt. Az állomási mérések alapján meghatározott intenzitás éjszaka magasabb, nappal alacsonyabb, mint a műholdas mérések alapján. Ez utóbbi érték nappal negatív, azaz a pesti állomásokon az állomási mérések szerint nappal melegebb a felszínközeli légréteg, mint a budaiakon. Az állomási mérések alapján a legnagyobb a hőmérsékletkülönbség éjszaka, ami összhangban van a megfigyelésekkel, miszerint a hagyományos mérésekkel megállapított hősziget-intenzitás este a legerősebb, nappal viszont gyenge, vagy akár negatív is lehet *(Unger és Sümeghy, 2002)*. A Terra és az Aqua műhold átvonulási időpontjában történő mérések átlagértékei között nem találtunk jelentős különbséget.

A teljes időszak minden egyes hónapjára képzett idősor a két belvárosi és a két külterületi állomás között fellépő átlaghőmérsékletek különbségét adja meg *(7. ábra)*. A grafikonokon oszlopokkal jelöltük az adott hónap adott napszakához tartozó, rendelkezésre álló adatok számát. Jól látszik a felhasznált adatok egyenlőtlen éven belüli eloszlása. A téli félévben jóval kevesebb adatot használhattunk fel a felhőzet nagyobb gyakorisága miatt, mint a nyári félévben. Ezen kívül 2001-2002 során kevesebb az adat, melynek oka az Aqua műhold későbbi üzembe helyezése. Így például 2001 júniusából összesen 2 nappali adat állt rendelkezésre, s emiatt az átlag szélsőségesen alacsony. Az eredmények a korábbi vizsgálatok tapasztalatait erősítik meg. Nappal *(7/a ábra)* a műholdas mérések alapján 0-1 °C körüli, a felszíni mérőállomások adatai alapján pedig 0 °C alatti különbségértékeket kaptunk, azaz a műholdas felszínhőmérséklet a belvárosi mérőpontokon volt magasabb, míg a felszínközeli léghőmérséklet inkább a külterületi állomásokon. A műholdas felszínhőmérsékleti értékeknek nyáron és télen, a felszín közelében mért léghőmérsékleti értékeknek télen van maximuma. A 2003-as és 2007-es években hiányzik ez a műholdas nyári maximum, ami annak köszönhető, hogy ezek szélsőségesen meleg évek voltak, s ekkor az egész felszín egyenletesen átmelegedhetett *(Dezső, 2009)*. Éjszaka *(7/b. ábra)* mindkét intenzitás-idősor egyértelműen a pozitív tartományba esik. A műholdas mérések közti havi átlagos hőmérsékletkülönbség nagyrészt 1-2 °C között vannak, az állomási mérések alapján számított havi átlagos különbségek ezt kb. 1 °C-kal haladják meg.

Összefoglalás

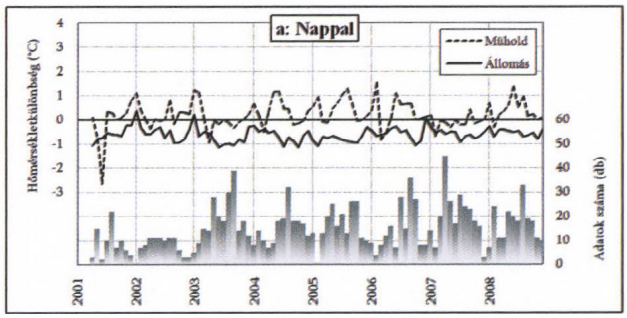
Vizsgálataink során az Aqua és a Terra műhold MODIS szenzora által 2001-2008 során mért felszínhőmérsékleti értékeket hasonlítottuk össze az Országos Meteorológiai Szolgálat Budapest területén található négy szinoptikus és klímaállomásán mért léghőmérsékleti értékekkel. Elemzéseink alapján az alábbi következtetéseket vonhatjuk le:

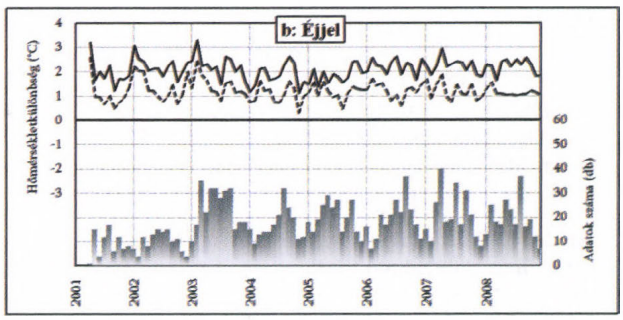
(1) A műholdas mérések havi átlaghőmérsékleti értékei nyáron magasabbak, télen alacsonyabbak, mint az állomási mérések átlagértékei. Ez a felszín erőteljesebb felmelegedésének és lehűlésének köszönhető.

(2) A műholdas és az állomási mérések alapján meghatározott évszakos átlaghőmérsékleti értékek között ősszel találtuk a legkisebb különbséget. Tavasszal és nyáron nagyobb a kettő eltérése. Általában nappal a műholdas, éjszaka pedig az állomási értékek voltak magasabbak.

(3) Az éves átlaghőmérsékleti értékek az újpesti mérőponton a legalacsonyabbak, és a lágymányosi ponton a legmagasabbak. A műholdas és állomási mérések alapján meghatrozott átlagértékek között a legkisebb a különbség a Kitaibel Pál utcában, a legnagyobb Lágymányoson.

(4) Két mérőállomást belvárosiként, kettőt külterületiként definiálva a közöttük fellépő hőmérsékletkülönbségeket a hősziget-intenzitás jellemzésére alkalmaztuk. Ezek az értékek éjjel magasabbak, nappal alacsonyabbak, vagyis a budapesti hősziget éjszaka erőteljesebb, nappal kisebb intenzitású. Az állomási mérések alapján szélsőségesebbek, mint a műholdas mérések alapján. Nappal akár negatívak is lehet az állomási mrések különbségeként meghatározott hősziget-intenzitás, ami arra utal, hogy ilyenkor a külterületi állomásokon mért hőmérséklet magasabb, mint a belvárosi állomásokon.





7. ábra: A két budai és a két pesti állomás közötti hőmérsékletkülönbség havi átlagai, valamint az átlagképzéshez használt adatok száma a vizsgált nyolc év során

Köszönetnyilvánítás

A műholdas felszínhőmérsékleti adatbázis előállítása és rendelkezésre bocsátása az amerikai NASA-nak köszönhető, melyhez a Földfelszíni Megfigyelőrendszer Adatközpontján keresztül jutottunk hozzá. Kutatásainkat az OTKA T-049824, K-67626, K-69164, K-78125 számú pályázatai, valamint az IHM TP-241, TP-258, TP-287, TP-338 számú pályázatai támogatták. További segítséget nyújtott az MTA TKI Alkalmazkodás a klímaváltozáshoz című (2006/TKI/246) programja, a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium, az Európai Regionális Fejlesztési Alap CC-WATERS nevű projektje (SEE/A/022/2.1/X), valamint az Európai Unió és az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával az "Európai Léptékkel a Tudásért, ELTE-TÁMOP-4.2.1/B-09/1/KMR-2010-0003. A felsőoktatás minőségének javítása a kutatás-fejlesztés-innováció-oktatás fejlesztésén keresztül" pályázat. A felszíni léghőmérsékleti adatok leválasztásáért köszönetet mondunk az Országos Meteorológiai Szolgálatnak.

Irodalomjegyzék

Bartholy J., Pongrácz R., Dezső Zs. 2005: A hazai nagyvárosok hősziget hatásának elemzése finomfelbontású műholdképek alapján. – *Agro-21 füzetek.* 44. pp. 32-44.

Dezső Zs., Bartholy J., Pongrácz R. 2005: Satellite-based analysis of the urban heat island effect. – *Időjárás.* 109. pp. 217-232.

Dezső Zs. 2009: A magyarországi és közép-európai nagyvárosokban kialakuló városi hősziget vizsgálata finom felbontású műholdképek alapján. – *Doktori (PhD) értekezés.* Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest. 112 p.

Dévényi D., Gulyás O. 1988: Matematikai statisztikai módszerek a meteorológiában. – *Tankönyvkiadó,* Budapest. 443 p.

Landsberg, H. E. 1981: The Urban climate. – *Academic Press.* 275 p.

NASA 1999: Science writers' guide to Terra. – *NASA Earth Observing System Project Science Office,* Greenbelt, MD. 26 p.

NASA 2005: MODLAND Tile Calculator. *http://modis-250m.nascom.nasa.gov/cgi-bin/developer/tilemap.cgi*

Oke, T. R. 1982: The energetic basis of the urban heat island. – *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society.* 108. pp. 1-24.

Probáld F. 1974: Budapest városklímája. – *Akadémiai Kiadó,* Budapest. 127 p.

Unger J., Sümeghy Z. 2002: Környezeti klimatológia. Kisléptékű éghajlatok, városklíma. – *JATEPress,* Szeged. 202 p.

A 850/1000 HPA-OS RELATÍV TOPOGRÁFIÁN ALAPULÓ HALMAZÁLLAPOT-ELŐREJELZÉS ÚJ MÓDSZERE

A NEW METHOD FOR FORECASTING THE STATE OF PRECIPITATION BASED ON 850/1000 HPA RELATIVE TOPOGRAPHY

Babolcsai György
Országos Meteorológiai Szolgálat, H-1525 Budapest, Pf. 38., *babolcsai.gy@met.hu*

Összefoglaló. A tapasztalatok szerint a 850/1000 hPa-os relatív topográfia 1300 méteres izovonalának halmazállapot-elválasztó prediktorkénti használata hasznos segítség az előrejelzésben, azonban prognosztikai sikeressége erősen függ az időjárási helyzettől. Részletesen megvizsgálva az előrejelzés eredményességének szórását okozó tényezőket, és ezáltal feltárva az egyes meteorológiai változók szerepét, új, bármely modellre könnyen előállítható hó-valószínűség prediktort sikerült megalkotni. E prediktor a 850/1000 hPa-os relatív topográfia, a 850 hPa-os hőmérséklet, a 2 méteres harmatpont, a csapadék-intenzitás és a tengerszintre átszámított légnyomás alapján adja meg a hó valószínűségét. Az új módszer alkalmazásával a halmazállapot prognosztizálásának eredményessége jelentős mértékben javítható.

Abstract. According to experiences, applying the 1300 gpm isoline of the 850/1000 hPa relative topography as a predictor to draw a threshold for the state of precipitation is a useful tool in forecasting. The reliability of this method, however, strongly depends on the weather situation. A new predictor for the probability of snow was developed through a comprehensive investigation of factors leading to a fluctuation in forecast skill of the above mentioned method and by revealing how different meteorological parameters contribute to this. This predictor provides the probability of snow based on 850/1000 hPa relative topography, temperature of the 850 hPa level, 2 meter dew point, precipitation intensity as well as mean sea level pressure and can be easily applied for any NWP models. Using this new method, the skill of predicting the state of precipitation can be significantly improved.

1. Bevezetés

A téli félévben a csapadék halmazállapotának előrejelzése gyakran állítja nagy kihívás elé a szinoptikus meteorológusokat. A nehézségeket jól mutatja, hogy az ilyen időjárási helyzetek között egyaránt találunk olyanokat, amelyeknél a bekövetkező halmazállapot rövid időn belül adott helyen is többször változik (csupán tized fokokon, kis intenzitásbeli változásokon múlik, hogy éppen eső, havas eső vagy hó formájában éri el a csapadék a felszínt), és olyanokat, amelyekben a nagyobb térséget (régiót, országrészeket) érintő, hosszú órákig, olykor egy-két napig is fennálló csapadék formája végül térben és időben nagy részben vagy teljesen egységesnek bizonyul.

Mivel lehetséges következményeit tekintve az év ezen időszakában éppen a csapadékforma a legfontosabb időjárási tényező, annak minél pontosabb előrejelzése érdekében célszerű minél több módszer együttes alkalmazása. Ez annál is inkább fontos, mert a havazás előrejelzése további kérdéseknek nyit kaput: az esetlegesen lehulló hó megmarad-e, illetve részben megmarad-e, és ha a hó megmarad, mennyi lesz a vízegyenértéke (nem mindegy ugyanis, hogy 10 mm csapadék 10 vagy 20 cm-es hótakarót eredményez-e)?

Az Országos Meteorológiai Szolgálatnál a halmazállapot prognosztizálásához a modellek saját előrejelzései, és egy, a légoszlop pozitív és negatív hőmérsékletű területének kiszámításán alapuló statisztikai valószínűségi eljárás (Fövényi, 1999) mellett közel egy évtizede felhasználják a 850/1000 hPa-os relatív topográfiát[1] is.

Utóbbi módszer operatív alkalmazását *Hirsch Tamás* diplomamunkájának eredménye inspirálta, amely szerint a vizsgált számos halmazállapot prediktor közül az RT 850/1000 bizonyult a legjobbnak (a relatív topográfia 1300 méteres értékénél síkvidéken körülbelül ugyanakkora a hó és az eső valószínűsége, ettől lefelé a hónak, felfelé az esőnek növekszik az esélye). A módszer egyértelmű előnye, hogy a különböző modellek különféle parametrizációs halmazállapot-előrejelzéseivel szemben univerzális, minden modellre könnyen és gyorsan előállítható, és az előrejelző jól ismerheti a fizikáját (Hirsch, 2000).

A tapasztalatok alapján megállapíthatjuk, hogy a 850/1000 hPa-os relatív topográfia 1300 méteres izovonalának halmazállapot-elválasztó prediktorkénti használata hasznos segítség az előrejelzésben, azonban prognosztikai sikeressége erősen függ az időjárási helyzettől. Szinoptikus-klimatológiai vizsgálatból nyert átlagértékről lévén szó természetes, hogy az 1300 métertől időnként lényegesen eltérhet a tényleges halmaz-

---

[1] *A 850/1000 hPa-os relatív topográfia a 850 hPa-os és az 1000 hPa-os nyomási szintek közti réteg vastagságát adja meg. Minél hidegebb ez a réteg, annál vékonyabb (mert sűrűbb benne a levegő). Tehát minél alacsonyabb az RT 850/1000 hPa-os érték, annál nagyobb a valószínűsége, hogy azon áthullva hó formájában érjen felszínt a csapadék.

állapot-váltáshoz tartozó érték. Célszerűnek látszott tehát a továbblépés, azaz részletesen megvizsgálni a szórást okozó tényezőket, feltárni az időjárási helyzet és benne egyes meteorológiai változók szerepét, és ennek nyomán pontosabb prediktort megalkotni.

2. A vizsgálat módszertana

A vizsgálat a Budapest-pestszentlőrinci szinoptikus főállomás rádiószondás és szinop adatai alapján készült. Azon esetek lettek feldolgozva az 1962-től 2009-ig, november 1-től március 31-ig terjedő időszakból, amikor a napi csapadékösszeg elérte az 1 mm-t, és a rádiószondás felszállás idején az állomás (nem záporos) csapadékot jelentett. A nem záporos kitétel oka az, hogy a cél a nagyobb térségű – a halmazállapot tekintetében a záporostól gyakran eltérő légköri viszonyokkal rendelkező – csapadék vizsgálata volt.

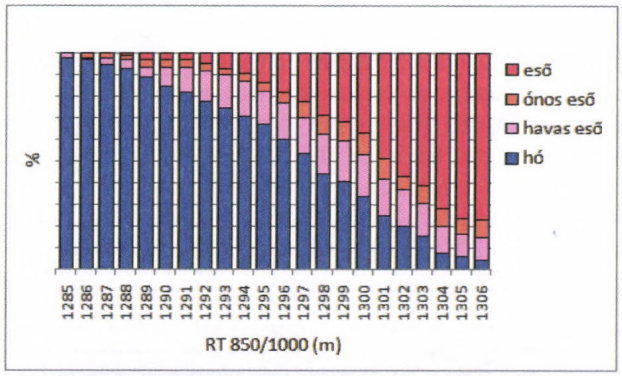
A vizsgálat első lépéseként meg kellett határozni az egyes csapadékformáknak az RT 850/1000 értékek függvényében fellépő relatív gyakoriságát (*1. ábra*). (Az eloszlásfüggvény simítva lett az esetszám növelésével, oly módon, hogy az egyes RT 850/1000 értékekhez tartozó relatív gyakoriságok öt érték eseteiből állnak elő: az adott RT 850/1000 értékekhez hozzávesszük a szomszédos két-két méter adatait. Tehát például az 1297 méteres értékhez tartozó csapadéktípus relatív gyakorisága az 1295, 1296, 1297, 1298 és 1299 méteres esetek alapján kerül kiszámításra. Mindez megengedhető, mivel a RT 850/1000 értékének csökkenésével a hó valószínűségének növekedése egyértelműen monoton és egyenletes, továbbá számításba lehet venni kerekítési hibákat és mérési pontatlanságokat (pl. a ballonelsodródást)).

A vizsgálat alapján 99 százalékot meghaladó valószínűséggel várhatunk 1285 méteres rétegvastagság alatt havat, 1306 méter felett esőt. Az e két tartomány közti 22 méteres intervallumba eső esetek száma 746 volt, ebből 389 hó, 229 eső, 89 havas eső, 39 ónos eső.

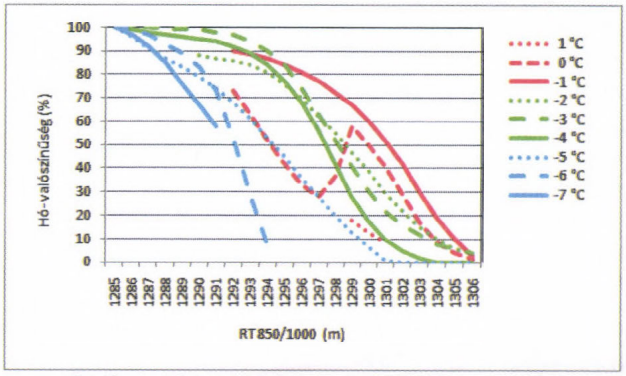
Az *1. ábra* alapján 1297,5 méter körüli értéknél 50 százalék a hó relatív gyakorisága, és 1299 méternél egyezik meg a tisztán szilárd (hó) és a tisztán folyékony halmazállapot (eső és ónos eső) valószínűsége. (Tehát ez kissé eltér Hirsch Tamás eredményétől, aki szintén a Budapest-pestszentlőrinci állomás adatait vizsgálta, de az 5 mm-nyi csapadékot elérő napokat, és rövidebb időszakot.)

A vizsgálatba vont, feltételezett halmazállapot-befolyásoló tényezők a következők voltak: a hőmérséklet 2 méteren, 925 és 850 hPa-on, a 2 méteres harmatpont, a 2 méteres nedvesség (a harmatpontdeficit alapján), a csapadék-intenzitás (a jelenidő kód alapján), a tengerszintre átszámított légnyomás, a szélsebesség 10 méteren, 925 és 850 hPa-on.

A vizsgálat szerint ezen tényezők közül, azonos RT 850/1000 érték mellett a 850 hPa-os hőmérsékletet, a csapadék-intenzitást, a légnyomást és a 2 méteres harmatpontot érdemes halmazállapotot befolyásolóként figyelembe venni.



1. ábra. A különböző csapadéktípusok relatív gyakorisága a 850/1000-es relatív topográfia függvényében



2. ábra. A hó valószínűsége a 850/1000-es relatív topográfia és a 850 hPa-os hőmérséklet függvényében

A hó-valószínűség nem mutatott szignifikáns érzékenységet a 850 hPa-os és 925 hPa-os szélsebességre, továbbá a vizsgálat nem hozott a 850 hPa-os hőmérsékletre és a 2 méteres harmatpontra nyerten túli érdemi információt a 925 hPa-os hőmérséklet, a 2 méteres hőmérséklet és nedvesség esetében, illetve használhatatlannak bizonyultak a 10 méteres szélsebességre kapott eredmények.

3. A halmazállapot-befolyásoló tényezők

3. 1. A légrétegződés

Azonos rétegvastagságú esetek között egyre inverziósabb légállapotúnak tekinthetjük a réteg tetején, azaz 850 hPa-on egyre melegebbeket, és fordítva, egyre kirugódottabb állapotgörbéjűnek a felső szinten egyre hidegebbeket. Extrém esetektől eltekintve ugyanis azonos átlaghőmérsékletű légoszlopot szemlélve minél hidegebb van lent, annál melegebb kell, hogy legyen fent, és viszont.

Ez a törvényszerűség olvasható ki a *2. ábráról*, benne érdekes részletekkel. (Ahol nem volt elégséges az eset-

szám, nincs folytatva a görbe). Kisebb eltérésektől eltekintve főszabályként jó közelítéssel elmondhatjuk, hogy azonos RT 850/1000 érték mellett minél alacsonyabb a 850 hPa-os hőmérséklet, annál kisebb a hó valószínűsége.

Például ha 1300 méteres RT 850/1000 értéknél a réteg tetején -5 fok a levegő hőmérséklete, akkor az esetek kevesebb, mint 10 százalékában, míg -1 fokos hőmérsékletnél több mint 60 százalékában várhatunk havat! A rétegvastagságnak és a réteg teteje hőmérsékletének együttes ismerete tehát jó fokmérője a légállapot típusának, az inverzió, illetve az átkeveredettség erősségének, és így közvetve az utazó hópelyhek olvadása valószínűségének. Mindez legtisztábban az 1298 méter feletti tartományban mutatkozik meg.

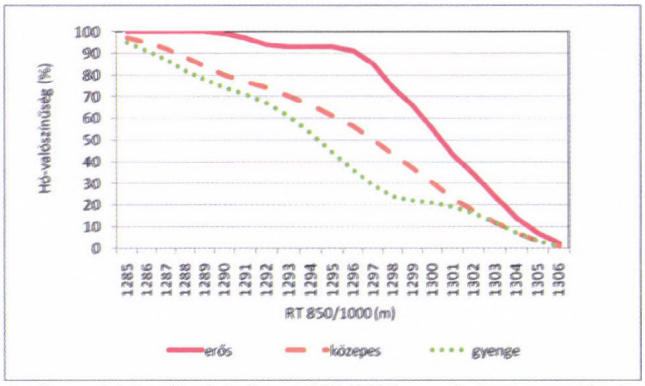
1295 méter felett azonos RT 850/1000 értékű esetek közül a -1 fokos 850 hPa-os hőmérsékletűeknél a legnagyobb a hó valószínűsége. Ekkor fent elég hideg van már a hóhoz, és egyben elég hideg a teljes légoszlop. Érdekes a 0 fokos görbe: 1299 és 1303 méter között ennél a hőmérsékletnél alig kisebb a hó esélye, mint -1 foknál, de 1299 méter alatt átmenetileg drasztikusan megnő az egyéb csapadéktípusok aránya. Ez az egyetlen izoterma, ahol sérül a monotonitás, miszerint az RT 850/1000 érték csökkenésével a hó valószínűsége növekszik. További érdekes eredmény, hogy 1298 méter alatt a 0 és -5 fok mellett fellépő hó-valószínűség közel azonos, valamint hogy 1297 méter felett -2, alatta -3 fokon nagyobb kissé a hó relatív gyakorisága.

háromszor nagyobb eséllyel várhatunk havat, mint gyenge esetén. Az erős és közepes intenzitás hó-valószínűségei között nagyobb a különbség, mint a közepes és gyenge között.

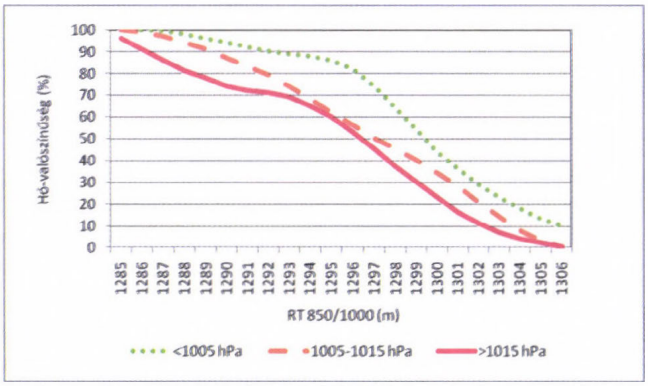
A vizsgált tartomány nagy részén a csapadék intenzitásának gyengéből erősbe való váltása 6-8 méternyi relatív topográfia csökkenés hatásával megegyező hóvalószínűség növekedést eredményez. Megállapíthatjuk továbbá, hogy erős intenzitás esetén már 1296 métertől lefelé 90 százalék fölötti a hó esélye, gyenge intenzitás esetén ez csak 1286 métertől következik be.

3. 3. A légnyomás

Az RT 850/1000 definíciójából következően a légnyomás értékének – azon túl, hogy minél alacsonyabb a légnyomás, átlagosan annál intenzívebb lehet a csapadék – egy speciális következménye is van a számolt hóvalószínűségre. Ha a műszerszinti légnyomás 1000 hPa alatti, akkor az RT 850/1000 érték kiszámításakor felszín alá hatoló extrapolációval élünk, ezért a valóságosnál vastagabb légréteggel – hosszabb lehetséges olvadási úttal – számolunk, ami a hó valószínűségének gyakori alábecslését eredményezi. Ha viszont a műszerszinti légnyomás 1000 hPa feletti, akkor a 850 és 1000 hPa közötti tartományon áteső csapadéknak további légrétegen kell átjutnia, ezért a hó olvadására hosszabb ideig van lehetőség. Ebben az esetben az RT 850/1000 felülbecsli a hó valószínűségét.



3. ábra. A hó valószínűsége a 850/1000-es relatív topográfia és a csapadék intenzitása függvényében



4. ábra. A hó valószínűsége a 850/1000-es relatív topográfia és a tengerszinti légnyomás függvényében

3. 2. A csapadék-intenzitás

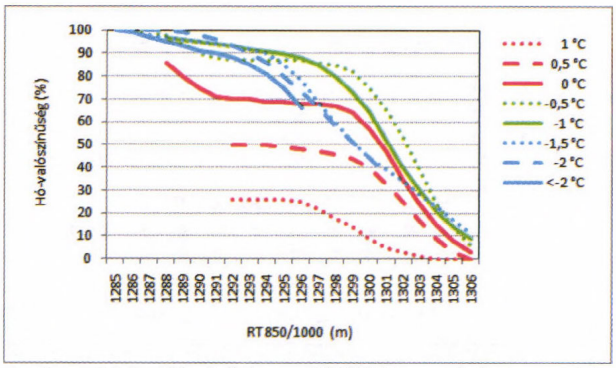
A csapadék párolgás és olvadás általi hűtő hatásának szerepe a hó-valószínűség alakulásában markánsan mutatkozik meg a *3. ábrán*. Azonos RT 850/1000 érték mellett minél intenzívebb a csapadék, annál nagyobb a hó valószínűsége. Az intenzitás szerepének megállapítására az észlelés jelenidő kódja bizonyult a legmegfelelőbbnek (bár szubjektív, mégis jobban szétválasztja az eseteket, mint a harmatpontdeficit). Legerősebb a függés az 1296 és 1300 méteres értékek között, ahol erős intenzitás esetén mintegy

A két fenti – egy irányba húzó – hatás következményét látványosan szemlélteti a *4. ábra*: azonos RT 850/1000 érték mellett minél alacsonyabb a légnyomás, annál nagyobb a hó valószínűsége. Az alacsony és magas nyomású kategóriákba tartozó esetek között mintegy 10-30 százalék különbség mutatkozik, a kisebb a vizsgált RT 850/1000 tartomány két szélén, a nagyobb a közepén. A középső légnyomás kategória hó valószínűsége a RT 850/1000 tartomány középén megközelíti a magas légnyomású esetekét.

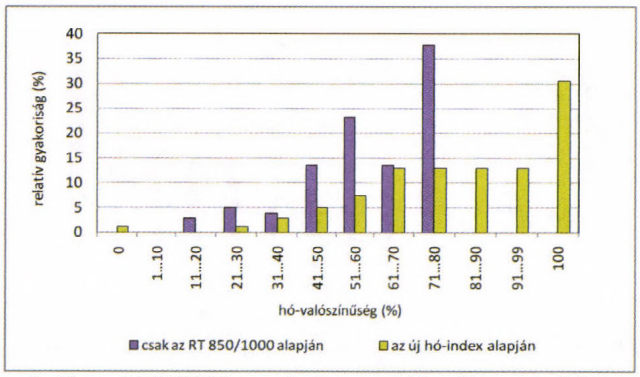
3. 4. A 2 méteres harmatpont

A hó előfordulásában a 2 méteres harmatpont fontossága nyilvánvaló. A +1 fok feletti tartományban szinte nincs eset, majd +1 fok alatt gyorsan nő a hó-valószínűség (*5. ábra*). Az 1296 méter feletti RT 850/1000 értékeknél -0,5 foknál a legnagyobb a hó esélye. Például a 34 százalékos átlagos hó valószínűséggel rendelkező 1300 méteres RT 850/1000 hPa-os esetek között, ha hozzá -0,5 fokos 2 méteres harmatpont társul, 80 százalékos a hó esélye.

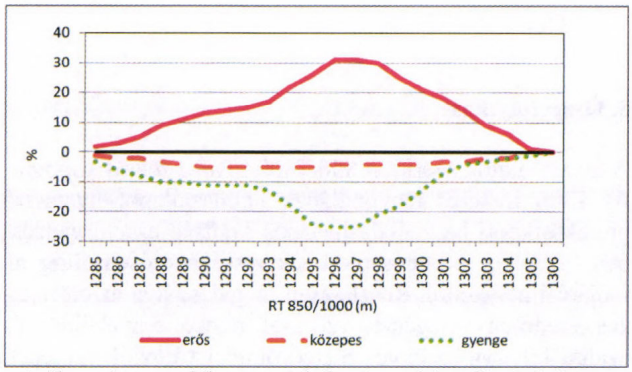
A fent ismertetett négy halmazállapot-befolyásoló tényezőre megkapott összefüggések, valószínűségek alapján a modell-előrejelzésekben használható hó-valószínűség index egyszerű algoritmusa a következő: a relatív topográfia megismert „nyers" hó-valószínűségeihez (*1. ábra*) hozzáadjuk, illetve azokból levonjuk a vizsgálat során a négy tényezőre külön-külön nyert járulékokat. A négy tényező egyikének, a csapadék-intenzitásnak a járulékát szemlélteti a *6. ábra*.



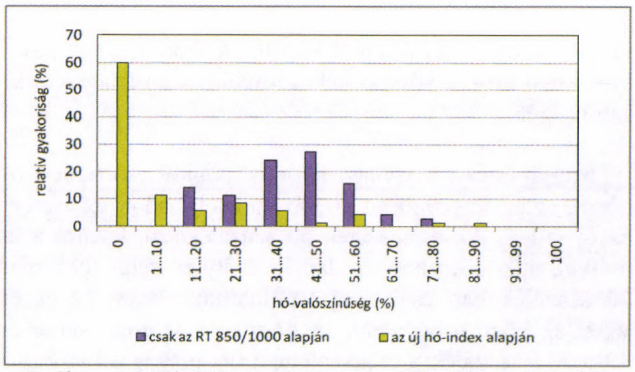
5. ábra. A hó valószínűsége a 850/1000-es relatív topográfia és a 2 méteres harmatpont függvényében



7. ábra. A 850/1000-es relatív topográfia, illetve az új hó-index alapján előrejelzett hó-valószínűségek relatív gyakorisága, amikor ténylegesen havazott



6. ábra. A csapadék-intenzitás hatása a hó-valószínűségre a 850/1000-es relatív topográfia függvényében



8. ábra. A 850/1000-es relatív topográfia, illetve az új hó-index alapján előrejelzett hó-valószínűségek relatív gyakorisága, amikor ténylegesen eső esett

Az ok ezúttal is abban keresendő, hogy ugyanazon RT 850/1000 érték mellett, ha lent hidegebb van, akkor fent melegebbnek kell lennie. Úgy tűnik, a harmatpontnál -0,5 fok körül van a „mágikus határ", amely alatt a fenti régiókban van túl meleg, illetve amely feletti harmatpontnál a legalsó légrétegben tud nagyon megolvadni a hó. Fagypont alatti harmatpontnál a harmatpont csökkenésével az 1296 méter feletti tartományban csökken, az az alattiban alig változik a hó valószínűsége.

4. Új hó-valószínűség index

A vizsgálat végső célja egy hó valószínűségi változó (index) megalkotása volt, amely a 746 eset alapján az egyes RT 850/1000 értékekhez megkapott „nyers" hó-valószínűséget az azt befolyásoló meteorológiai változók függvényében korrigálja.

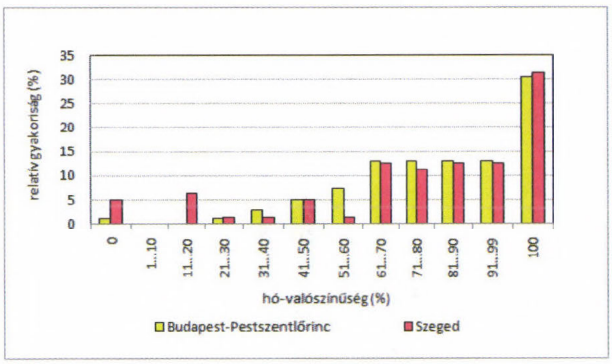
Tehát, ha például az adott földrajzi pontra a modell 1299 méteres RT 850/1000 értéket jelez előre, akkor ott a „nyers" RT 850/1000-re kapott valószínűségek alapján 41 százalék a hó esélye. Amennyiben viszont figyelembe vesszük a csapadék-intenzitást is, akkor, ha ott gyenge a modell alapján várt csapadék, kb. 22 százalékra csökken, ha viszont erős, akkor 64 százalékra nő a hó valószínűsége. Ugyanígy kiszámolva a 850 hPa-os hőmérséklet, a légnyomás és a 2 méteres harmatpont járulékait, s a végén ezeket összeadva megkapjuk az új hó-valószínűséget. A *7.* és *8. ábrán* az látható, hogy az 1292 és 1302 méter közötti tartományban (amikor is 80 és 20 százalék között változik a hó esélye) mennyit javított ez a módszer az egyszerűen az RT 850/1000 alapján megismert („nyers") valószínűségekhez képest, amikor ténylegesen hó, illetve amikor eső esett.

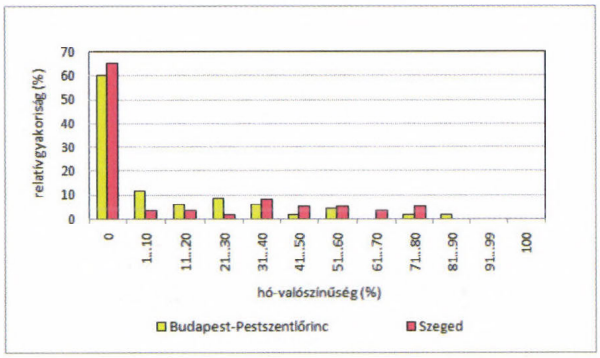
A havas esetek 30 százalékában az új index 100 százalék, 13-13-13-13 százalékban (érdekes véletlen) 61-70, 71-80, 81-90 és 91-99 százalék valószínűséget adott a hónak (*7. ábra*), és mindössze az esetek 10 százalékában adott 50 százalék alatti hó esélyt. A régi index ebben a tartományban „nem tudott" 80 százalék fölötti hó esélyt adni, igaz, a 71-80 százalékos intervallumba esett csaknem az esetek 40 százaléka. Az esetek mintegy negyedében azonban 50 százalék alá adta a hó valószínűségét, amikor is a bekövetkezett csapadékforma hó volt. A korrekció a havas esetekben 60-ról 80 százalékra növelte a hó átlagos valószínűségét.

Nagymértékű a javítás akkor is, amikor eső hullott (*8. ábra*), azaz drasztikusan kisebb hó esélyt adott ez esetben az új index. Az esős esetek 60 százalékában kizárta a hó esélyét, miközben a nyers alapján az ilyen esetek több mint 70 százalékában csak annyit tudhattunk, hogy 30 és 60 százalék közti a hó esélye. A korrekció az esős esetekben 39-ről 11 százalékra csökkentette a hó átlagos valószínűségét.

A budapesti állomásra megkapott hó-valószínűségeket alkalmazva a szegedi szinoptikus főállomás adatsorára (szintén azokat az esetek kiválasztva az 1962-től 2009-ig, november 1-től március 31-ig terjedő időszakból, amikor a napi csapadékösszeg elérte az 1 mm-t, és a rádiószondás felszállás idején az állomás (nem záporos) csapadékot jelentett, továbbá az RT 850/1000 értéke 1292 és 1302 méter közötti volt), egy csaknem független mintán ellenőrizhetjük eredményünket. A két mintát azért nevezhetjük csaknem függetlennek, mert bár az esetek egy része azonos időpontú, és nyilván azonos légköri objektum szülte, ugyanakkor a 170 km-es távolság még ezen esetek nagy részében is a négy befolyásoló tényező tekintetében jelentős eltéréseket feltételez. A két minta összehasonlítása látható a *9. ábrán*. Nagyfokú hasonlóság mutatkozik, amely igazolja a budapesti adatok alapján kapott hó-valószínűségek reprezentativitását a síkvidéki területekre.

2010 februárjától az új index alapján számolt hóvalószínűség mezők több modellre is elérhetők lettek az OMSZ HAWK 3-as megjelenítő rendszerén, és már a napi operatív munkában hasznosulnak. Az eredmények igen biztatóak. Az új index, a „nyers" valószínűségek és a modellek saját halmazállapot-előrejelzései beválásának összehasonlítása, objektív verifikációja a következő téli idények feladata lesz.





9. ábra. Az új hó-index alapján előrejelzett hó-valószínűségek relatív gyakorisága Budapesten és Szegeden, amikor ténylegesen hó (bal oldalon), illetve eső (jobb oldalon) esett

5. Összefoglalás

A tapasztalatok szerint a 850/1000 hPa-os relatív topográfia 1300 méteres izovonalának halmazállapot-elválasztó prediktorkénti használata hasznos segítség az előrejelzésben, azonban prognosztikai sikeressége erősen függ az időjárási helyzettől. Részletesen megvizsgálva az előrejelzés eredményességének szórását okozó tényezőket, és ezáltal feltárva az egyes meteorológiai változók szerepét, új, bármely modellre könnyen előállítható hó-valószínűség prediktort sikerült megalkotni. E prediktor a 850/1000 hPa-os relatív topográfia, a 850 hPa-os hőmérséklet, a 2 méteres harmatpont, a csapadék-intenzitás és a tengerszintre átszámított légnyomás alapján adja meg a hó valószínűségét. Az új módszer alkalmazásával a halmazállapot prognosztizálásának eredményessége jelentős mértékben javítható.

Irodalom:

Fövényi A., 1999/1: Probability Forecasting of Different States of precipitation Using ALADIN Data, RC LACE Bulletin No.7, 4 pages, Ljubljana, Slovenia, 1999

Hirsch, T., 2000: Synoptic-climatological investigation of weather systems causing heavy precipitation in winter in Hungary, Időjárás Vol. 104 No. 3., pp. 173-196

VÁROSI LÉGSZENNYEZETTSÉG VIZSGÁLATA TERJEDÉSI MODELL ALKALMAZÁSÁVAL

EXAMINATION OF CITY AIR POLLUTION BY APPLYING DIFFUSE MODEL

Szűcs János
Szent István Egyetem, Alkalmazott Bölcsészeti és Pedagógiai Kar
5100 Jászberény, Rákóczi út 53. *szucs.janos@abk.szie.hu*

Összefoglalás: A települések levegőminőségét jelentékeny módon befolyásolhatják a területükön és a környezetükben fellelhető pontforrások. Jogszabályi kötelezettség miatt az üzemeltetők a környezetvédelmi felügyelőségek számára biztosítják a források működésével kapcsolatos adatokat, amelyek lehetővé teszik a bejelentésre kötelezett szennyezőanyagok terjedésének modellezését. A mintaterületnek választott Jászberényben, 2002-től Gauss modell alkalmazásával három erősen változó gáz: a szén-monoxid, kén-dioxid, és a nitrogén-dioxid immissziós értékeinek számítására került sor, különböző meteorológiai körülményeket feltételezve.

Abstract: The air quality of a town can be considerably influenced by the point sources located on and near their area. Because of legal obligations the operators have to report about the point sources in their territory to the environmental protection authority, so the transmission of polluting material can be modelled. In the model area of Jászberény, the immission values of three strongly inconstant gases (carbon monoxide, sulphur dioxide and nitrogen dioxide) were calculated by applying Gaussian model from 2002, assuming different meteorological conditions.

Bevezetés

A települési légszennyezettség megismeréséhez elterjedt módszer a mérési adatok feldolgozása. A mért adatok általában viszonylag egyszerűbb leíró statisztikai módszerekkel feldolgozhatók és megjeleníthetők, emellett a táblázatok, diagramok értelmezéséhez sem szükséges feltétlenül szakértelem. A mérési eljárások, vitathatatlanul nagy jelentőségük mellett általában hosszú időt vesznek igénybe, költségesek, a mérőhely elhelyezése nem mindenütt lehetséges. Modellezési eljárások ezzel szemben alacsony költségek mellett, viszonylag gyorsan kivitelezhetők, és olyan helyszínek immissziós értékeinek megismerésére is lehetőség nyílik, ahol mérőműszer elhelyezése nem megoldható. A legnagyobb hátrány ebben az esetben az ismeretek korlátoltságában és a számos egyszerűsítő feltételezésben rejlik. (*Gács I.- Bodnár I., 1994*) Az említett okok miatt a modellezés és a mérési eljárások minél nagyobb fokú integrációjára célszerű törekedni (*Bozó et al., 2006*). Az immissziós értékek kialakításához pont, vonal és területi források járulnak hozzá. Számos forrás emissziója nem ismert vagy nehezen becsülhető, viszont napjainkra jogszabályi kötelezettség miatt, a pontforrások kibocsátási adatai a környezetvédelmi felügyelőségek rendelkezésére állnak, így lehetőség nyílik terjedési modellek használatára.

A kutatás célja volt egy olyan eljárás létrehozása, amely viszonylag alacsony költséggel létrehozható, a jelenleg használatos modellezési módszerek valamelyikét alkalmazza, bemenő adatként hasznosítja az elérhető adatbázisokat, továbbá minél szélesebb körben használt szoftverekre épül. További kritérium volt, hogy a modell által számított immissziós értékeket térinformatikai szoftver nélkül is használni lehessen. Ez az elvárás például egy térinformatikai szoftvert nem ismerő polgár számára lehet hasznos, aki csak a település egy konkrét pontján számított értékek iránt érdeklődik (pl. óvoda, kórház). Emellett természetesen szükség van a térképi megjeleníthetőség biztosítására is. A városi szennyező anyagok transzmissziójának vizsgálatára Jászberényben került sor, mivel az ipari termelés a város méretéhez képest jelentős, és így számos pontforrás található a településen. A transzmissziós modell által elvégzett számításokkal a vizsgált források által okozott koncentrációkat lehet meghatározni, amelyek hozzáadódnak a háttér értékekhez.

Anyag és módszerek

A jászberényi pontforrásokról 2002-től 2008-ig állnak rendelkezésre adatok, ez alatt az idő alatt mintegy 400 forrás üzemelt. Az üzemeltetőknek negyedévente kell jelentéseket készíteniük, amelyek többek közt tartalmazzák a kibocsátott anyagok nevét, hőmérsékletét, térfogatáramát, a források azonosítóját, magasságát, az emissziós pont felületét és az üzemórák számát. Az adatbázis legnagyobb hátránya, hogy csak az üzemek postai címét tartalmazza, a kémények, kürtők stb. pontos helyszínéről viszont nem hordoz információt. A terjedési modell alkalmazásához mindenképpen szükség van a források helyének pontos ismeretére. A források közül megközelítőleg 300 koordinátái GPS segítségével kerültek meghatározásra, a fennmaradó mintegy 100-é pedig közelítő eljárással lett megbecsülve. A GPS által használt WGS 1984 koordináták Egységes Országos Vetületi Rendszerbe (EOV) lettek transzformálva, ennek egyik oka, hogy a rendelkezésre álló térképek esetén elterjedt ez a vonatkoztatási rendszer, a másik nagy előny, hogy a méterrendszerű koordinátarendszer esetén a modell futtatása nem igényel újabb

transzformációkat. Mindegyik forrás egyedi azonosítóval lett ellátva, így kapcsolat jött létre az emissziós adatok és a helyszínek között, amely lehetővé tette a térképi megjelenítést.

A szennyező anyagok terjedésének leírása Gauss-modell segítségével történt. A füstfáklya tengelye alatti koncentráció meghatározását a

$$C_{GL} = \frac{E_G}{2\Pi\delta_y\delta_z u_m} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{y}{\delta y}\right)^2} \left\{ e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{z-H}{\delta z}\right)^2} + e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{z+H}{\delta z}\right)^2} \right\} \quad (1)$$

összefüggés írja le, csapadékmentes időszakra, a száraz és nedves ülepedés elhanyagolásával. E_G (mg/s) jelöli a folytonosan működő pontforrás rövid átlagolási időtartamra vonatkozó gázállapotú szennyezőanyag emisszióját, H(m) a pontforrás effektív kéménymagasságát, u_m (m/s) a füstfáklyára jellemző szélsebesség középértékét, δ_y illetve δ_z a füstfáklya tengelyére merőleges vízszintes, illetve függőleges turbulens szóródási együtthatókat. A források járulékos kéménymagassága (m) amennyiben a kibocsátott közeg és a környezet közötti hőmérsékletkülönbség 50°C-nál és a kibocsátott hőteljesítmény 100.000 kW-nál kisebb, a

$$\Delta h = \frac{k}{u}(1{,}5vd + 0{,}0096Q_h) \quad (2)$$

összefüggéssel, bármely más esetben pedig a

$$\Delta h = \frac{2{,}7Q_h^{\frac{1}{2}}}{u^{\frac{3}{4}}} \quad (3)$$

összefüggéssel számítható. A pontforrások effektív kéménymagassága a korrigált tényleges és a járulékos kéménymagasság összegeként áll elő,

$$H = h_k + \Delta h. \quad (4)$$

A tényleges kéménymagasság leáramlást figyelembe vevő korrekciója, amennyiben a kibocsátott közeg kilépési sebessége v(m/s) < 1,5u

$$h_k = h + 2\left(\frac{v}{u} - 1{,}5\right)d \quad (5)$$

minden egyéb esetben h_k=h. A hőkibocsátás a

$$Q_h = 271\frac{T_s - T_h}{T_s} \cdot d^2 v \quad (6)$$

egyszerűsített összefüggéssel közelíthető, ahol d (m) a forrás kilépő keresztmetszetének belső átmérője, illetve az emissziós felületből számított átmérő. T_s (K) a kibocsátott közeg hőmérséklete, T_h (K) a léghőmérséklet a tényleges kéménymagasságban. Mivel a járulékos kéménymagasság a tényleges kéménymagasság 50%-át semelyik forrás esetén sem érte el, ezért az emissziós pontokban lévő szélsebesség tekinthető a füstfáklyára jellemzőnek. Az emissziós pontban lévő szélsebességet (m/s) az

$$u(h) = u_0\left(\frac{h}{m_0}\right)^p \quad (7)$$

összefüggés adja, ahol m_0 a szélmérőhely magassága, u_0 a szél sebessége m_0 magasságban, p pedig a szélprofilegyenlet kitevője. A vízszintes δ_y (m) és a függőleges δ_z (m) turbulens szóródási együtthatók meghatározása a

$$\delta_y = 0{,}08\left(6p^{-0{,}3} + 1 - ln\frac{H}{z_0}\right) x^{0{,}367(2{,}5-p)} \quad (8)$$

és a

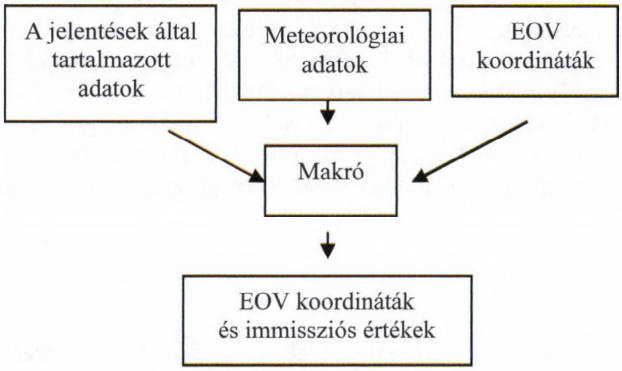
$$\delta_z = 0{,}38p^{1{,}3}\left(8{,}7 - ln\frac{H}{z_0}\right) x^{1{,}55e^{-2{,}35p}} \quad (9)$$

összefüggésekkel történt (*Fekete et al., 1983*). A z_0-lal jelölt érdességi paraméter a széladatok megválasztása mellett jelentékenyen befolyásolja a számítások eredményeit. Értéke meghatározható a szélprofil kimérésével, becsléssel. A terjedési modellek esetén a leggyakrabban előforduló problémát a felszín heterogenitása jelenti. A szakirodalom azonos típusú felszín esetén is eltérő érdességi magasság értékeket adhat meg. Számítással történő meghatározásra is van lehetőség, melyben a távérzékelt adatok jelenthetnek nagy segítséget. (*Bihari P., 2007*) Megfelelő adatbázis hiányában és figyelembe véve, hogy a terjedés túlnyomórészt városi környezetben történik, a vizsgált területre becsült értéke z_0= 1,5. (*Julieta et al., 2007*)

Az előbbiekben részletezett számítások kivitelezése Excel program alkalmazásával történt. Az immissziós értékek számításához a település és környezete 50*50m-es cellákkal került lefedésre. Az eljárás minden rácspont esetén kiszámítja a pontforrások által okozott koncentrációt. A légszennyező anyagok transzmissziójára, ebből következően a felszín közeli koncentrációra döntő befolyást gyakorolnak a meteorológiai körülmények. Hogy bármilyen meteorológiai körülményt feltételezve el lehessen végezni a számításokat, egy makró alkalmazására volt szükség, amely futtatása során a felhasználó adja meg a bemenő adatokat.

A program használatához szükséges további adatokat a jelentések, illetve a források koordinátái tartalmazzák. Ennek következtében a terjedési modell az összes bejelentett anyagra és tetszőleges meteorológiai körülményekre alkalmazható. A program futtatásának eredménye egy új munkalapon jelenik meg, amely tartalmazza a rácspontokra számított koncentrációkat és a rácspontok EOV koordinátáit (*1.ábra*). A módszer előnye, hogy közvetlenül használni tudja a jelentésekből létrehozott adatbázist, emellett a település egy tetszőleges pontjának koordinátáit ismerve a felhasználó térinformatikai alkalmazás nélkül is meg tudja határozni, hogy mekkora hatást gyakorolnak a források az adott területre. Amennyiben a felhasználó térképen is szeretné megjeleníteni a

számított értékeket, könnyedén megteheti, hiszen valamennyi térinformatikai szoftver tudja kezelni az Excel munkalapokat. A számítások NO_2-ra, SO_2-ra és CO-ra lettek elvégezve, részben mert jelentős szennyezők, emellett 1990-től az NO_2 és SO_2 esetén a jászberényi immisszió-mérőállomások adatai is rendelkezésre állnak.



1.ábra A modell felépítése

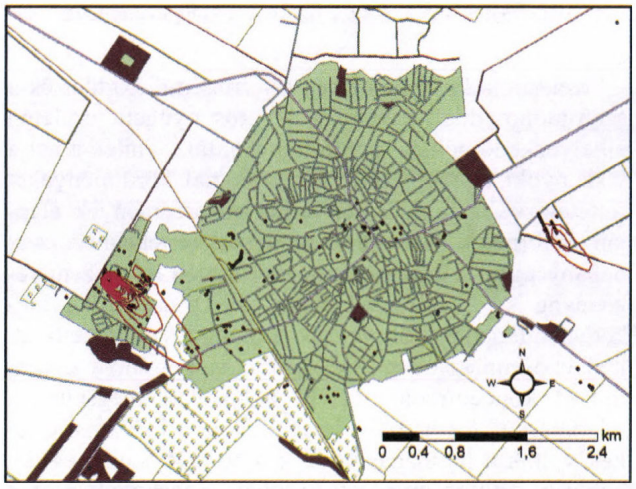
A pontforrások hatásának analízise a jászberényi leggyakoribb meteorológiai körülményeket, azaz 2,5m/s szélsebességet, északnyugati szélirányt és 6-os stabilitási paramétert feltételezve történt. Természetesen az előbbiektől különböző adatokkal is sor került a számítások elvégzésére, megvizsgálandó, hogy a különböző meteorológiai állapotok milyen hatást gyakorolnak a koncentrációra. Jászberényben az immisszió-mérőállomások mért értékei szerint a leggyakoribb határérték átlépések ülepedő por esetén következnek be. A szilárd anyagok terjedésének megbízható modellezéséhez bemenő adatként szükség van a részecskék szemcseméretére, amelyekről a jelentések nem tartalmaznak információt. Emiatt csak a szilárd anyagokat emittáló pontforrások azonosítására került sor, illetve ezen források emissziójának vizsgálatára az idő függvényében.

Eredmények

Amennyiben a pontforrások elhelyezkedését vizsgáljuk a város területén, megállapítható, hogy az eloszlás a külvárosban az ipari területeket, a főutak mellett az autószalonokat, a belvárosban pedig az intézmények kéményeinek elhelyezkedését tükrözi.

Nitrogén-dioxidot a források túlnyomó többsége emittál a településen. A koncentrációs értékek kiszámítása során a Jászberényben uralkodó átlagos meteorológiai körülményeket, 2,5m/s szélsebességet, északnyugati szélirányt, 6-os stabilitási paramétert, továbbá mindegyik negyedéves adat esetén az időszaknak megfelelő átlaghőmérsékletet feltételezve a következő megfigyelések tehetők. Valamennyi negyedéves adattal elvégezve a számításokat, az eredmények alapján a pontforrások elhanyagolható mértékben növelik a háttérértéket, és északnyugati szél esetén a szennyeződés nem a város felé terjed (*2. ábra*). A legkedvezőtlenebb széliránynak a nyugati tekinthető, de még ebben az esetben sem éri a belvárost jelentékeny terhelés. A településen kibocsátott NO_x összmennyisége a negyedéves jelentések alapján jelentős változékonyságot mutat. Gauss-modell esetén a számított immissziós értékek egyenesen arányosak az emittált anyagmennyiséggel, ebből következően az idő függvényében számított felszín közeli koncentrációk viszonylag jelentős változásai figyelhetőek meg. A tér függvényében vizsgálva a relatíve jelentékenyebb területek minden esetben a település nyugati és keleti részén helyezkednek el.

A belvárosban található pontforrások, amelyek többnyire bejelentésre kötelezett kazánok, lényegében sem fűtési, sem fűtésmentes időszakban nem befolyásolják a levegőminőséget. A NO_2 vizsgálatára lehetőséget nyújtanak az immisszió-mérőállomások adatai is. A mért értékek az ipari területekhez közelebb eső állomások esetén mutatnak alacsonyabb átlagos napi NO_2 koncentrációt, ezzel szemben a belvárosban figyelhető meg a legmagasabb koncentráció. A t-próbákat 95%-os megbízhatósági szinten elvégezve az eltérések szignifikánsnak tekinthetők.

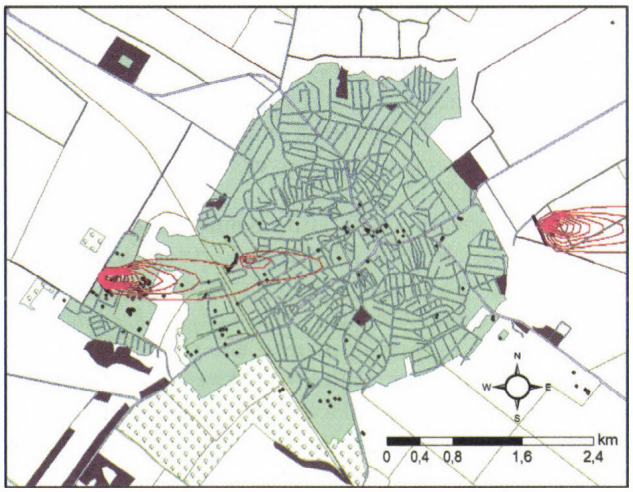


2. ábra A modell által számított NO_2 immissziós érékek 2007 2. negyedévében északnyugati szélirány,t 2,5 m/s szélsebességet, 6-os stabilitási kategóriát, 15°C hőmérsékletet feltételezve. Az izokoncentrációs vonalak 0,5μg/m³ sűrűséggel megjelenítve.

Következésképpen a belvárosi NO_2 koncentrációra a közlekedés gyakorolja a legnagyobb hatást, amit fűtési időszakban növel a lakossági kibocsátás. Ezek az eredmények összhangban vannak a terjedési modell által számítottakkal.

Szén-monoxid kibocsátással kapcsolatosan hasonló megfigyelések tehetőek, mint a nitrogén-dioxiddal kapcsolatban, ebben az esetben is a város nyugati, illetve

keleti része a domináns, továbbá a nyugati területen belül a vasútvonal melletti források relatív szerepe megnő (*3. ábra*). Ezen anyag esetén is megfigyelhető az időbeli változékonyság és a térbeli homogenitás. Az összes számított érték esetén még szerényebb hatás figyelhető meg, gyakorlatilag nagyságrendekkel kisebbek a határértékben rögzítetteknél.



3. ábra A modell által számított CO immissziós érékek 2007 2. negyedévében nyugati szélirány,t 2,5 m/s szélsebességet, 6-os stabilitási kategóriát, 15°C hőmérsékletet feltételezve. Az izokoncentrációs vonalak 0,25μg/m³ sűrűséggel megjelenítve

Kén-dioxidot, ellentétben a nitrogén-dioxiddal és a szén-monoxiddal, kizárólag a város nyugati területén elhelyezkedő néhány pontforrás emittál. Szintén a helyi viszonyoknak megfelelő meteorológiai körülményeket feltételezve a modell által számított eredmények alapján a források hozzájárulása a háttérértékekhez csak néhány μg/m³. Északnyugati szél esetén ez a szennyezőanyag is elkerüli a települést, és SO_2 esetén is a legkedvezőtlenebb széliránynak a nyugati tekinthető. A kedvező emissziós és immissziós értékek miatt a kéndioxid koncentráció mérése napjainkra megszűnt a településen. A régebbi adatok alapján a belvárosi értékek voltak a legmagasabbak, amelyet 95%-os megbízhatósági szinten elvégzett t-próbák is igazoltak. Ebből következően az ipari források befolyása a kén-dioxid esetén is háttérbe szorul az egyéb, elsősorban fűtési eredetű hatásokkal szemben.

Szilárd anyag terjedésének pontos leírása igényli a szemcseméretet, erről azonban az adatbázis nem tartalmaz információt. Ebből következően a terjedési modell alkalmazása nem lehetséges, így más egyszerűbb térinformatikai és statisztikai eszközök kerülnek előtérbe. Az elemibb módszerek ellenére számos eltérés figyelhető meg az előbbiekben említett anyagokhoz képest. A belvárosban egyetlen forrás sem bocsátja ki ezt a szennyezőt, és a település keleti részén is jelentéktelen az emisszió. Az eddigi térbeli és időbeli viszonylag homogén kibocsátás jóval heterogénebbé válik. A vasútvonal melletti területtől eltekintve, a nyugati és ipari terület dominanciája csökken, ezzel szemben elsősorban a város délkeleti, illetve délnyugati területén figyelhető meg emisszió. Jászberényben sajnos az ülepedő por koncentrációra vonatkozó adatok gyűjtése is megszűnt, bár e szennyező esetén voltak a leggyakoribbak a határérték-átlépések. A régebbi adatokat t-próbával szintén 95%-os megbízhatósági szinten összehasonlítva, a mérőállomások adatainak átlagos értékei egyezőnek tekinthetők, amiből az következik, hogy a település viszonylag egyenletes porülepedésnek van kitéve.

Összegezés

A modell által számított értékek alapján, átlagos meteorológiai körülmények esetén, a vizsgált pontforrások által kibocsátott egyetlen szennyezőanyag sem gyakorol jelentékeny hatást a város levegőminőségére. A bejelentésre kötelezett források emissziójának csökkentése érzékelhető levegőminőség-javulást nem eredményezne. Az eredményeket a városi immisszió-mérőhálózat adatai is alátámasztják.

Köszönetnyilvánítás

Köszönet illeti témavezetőmet, Nagyváradi Lászlót (PTE FDI) továbbá Nagy Tibort (KOTIVIZIG) tanácsaikért.

Irodalom

Bihari P. 2007: Energetikai eredetű levegőkörnyezet értékelése és tervezése. Doktori (PhD) értekezés, Budapesti Műszaki Egyetem, Budapest; 53.

Bozó L., Mészáros E. és Molnár Á. 2006: Levegőkörnyezet. Akadémiai Kiadó, Budapest; 201.

Fekete K., Popovics M. és Szepesi D., 1983: A légszennyezőanyagok transzmissziójának meghatározása. OMSZ hivatalos kiadványai, Budapest; 69, 86, 129-133.

Gács I., Bodnár I. 1994: Levegőszennyező anyagok terjedésének modellezése, Erőterv Közlemények 32, Budapest; 54-63.

Julieta, S., Carla, R., és Ricardo, G., 2007: Roughness Length Classification of Corine Land Cover Classes. Proceedings of the 2007 European wind Energy Conference & Exhibition.

A 2010 ÉVI BALATONI ÉS VELENCEI-TAVI VIHARJELZÉSI SZEZONRÓL

ABOUT THE STORMWARNING SEASON AT THE LAKE BALATON AND LAKE VELENCEI

Zsikla Ágota
Országos Meteorológiai Szolgálat Viharelőrejelző Obszervatórium Siófok
8600 Siófok, Vitorlás u. 17. *zsikla.a@met.hu*

Összefoglaló: Az Országos Meteorológiai Szolgálat minden évben viharjelző szolgálatot lát el a Balatonon és a Velencei-tavon a vízen tartózkodók biztonsága érdekében. A viharjelzési szezon 2005 óta két hónappal hosszabb ideig: április 1-je és október 30-a között tart. Az alábbi cikkben a 2010-es viharjelzési szezon időjárási eseményeit és kiadott viharjelzéseit tekintjük át.

Abstract: At the lake Balaton and Velencei there is a storm warning service operated by the Hungarian Meteorological Service. The storm warning service is responsible for the safety of people at both lakes: If strong or stormy wind expected, storm warnings are issued on first or second level. The duration of the storm warning season is seven month : from 1st april until 30th oktober. This paper is about the eventful weather of season in 2010. and about the length of warning periods.

Bevezetés

Már hagyománnyá vált, hogy a Légkör olvasóit tájékoztatjuk a balatoni viharjelzés és időjárás aktuális eseményeiről, jellemzőiről. A 2010-es év a 76. szezon volt a Balatonnál, amikor a különböző szélveszélyes időjárási eseményekre viharjelzések kerülnek kiadásra.

A viharjelzések szélsebesség határai 1965-től 12 és 17 m/s-ban lettek meghatározva, és amelyek tapasztalatok alapján kerültek kijelölésre. E két határesetben a szélirányra merőleges vitorlafelületet 100N/m^2, illetve 200N/m^2 szélnyomás éri (Bartha, 2008).

Napjainkban is az itt üdülők és a vízi sportokat űzők igen különböző tapasztalatokkal rendelkeznek a Balaton és az időjárás veszélyeivel kapcsolatban. Vannak tengereket megjárt hajósok, akik számára a másodfokú viharjelzés határa túl alacsony korlát, amikortól a vízijárművek többsége már a szabályzat szerint nem mehet ki a nyílt vízre.

A másik véglet amikor pl. gyermekekkel teli vízibicikli a déli partról indulva fokozatosan erősödő délnyugati széllel (elsőfokú jelzés mellett) a mélyebb vizekre sodródik, és mikor vissza akarnak fordulni, kiderül hogy 10-11 m/s átlagszél és 14 m/s széllökéssel szemben már nem tudnak haladni. Vitorlás versenyen is történt már baleset - borulás 17 m/s körüli széllökéseknél (másodfokú jelzésnél). De a gyakorlott vitorlázókat is veszélybe sodorhatják az olyan viharok, mint ami pl. május 25-én érte a keleti medencét. Ekkor 20 perc alatt a 3,9 m/s szélsebesség maximumról 28,9 m/s-ra - 90 km/h-val - emelkedett a szélsebesség. Mindenki érdekét figyelembe vevő szabályozás a vízen tartózkodásra nehezen hozható. Ugyanakkor az előrejelzést készítő meteorológus feladata, hogy a munkáját a rendelkezésre álló információk birtokában a lehető legpontosabban végezze.

A 2010-es év időjárásáról valószínű sok írás jelenik majd meg, elemezve a nagy csapadékok és viharok kialakulását, fejlődését. Jelen cikkben elsősorban a Balaton térségének időjárásáról lesz szó, kiemelve a legnagyobb viharos helyzeteket.

A viharjelzési szezon időjárásának főbb jellemzői

Ez a szezon a Balatonnál is a nagy csapadékok és viharok éve volt. 2010-ben az **erős viharok** (90 km/h vagy afeletti szélsebesség) napjainak száma kiemelkedően magas, összesen 17 lett (előző évben 9 volt) a viharjelzési szezon 7 hónapja alatt. A legnagyobb számban - ezek közül 5 alkalommal - májusban fordultak elő erős viharok a Balatonnál. A viharjelzési szezon a májusi, júniusi viharoknak köszönhetően az átlagosnál szelesebben alakult (a havi átlagos szélsebességek alapján).

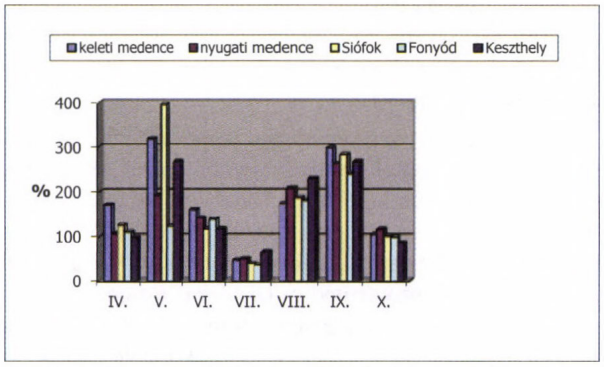
Összességében a szezon átlagos hőmérsékletű(± 4 %-on belül) volt. Az átlagtól vett legnagyobb eltérés az októberi időjárás miatt alakult ki, ekkor 15-20%-kal maradt el a havi középhőmérséklet a megszokottól. Kiemelhető még a szeptember, amikor az átlagosnál mintegy 10 %-kal hűvösebb és a július amikor pedig 10 %-kal melegebb volt a levegő. Júliusban érte el a levegő hőmérséklete az idei maximumát a 15-én mért 34,9 C fokkal. A Balatonnál így az idén 35 fokot meghaladó hőmérsékletű nap nem volt, 30 fokot elérő vagy meghaladó hőmérséklet pedig Siófokon 25, Keszthelyen 20 napon fordult elő a mérőállomásokon. A tó vizének hőmérséklete július 14-én melegedett fel a legjobban, ekkor a Siófoknál mért hőmérséklet elérte a 30,2 fokot. A szeles és csapadékos májusban a havi átlaghőmérséklet eltérése a sokévi átlagtól 5%-on belül maradt, ugyanakkor Siófoknál több mint 15%-kal kevesebbet sütött a nap a megszokotthoz képest.

Az áprilistól októberig terjedő hét hónap a Balatonnál is rendkívül csapadékos volt a gyakori mediterrán ciklon aktivitás és a nagy csapadékot adó zivatarok következtében. Pl. Siófokon és Keszthelyen a hét hónap csapadékösszege 70, illetve 50 mm-rel haladta meg az adott állomás 30 éves átlagos (1961-1990) évi csapadékösszegét. A medencék átlagos csapadékösszegei a hét hónapra vonatkozóan szintén hasonló nagyságúak lettek. Az egyes hónapok csapadékmennyiségének arányait az *1. ábrán* tüntettük fel néhány állomásra, illetve a két medence átlagára vonatkozóan.

Az ábrán is láthatjuk, hogy májusban és szeptemberben jellemzően a havi átlagos csapadékmennyiség 2-3-szorosa hullott, de Siófokon például(május) közel négyszeres volt a csapadékmennyiség. Egyetlen hónap, a július lett az átlagosnál szárazabb, ekkor általában 50%-nyi csapadék hullott csak. A legnagyobb napi csapadékösszegek a Balaton 7-8 km-es körzetében Balatonlelle (68 mm VI.15.), Balatonújlakon (62,3mm V.31.), Mencshelyen (56,1mm VI.20.), Nemesvitán (53,2mm VIII.06.) és Siófokon voltak (50,4mm V.13.). Ezen értékek a mencshelyi kivételével az adott nap és állomás rekordbeállításai voltak. Nagyságuk azonban a medence térségi abszolút maximumtól jóval elmaradt. Ezt a rekordot Cserszegtomaj-Keszthelyen mérték, 130,8 mm-t 1991. július 4-én. A csapadékviszonyok jellemzésére utalhat a Balaton átlagos vízállása is, mely 2010. január 1-én 88 cm, míg december 31-én az évközi lehetséges vízleeresztések ellenére 128 cm volt. - A 128, 129 cm-es magasságot csak decemberben érte el a tó.

Az emlékezetes viharokról

A balatoni szélmérő állomásokon 1990-től számítva 2010-ben mértük eddig a legtöbb 25 m/s-ot elérő vagy meghaladó szélmaximumot a viharjelzési szezonban. Ebből az úgynevezett törzsidőszakban, azaz május 1-től szeptember 30-ig 14 napon volt erős vihar a 10 tóparti mérőállomás legalább



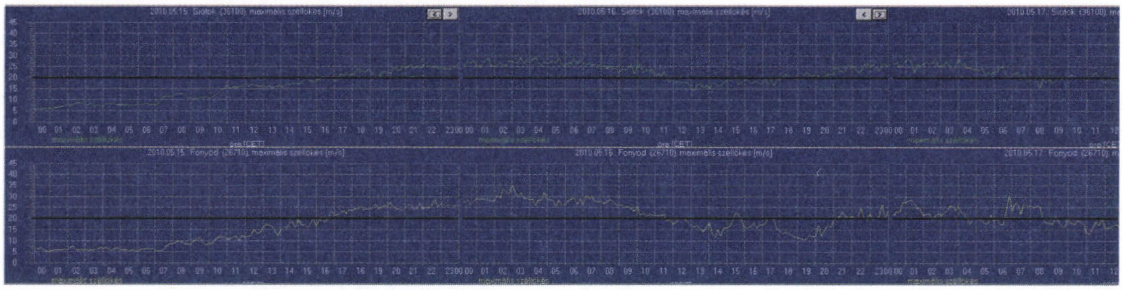
1. ábra: Havi csapadékösszegek alakulása a sokéves átlag százalékában (1961-1990) a Balatonnál 2010-ben.

egyikén. Az ezt követő második legviharosabb szezon 2007-ben volt 12 erős viharral a törzsidőszakban, majd 2008-ban 10 erős viharral. A korábbi évek maximuma 8 volt (1990-től archiválva). Ugyanakkor megjegyzendő, hogy 1990-től 1997-ig csak 9 db mérőállomással rendelkeztünk. (1987 előtt pedig Keszthelyen és Siófokon kívül a közelben Mencshelyen volt szélmérés.)

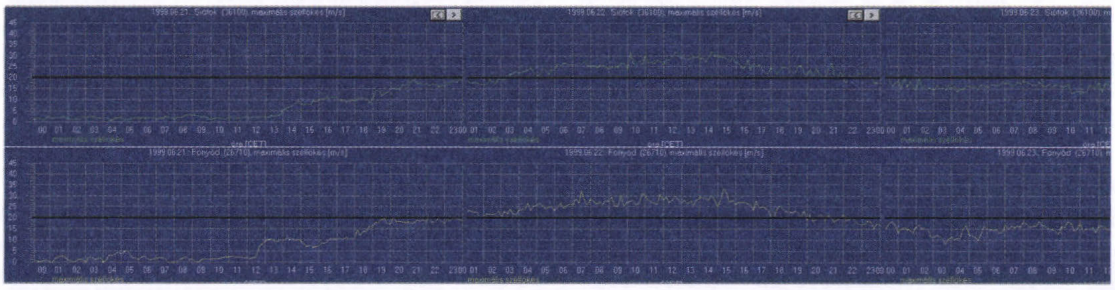
A napi szélmaximum három egymást követő napon volt a legmagasabb a szezonban. Május 16-án a Zsófia ciklon ittléte alatt 133,9 km/h-t, míg 17-én 142,9 km/h szélsebességet mért a balatonfüredi automata. Ekkor Balatonszerte 90, 100 km/h fölötti, míg három helyen 120 km/h fölötti szélmaximumok fordultak elő. A harmadik legszelesebb napon május 15-én a vihar felerősödésekor kevéssel 24 óra előtt 114.8 km/h volt a legnagyobb mért szélsebesség. 1984-től valószínűleg ez volt a legszelesebb három egymást követő nap a Balatonnál. Előzőleg, 1984 februárjában találunk hasonló, sőt még 1-2 m/s-mal magasabb átlagsebességet 3 egymást követő napra (a siófoki átlagos szélsebességek alapján). A nem túl távoli múltra visszanézve 1999. június 22-én szintén a térségünkben kimélyülő és hosszabban itt tartózkodó ciklon okozott országosan nagy csapadékot és egyidejűleg hasonló nagyságú vihart, valamint károkat és fennakadásokat a közlekedésben. Az ekkor mért szélmaximum 122,4 km/h volt Balatonfürednél. (2009-2010-ben átépítés miatt a szélműszer Füreden a szabványosnál magasabbra, 30 m fölé lett elhelyezve, így a 2010-es rekord szélsebességek minden bizonnyal kisebbek lettek volna 10 -15 m-es magasságban mérve. Tekintettel a szélműszer magasságára, a 2010-es szezonban a 25 m/s -ot egyedül Balatonfüreden elérő szélsebességeket az esetszámokba nem is számoltuk bele.) 1999-ben összesen nyolc parti mérőhelyen volt legalább 90 km/h-t elérő szélsebesség, 6 helyen pedig a szél a 108 km/h-t (30 m/s) is meghaladta. A *2. ábrán* összehasonlítjuk Fonyód és Siófok szélmérései alapján a két viharos periódust. Mindkét esetben tartósan, 12, illetve 14 órán át voltak 90 km/h-t elérő illetve meghaladó széllökések. A Zsófia ciklon a mediterrán térségből gyorsan mélyülve érkezett hozzánk, majd több napig itt tartózkodva még 18-án is okozott 90 km/h körüli széllökéseket. A legtöbb csapadékot adó időszakában május 15-től 18-ig a Balatonnál általában csak 30-60 mm, míg a Dél-Dunántúlon 120-150, a Bakonyban néhol 200 mm-t is meghaladó csapadék hullott. Két héttel később ismét egy csapadékos, szeles időt hozó ciklon érkezett - ezúttal a Britszigetek felől -, mely 5 napig volt hatással országunk időjárására. A Balaton térségében csapadék általában csak 15-40 mm hullott az első négy napban, de a délnyugati részen ennél jóval többet: Keszthelyen pl. 60,6, Balatonújlakon 90,9 mm-nyi esőt mértek. Az Angéla névre keresztelt ciklon országosan azért általában már kevesebb csapadékot és rövidebb viharos periódust okozott, de a májusban már eddig lehullott csapadékhoz adódva a Dunántúlon is okozott pl. a Kapos folyó térségében áradásokat, elöntéseket. A Balatonnál a legerősebb széllökések a második napon június elsején voltak, ekkor két helyen 100 km/h körüli, egy helyen pedig 90 km/h-t elérő maximális széllökések alakultak ki. A három említett ciklon helyzetét Közép-Európában a legszelesebb időszakokból a *3. ábrán* mutatjuk be. A Balatonnál májusban sok volt a zivatar is. A lehullott havi csapadéknak helyenként a nagyobb hányadát a zivatarok adták. Így történt Siófokon is. Itt 8 napon észleltek zivatart, és ebből három napon jégeső is hullott. A bevezetésben említett 90 km/h feletti hirtelen felerősödő szelet 25-én egy Nyugat-Európától Oroszországig hosszan elnyúló frontrendszer előterében létrejött szupercellás zivatar adta *(2. ábra)*. Júniusban az Angéla ciklon elvonulta után a következő csapadékos időszak a hónap közepe volt. Ekkor jellemzően zivatarok alakultak ki a nagy nedvességtartalmú levegőben. 13-a és 18-a között a csapadék nagy része Balaton-szerte jellemzően zivatarokból adódott. 15-én Balatonlellén 68 mm csapadék hullott. Ugyanakkor a Balatonnál a legtöbb helyen a 6 napos csapadékösszeg 40-60 mm volt. Ez az időszak itt ugyanakkor kevéssé volt viharos. Közép-

Európa vagy a Földközi-tenger középső területe fölött elhelyezkedő ciklon szállította a megfelelő nedvességet, illetve biztosította a nagyobb térségű labilitást. Meg kell említeni, hogy június 18-án zivatarok, illetve szupercellák okoztak nagy pusztítást Békés megyében, így Mezőhegyes és Pitvaros térségében: Fakidőlések, villanyvezeték leszakadások, a diónyinál nagyobb méretű jégtől kitört ablakok, károk és sérülések a Mezőhegyesen tervezett lovasversenyen.

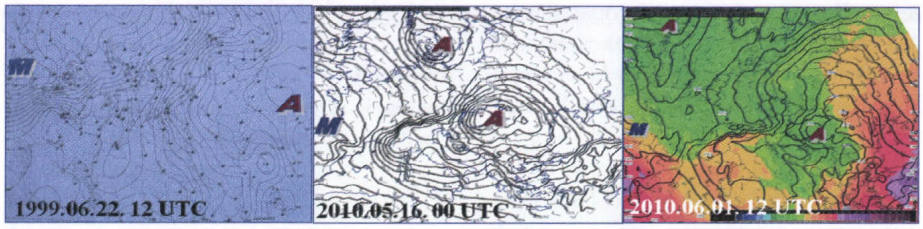
A nagy méretű szupercellában a maximális radarreflektivitás értéke meghaladta a 63 dBz-t. Heves zivatarok ekkor a Balatont nem érintették. A Balatonnál a következő szeles időszak huszadikától ismét a mediterrán térségből érkező, majd a Fekete-tenger felé vonuló ciklon hátoldalán kialakuló tartós északias áramlás következménye. Ekkor négy napon át voltak viharos széllökések. 21-én még 90 km/h alatti, majd 22-én két helyen 90 km/h-t meghaladó széllökések fordultak elő. Így ebben a hónapban összesen két napon érte el a szélerősség az erős vihar kategóriát. A ciklon hatására a térségben 4 nap alatt 25-55 mm-nyi csapadék hullott.



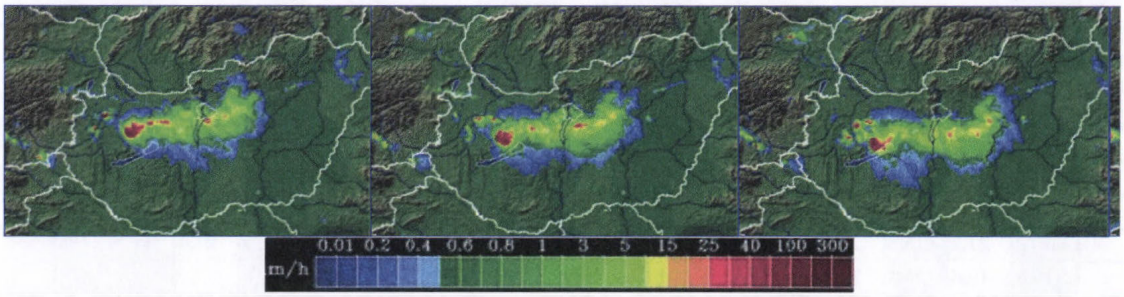
2.a ábra. A maximális széllökések (m/s) napi menetei Siófokon és Fonyódon a Zsófia ciklon idején: 2010.05.15-17. (fekete színnel kiemelve a 20 m/s szélsebesség vonala)



2.b. ábra : A maximális széllökések(m/s) napi menetei Siófokon és Fonyódon 1999.06.21-23. közötti viharos periódusban. (fekete színnel kiemelve a 20 m/s szélsebesség vonala)



3.ábra: Izobárstruktúra és szélmező a Magyarországon nagy csapadékot és viharokat okozó ciklonokról. (a nyomás rendre 1, illetve 2- 2 hPa-onként analizálva)



4. ábra 2010.05.25. 17:15-18:00.UTC. Erős vihart okozó zivatarcella helyzete a Dunántúlon.

Júliusban szintén 2 napon fordult elő erős vihar a Balatonnál. A szezon legmelegebb, és egyben a hónap legcsendesebb időjárású hetét zárta le az a hidegfront, mely zivatarokkal 18-ára virradóra érkezett a tóra. A frontátvonulás időszakában átmenetileg 3 helyen erősödött 90 km/h fölé, ebből két helyen 100 km/h fölé is a szélsebesség. Egy héttel később 25-én pedig posztfrontális helyzetben egy viharos időszak második napján erősödött a mérések szerint 4 helyen 90 km/h fölé a szél.

Az augusztusi három erős viharból az első egy mediterrán ciklonban egy délnyugatról jövő instabilitási vonal hatására alakult ki: Hatodikán hajnalban a vonalba rendeződött zivatarok a Balatonon átvonulva Aligánál okozták a legnagyobb szelet. Itt átmenetileg 99 km/h-ig erősödött a délnyugati szél, míg másutt a mért maximum 70 km/h alatt maradt. A Zsófia ciklon után a legerősebb széllökést a mérések szerint augusztus 13-án Örvényesen jelezte az automata, itt 108 km/h-ig erősödött a szél egy szintén délnyugatról jövő instabilitási vonal átvonulásakor. A zivatarzónában a Tihanyi-félsziget térségében, illetve Tés környékén voltak mérhetők a legerősebb széllökések, bár a rendszer éjszaka egészen az ország északkeleti részéig vonult, és Borsod megyében lépett ki az országból. Áthaladása során kisebb területeken 50 mm-t meghaladó csapadék is hullott. A zivatarzóna érkezése előtt a budapesti és a zágrábi rádiószonda 12 UTC-s mérése is 2200 J/kg feletti konvektív hasznosítható potenciális energiát jelzett. Ekkor a ciklon centruma Dánia térsége felett volt.

A következő napokban a középtroposzférában átmeneti melegedés következett be, majd 16-án a Németország feletti centrumú ciklon hidegfrontja előtt az 500 hPa-os szinten is több fokos hidegadvekció indult meg, aminek következtében főként a Dunától keletre heves zivatarok fejlődtek ki. Ezen zivatarok közül egyben Mezőkövesd térségében a viharvadászok tornádót is megfigyeltek. Hazánkba a hónap végén, 28-án érkezett az Észak- és Nyugat-Európát elválasztó hideg levegő első hulláma, mintegy 10 fokos lehűlést okozott és egyben a nyár végét is jelentette. Ezt követően 3-4 nap kivételével már legfeljebb csak 20 fok körüli maximum hőmérsékletek fordultak elő szeptemberben is. A második hullám áthaladását követően, az Ukrajna és Románia felett lelassuló és kimélyülő ciklon hátoldalán a Balatonnál még augusztus 31-én és szeptember elsején alakultak ki átmenetileg két helyen 90 km/h-t meghaladó széllökések. Ezt követően a változékony időjárású szeptemberben hasonló szélerősség még 26-án fordult elő, amikor Közép-Európa felett egy mély és nagy kiterjedésű ciklon tartózkodott. Ekkor a ciklon hullámzó frontrendszere a Duna-Tisza közén húzódott.

A viharjelzési törzsidőszakon kívüli erős viharok szintén posztfrontális helyzetben jöttek létre. Áprilisban és októberben is mediterrán ciklon volt az előidéző.

A viharjelzések értékelése

A szeles időjárás a viharjelzések fenntartásánál is megmutatkozik. A Balatonnál az első és másodfokú viharjelzések összesített fenntartási ideje közel 200 órával lett több az egy évvel korábbinál és 145 órával (≈ 6 nap) lett több a május 1-től szeptember 30-ig tartó törzsidőszakban, mint a 2008-at megelőző 20 év átlaga (a fényjelzős korszak kezdetétől).

A májusi és júniusi szeles hónapoknak köszönhetően a másodfokú viharjelzések érvényessége ekkor tartott a leghosszabb ideig. A viharjelzések kiadásának és fenntartásának összesítését az 1. táblázat mutatja.

Idén az előzetesen tervezett időpontokra várható sorozatosan kedvezőtlen időjárás következtében a Balaton átúszást sem lehetett megtartani. A kiadott viharjelzések beválása a tavalyihoz hasonlóan, illetve a Velencei-tónál kedvezőbben alakult. Így a Balatonnál 86 %, a Velencei-tónál 89 % lett. A Vízirendészet munkatársai 98 alkalommal 198 fürdőző vagy hajózó személyt mentettek ki a vízből. 2010 április 1-től október 30-ig 5 (2009-ben összesen 8) fő fulladt a Balatonba. Talán ilyen "kevés" tragédia még nem is történt az elmúlt időszakban(Az elmúlt 5 évben biztosan nem). Ez természetesen köszönhető a hatékony mentéseknek, de részben talán idén a tó kisebb látogatottságának. Most is elmondhatjuk, hogy egyetlen olyan halálos kimenetelű vízi baleset sem történt, amely elmaradt vagy későn kiadott viharjelzés következménye lett volna.

Irodalom:

Bartha, I., (2008.): A balatoni viharjelzés története és a meteorológiai szolgáltatások fejlődése kezdetektől napjainkig.

A Balatonra kiadott viharjelzések száma 2010-ben a Nyugati (NY) és a Keleti (K) medencében																
	IV.		V		VI.		VII.		VIII.		IX.		X.		Az egész szezonra	
	NY	K	NY	K	NY	K	NY	K	NY	K	NY	K	NY	K	NY	K
I. fok	18	17	**23**	**29**	**17**	**15**	**19**	**20**	**17**	**22**	**13**	**11**	15	11	**89**+33	**97**+28
II. fok	7	8	**25**	**28**	**11**	**11**	**15**	**11**	**16**	**17**	**9**	**8**	5	4	**76**+12	**75**+12
A viharjelzések fenntartási ideje (óra) a Nyugati (NY) és a Keleti (K) medencében																
I. fok	240	199	**189**	**175**	**262**	**241**	**188**	**167**	**148**	**152**	**226**	**198**	163	167	**1012**+403	**932**+366
II. fok	73,6	77,6	**259**	**250**	**170**	**171**	**146**	**141**	**134**	**132**	**104**	**99,9**	87,9	58,8	**812**+162	**793**+136
A viharjelzések fenntartási ideje az összidő %-ában a Nyugati (NY) és a Keleti (K) medencében																
I. fok	33,3	27,7	25,3	23,5	36,4	33,4	25,2	22,4	19,9	20,4	31,4	27,5	21,9	22,4	27,6	25,3
II. fok	10,2	10,8	34,8	33,6	23,6	23,7	19,6	18,9	17,9	17,7	14,4	13,8	11,8	7,9	18,9	18,1

1. táblázat: A 2010 évi viharjelzések összesítése

KÉRDŐJELEK KLÍMAÜGYBEN

QUESTIONS CONCERNING CLIMATE AFFAIRS

Koppány György
6720 Szeged, Dózsa Gy.u.10., *koppanygy@invitel.hu*

Összefoglalás. A szerző a klímaváltozás veszélyével kapcsolatban a légkör összetételének változását és az éghajlat ingadozást szélesebb látókörben vizsgálja, beleértve az őséghajlattant, a litoszféra, bioszféra, hidroszféra és légkör közötti anyagcsere folyamatokat. Nehezen érthető a túlzott félelem az éghajlat melegedésétől, mivel az élővilág előnyben részesíti a melegebb éghajlatot. A fajok pusztulása jelen volt a Föld története során, és lehet, hogy ennek köszönhetően maradtak meg a változáshoz jobban alkalmazkodó élőlények. *Al Gore*, a legismertebb katasztrófa-hirdető szerint a tenger szintje 6 m-t fog emelkedni a következő évtizedben. Mi a felső határa az ilyen állításoknak? A tengerszint tényleg emelkedik, ha a tengerjég elolvad?

Abstract. In this article the author puts questions concerning climate alarmism. The changes in atmospheric composition and climate variations are taken into wider horizon including paleoclimatology, carbon cycle in lithosphere, biosphere, hydrosphere and atmosphere. Difficult to understand the overestimated fear of warming climate, while the biosphere gives preference to warmer climate. The extinction of species has been present over the history of Earth, and maybe the cause of survive to more accommodating living creatures. *Al Gore*, the most illustrious climate alarmist states sea level rise about 6 metres within the next decade. What is the limit of similar statements? Will sea level really rise if sea ice melts?

Nyilvános fórumokon, de olykor szak-körökben is gyakran emlegetik az éghajlatváltozást, mint közismert tényt s ezért egyértelműen az emberi tevékenységet teszik felelőssé. Talán nem sértő, ha az így gondolkodókat a „klímaügy hirdetőinek" nevezem. A klímaügy hirdetői között akadnak, akik klíma válságról, sőt klíma katasztrófákról beszélnek. Ezek közé tartozik *Al Gore* amerikai politikus, *Clinton* volt alelnöke, béke Nobel-díjas, akinek híressé vált filmjéről, a „Kellemetlen igazság" című filmről később még szót ejtek. Jelen sorok írása idején a 2009. december 7-én kezdődött és két hétre tervezett Koppenhágai Klímacsúcs még nem fejeződött be, így erről itt nem történik értékelő említés.

Első kérdés

A klímaügy emlegetésekor néhány fontos kérdést következetesen elhallgatnak a nyilatkozók. Az első kérdés: ha a technikai civilizáció korában az ember példátlanul sok fosszilis tüzelőanyagot (kőszén, kőolaj, földgáz) éget el, és ezáltal egyebek közt többlet szén-dioxidot juttat a légkörbe, amivel megnöveli az üvegházhatást és globális fölmelegedést okoz, akkor elkerülhetetlenül fölmerül a kérdés: hogy került a szén illetve szén-dioxid a fosszilis tüzelőanyagokba? A klímaügy hirdetőinek – úgy tűnik – ez kellemetlen kérdés, mert nagyon kellemetlen rá a válasz: a légkörből vonta ki az élővilág a szén-dioxidot, és raktározta el a földtörténet évmilliói során. Éppen a szerves karbonátos kőzetek felhalmozódásának vizsgálata segítségével sikerült rekonstruálni a légkör szén-dioxid tartalmának változásait a szabad szemmel is látható, makroszkópikus élővilág (fanerozoosz) elterjedésének korszakában. Ezt a korszakot nevezzük fanerozoikummak. Ebben a mintegy 570 millió éves korszakban a légkör szén-dioxid tartalma átlagosan 5-szöröse volt a jelenleginek, de egyes átmeneti időszakokban a légköri szén-dioxid 10-15-szöröse, egyes becslések szerint 15-20-szorosa volt a jelenlegi szintnek (PAL = present atmospheric level). A szén-dioxid másik része szervetlen karbonátos kőzetekben raktározódott el.

A légköri szén-dioxid az élővilág számára nélkülözhetetlen alkotórésze a légkörnek, hiszen a napsugárzás fotonjainak energiáját is felhasználva – közvetlenül vagy közvetve - az élővilág ezt építi be szervezetébe. A karbon korszak is onnan kapta nevét, hogy e korszakban rendkívül gazdag volt a Föld növényvilága, amelynek anyagát ma szén formájában ismerjük. Légköri szén-dioxid nélkül nem lenne élet a Földön. A karbonátos kőzetekben és a hajdani mészvázú állatok mészvázában lévő szén ezerszer vagy tízezerszer több mint a fosszilis tüzelőanyagokban lévő szén. A mészkövet, dolomitot, márványt, korallzátonyokat pedig nem tudjuk elégetni. A karbonátos kőzetekben raktározott szén egy jelentős része az utolsó 40-60 millió évben a szubdukció során bepréselődött a földköpeny mélyebb rétegeibe, így a benne foglalt szén már nem juthat vissza a légkörbe természetes úton. A litoszféra, bioszféra, atmoszféra és hidroszféra nyílt rendszerek, amelyek között energia- és anyagcsere megy végbe, és ez a tény nem kap kellő figyelmet az éghajlat változásának tanulmányozásakor. A hidroszféra szerepéről később esik szó.

Második kérdés

Ha folytatódik a globális hőmérséklet emelkedése a 21. században, ez a melegedés miért okoz éghajlati válságot vagy éppen katasztrófát az élővilág számára? Erre a kérdésre nem kaptunk egyértelmű választ a klímaügy hirdetőitől. Nem is lehet egyértelmű választ adni rá, mert az éghajlat melegedése különbözőképpen hat az egyes élőlényekre, sőt az egyes ökoszisztémákra. De egy általános igazságot itt is megfogalmazhatunk: Az élővilág többsége a meleg éghajlatot részesíti előnyben, sőt sok élő faj csak a meleg éghajlaton marad életben. Ma már elég megbíz-

ható adataink vannak az élőlények fajgazdagságának globális eloszlásáról.

A növények fajgazdagsága a meleg és nedves éghajlaton a legnagyobb, a hűvösebb éghajlat felé haladva egyre szegényesebb. Ugyanezt mondhatjuk a szárazföldi madarak fajgazdagságáról. Az ember számára fontos növények, mint a búza, kukorica, rizs, szőlő, fűszernövények, tea, gyümölcsök, olajos növények, gyapot, len, kender mind a meleg éghajlaton teremnek vagy a meleg évszakban hozzák a termésüket. Tekintsük ezek közül a búzát, amely hazánk éghajlatán még megterem, sőt tőlünk délre is egészen Egyiptomig, de tőlünk északra már a búzát fokozatosan fölváltja a rozs. Például Lengyelországban vagy Németországban. Nálunk még megterem a szőlő, sőt a füge is, de egy kemény téli fagy után le kell metszeni az elfagyott hajtásokat, és várni kell, mire pár év múlva újak nőnek, és teremnek.

Ezek a tények magyarázzák meg, hogy a nevezetesebb emberi kultúrák, civilizációk az ókorban miért alakultak ki a meleg vagy forró éghajlaton. Napjainkban a népsűrűség adatai is azt mutatják, hogy az ember is a meleg éghajlatot részesíti előnyben. A világ legnagyobb népsűrűségű országainak túlnyomó többsége (90 %-a) a meleg vagy forró éghajlaton található. A világ 100 legnépesebb városa közül 93 van a 45. szélesség és az Egyenlítő között, a kivételt jelentő 7 város mindegyike Európában van. Európa ugyanis a legtagoltabb kontinens: egymást váltják kontinensünkön a beltengerek és félszigetek. Ezért alig van olyan terület Európában, amelyik 1000 km-nél távolabb esik valamelyik tengertől. Ez biztosítja, hogy elegendő nedvesség jut mindenhova, és a nem túl távoli tengerek mérséklik a hőmérséklet évszakos szélsőségeit. „A nyarat hűti, a telet fűti a tenger". *Érthetetlen és magyarázatra szorul, hogy a felsorolt tények ellenére miért kell féltenünk az élővilágot az éghajlat melegedésétől?* Egy esetleges lehűlés sokkal több kárt okozna az élővilágnak!

Harmadik kérdés

Az Északi-sarkvidék hó- és jégtakarója 2 millió év alatt halmozódott fel, a Déli-sarkvidéké 3-4 millió év alatt, az előbbi helyen évente 200-300 kg , az utóbbi helyen 100-200 kg csapadék hullik le négyzetméterenként hó alakjában. Az évente lehulló hó súlya fokozatosan préseli az alatta lévő rétegeket, amelyek ennek következtében idővel tömör jéggé alakulnak majd csúszni kezdenek, egy részük a tengerpart felé. Amikor a partvidéken elég nagy tömeg fagyott víz gyűlt össze, akkor bekövetkezik a jéghegyborjazás, azaz tekintélyes nagyságú hó- és jégtömeg zúdul a tengerbe. Mivel a jégplatókon mélyen fagypont alatt van a hőmérséklet, ott olvadás nem következik be, legfeljebb a hófúvás sodorhat el a tenger felé kisebb-nagyobb hótömeget. A jéghegyborjazás mértéke arányos a hó- és jégtakaró vastagságával, ezért a sarkvidékek vízháztartása jó közelítéssel egyensúlyban van. Ez a glaciológusok általános véleménye. *A sarkvidékek vízháztartásának kellő ismerete nélkül hogyan merészelik egyesek, mint például Al Gore azt állítani, hogy a sarki hóolvadás következtében belátható időn belül a tengerszint 6 métert fog emelkedni? Az ilyen állítás hogyan egyeztethető össze az IPCC tudósainak ama számításával, hogy ha az Északi-sarkvidék 5 fokkal melegedne, akkor is ezer évekre lenne szükség, hogy Grönland jégtakarójának a fele elolvadjon?*

Negyedik kérdés

A légkör üvegházhatása nélkül a Föld átlaghőmérséklete -18 fok lenne, ugyanis ezen a hőmérsékleten volna egyensúlyban a beérkező napsugárzás a felszín hosszúhullámú kisugárzásával. Az üvegházhatásnak köszönhető, hogy a Föld felszíni átlaghőmérséklete +14 C fok, tehát bőségesen lehet folyékony víz, ami nélkül nem lehetne élet a Földön. A vízgőz felelős az üvegházhatás 62 %-áért, a szén-dioxid a 17 %-áért. Ám a Föld hőháztartását nem kizárólag az üvegházhatás és azon belül nem csak a szén-dioxid szabályozza, hanem más tényezők is, mint a Föld planetáris albedója, a légszennyezettség, a napsugárzás intenzitása, a Föld keringésének pályaelemei, a tengeráramlások, esetleg eddig ismeretlen tényezők is.

A klímaügy hirdetői miért gondolják, hogy a légköri szén-dioxid üvegházhatása a globális átlaghőmérséklet kiemelten fontos vagy kizárólagos tényezője? Ez a kérdés azért is aktuális, mert a legújabb kutatások szerint a glaciálisokból az interglaciálisokba történő átmeneteknél a légkör melegedése 800-2800 évvel megelőzte a szén-dioxid növekedését a légkörben. Könnyen érthetővé válik ez a jelenség, ha meggondoljuk, hogy a légkör melegedését az óceánok melegedése elég nagy késéssel követi, és a melegebb víz kevesebb gázt (szén-dioxidot) tud oldani, tehát melegedéskor az óceánokban oldott szén-dioxid egy része a légkörbe kerül. Az óceánokban oldott szén-dioxid tömege csaknem százszor nagyobb, mint a légkörben lévő szén-dioxidé. A légköri szén-dioxid mennyisége és a globális átlaghőmérséklet közötti ok-okozati kapcsolatot tehát nem tekinthetjük egyértelműnek.

Ötödik kérdés

A klímaügy hirdetői közül egyesek szerint a klímaváltozás miatt példátlan fajpusztulás fog bekövetkezni. Ez az állítás rögtön két kérdést is fölvet: *Miben nyilvánul meg a klímaváltozás, amely tömeges fajpusztuláshoz vezet?* A klímaváltozás regionális formáit még csak most kutatják a klimatológusok, ami egyáltalán nem újdonság az éghajlat kutatás történetében, hiszen az éghajlat sohasem volt változatlan. *Ha pedig még nem tudjuk biztosan, hogy regionálisan hogyan változik meg az éghajlat, akkor honnan tudjuk, hogy milyen hatása lesz a változásnak az élővilágra?* A várható fajpusztulás hirdetőiről föltételezhetjük, hogy kevésbé ismerik a földtörténetben, a múltban bekövetkezett fajpusztulásokat. Az őslénytan kutatói öt nagy fajpusztulást ismernek, ezek között a két legnagyobb a Paleozoikum végén, a Perm kor utolsó fázisában (230 millió éve) történt, amikor az állatfajok mintegy 90 %-a eltűnt, a másik a Mezozoikum végén, a Kréta korszakban (kb. 70 millió éve), amikor az állatfajok 75 %-a pusztult

ki. A jelenleg élő fajok száma egy ezreléke a valaha élt, de elpusztult fajok számának, vagyis minden ma élő fajt 999 eltűnt faj előzött meg a Földön. Minden fajpusztuláskor azok a fajok maradtak életben, amelyek a legjobban tudtak alkalmazkodni a változó körülményekhez, és ezek utódaiból újabb fajok jelentek meg, így a biodiverzitás ismételten növekedett. Ennek fényében egyes kutatók föltételezik, hogy éppen az időszakos fajpusztulás biztosította az élet megmaradását a Földön. Ha ugyanis nem lett volna fajpusztulás, akkor az élet „elöregedett" volna, vagyis satnya, se futni, se repülni nem tudó tehetetlen állatok és pusztuló ökoszisztémák léteznének, ha egyáltalán volna élet a Földön.

Hatodik kérdés

Al Gore, aki 2000-ben az USA demokrata párti elnökjelöltje volt, 2007-ben az IPCC-vel megosztva megkapta a béke Nobel-díjat. Tevékenyen részt vett abban a mozgalomban, amelynek keretében 2007 nyarán a világ 80 városában koncerteket rendeztek a klíma védelmében. Nem jött hír arról, hogy a koncertek valamelyikét Forma-1 versenypályán rendezték volna, pedig egy-egy Forma-1 verseny alkalmából kb. annyi üzemanyagot égetnek el, amennyit egy szerény autós 40 év alatt használ fel. És évente talán 20 Forma-1 versenyt is rendeznek szerte a nagyvilágban, a többi motoros versenyekről nem is beszélve.

De *Al Gore* nem csak ezzel a koncerttel igyekezett népszerűséget szerezni magának, hanem a bevezetőben említett filmjével, amelynek címe „Egy kellemetlen igazság", ennek témáját a „fenyegető globális fölmelegedésről" tartott előadásaiból állították össze. A filmet Anglia középiskoláiban is bemutatták, ám az angol legfelsőbb bíróság kötelezővé tette, hogy a film bemutatásával egyidőben a filmben előforduló *kilenc tévedést* is közöljék a nézőkkel. Így akarták elkerülni, hogy a film félrevezesse a diákokat! Az éghajlat kutatásával foglalkozó *szakemberek nem kilenc, hanem 35 tévedést találtak a filmben,* amelyeket tételesen felsoroltak „35 kellemetlen igazság. Tévedések Al Gore filmjében" címmel (Chr. Mockton of Brenchley, 2009). Egyik tévedés a 35 közül, a jegesmedvéket fenyegető Észak-sarki fölmelegedés, mivel a jegesmedvék kb. 200 000 éve jelentek meg az Arktikus térségben, és átélték az utolsó interglaciálist, amikor a sarkvidék 5-6 fokkal melegedett. 1940-ben a jegesmedvék száma 5000-re csökkent, mert a vadászatukat nem tiltotta törvény. Amióta csak engedéllyel szabad jegesmedvékre vadászni, azóta számuk 25 000-re növekedett. Fő ellenségük tehát nem a melegedés, hanem a vadászat. Ez vonatkozik a fókákra is, mivel a fiatal fókákat kegyetlenül irtják (agyonverik) a prémjük miatt, ami nagyon értékes. *Ezek után a kérdésem: A közvéleményt, a TV-nézőt, újságolvasót vagy a Nobel-díjra javasoló és köztiszteletben álló tekintélyeket hogyan lehet megvédeni a féltudományos vagy tudományos köntösbe öltözött jóslatoktól és szenzációt kínáló vagy hisztériát keltő propaganda félrevezetésétől? A 20. századi történelem tapasztalatai még inkább aktuálissá teszik ezt a kérdést, hiszen százmilliók hittek el hamis ideológiákat vagy lettek áldozatai szándékos félrevezetésnek.*

Hetedik kérdés

Amióta a sajtó és a közélet állandóan napirenden tartja az éghajlatváltozás kérdését, hová lett a „Bermuda háromszög rejtélye"? És hová lettek az UFO-k? Amikor pár évtizeddel ezelőtt egy előadása után *Bartha György* geofizikust, az MTA tagját megkérdezték, mi a véleménye a Bermuda háromszögről, ő azt válaszolta, hogy sok nemzetközi konferencián vett részt, de egy geofizikus sem tett említést erről. Ez után a hátsó ajtón kellett a teremből kimenekíteni, mert meg akarták verni.

Nyolcadik kérdés

Az egyik legnagyobb riadalmat okozó jelenség a tengerjég olvadása, mert – feltételezik – ettől vészesen megemelkedik a tengerszint, és elönti a tenger az alacsonyan fekvő országok nagy részét és a Csendes-óceáni szigetek közül néhányat. *Miért gondolják a tengerjég olvadásától félők, hogy a jég nem víz, és ha a tengerjég elolvad, akkor több víz lesz az óceánokban?* Az Északi-félgömb nyarán az Északi Jeges-tenger jégtakarójának nagy része elolvad, a Déli-félgömb nyarán a Szubantarktikus óceán jegének nagy része olvad el, a két félgömb tengerjegének tömege között lehet különbség, a tengerszint mégsem változik évszakonként. Még az IPCC helyzetértékelő jelentései sem tudósítanak tengerjég olvadásából származó tengerszint emelkedésről. Ezen nem is lehet csodálkozni, hiszen a tengerjég is víz, és a tengerben van. Inkább csodálkozhatunk azon, hogy olykor még politikusok is rettegnek a gondolattól, hogy a tengerjég olvadni kezd, és az ettől megemelkedő tengerszint emberlakta területeket fenyeget. (Egyik csendes-óceáni szigetország vezető politikusa Koppenhágában sírva könyörgött a gazdasági nagyhatalmak képviselőinek, hogy írják alá a szén-dioxid kibocsátását korlátozó egyezményt, mert országa víz alá kerül.)

Sík Sándor egy találó mondatával szeretném zárni: „A hangerő nem erő!" A mi esetünkben: egy állítás a gyakori ismételgetéstől nem válik igazzá!

Köszönetnyilvánítás

Köszönetemet fejezem ki Dr. Molnár Béla professzornak, a Földtani és Őslénytani Tanszék nyugalmazott tanszékvezető egyetemi tanárának írásom gondos lektorálásáért és értékes segítségéért.

Irodalom

Christopher Mockton of Brenchley:: 35 Inconvenient Truths. The errors in Al Gore's movie. Science and Public Policy Institute. Monthly CO_2 Report, July, 2009, pp. 1-21.

Molnár Béla, 2002: Föld és az élet fejlődése. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.

A VECSÉSI KATASZTRÓFA

A LOCAL CATASTROPHY

Üveges Zoltán
Országos Meteorológiai Szolgálat 1525 Budapest, Pf. 38. *uveges.z@met.hu*

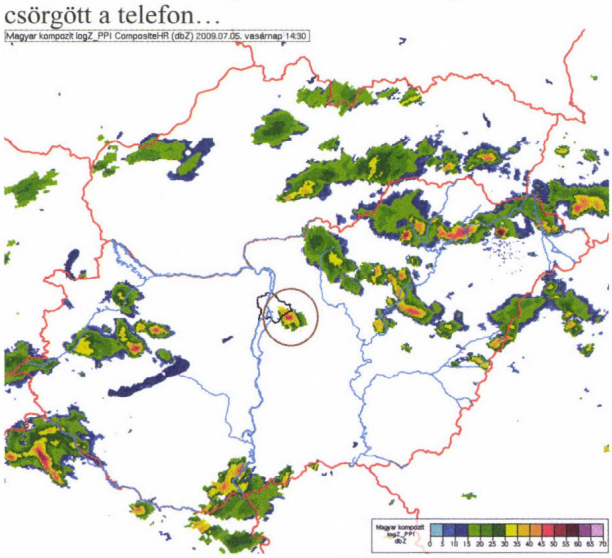
Összefoglalás:Ez a rövid történet egy kezdő veszélyjelző-meteorológus első munkanapját mutatja be, amelyen rögtön szembe kellett néznie a tomboló elemekkel éppúgy, mint Tamás Anna tüzes tekintetével.

Abstract: This short story tells about the first working day of a rookie severe weather forecaster, on which he had to face the raging elements as well as the steely glance of Anna Tamás.

2009. július ötödike jeles nap volt kolléganőm, Tamás Anna számára, hiszen ekkor ünnepelték édesanyja 75. születésnapját Vecsésen. A kerthelységben vidám társaság gyűlt össze sörsátorok, rengeteg étel és ital mellett. Jeles nap volt számomra is, hiszen első betanulós napomat töltöttem a veszélyjelzésen. Mint utóbb kiderült, e nap nemcsak jeles, hanem emlékezetes is maradt számunkra…

Ezen a napon – az elmúlt napokhoz hasonlóan – labilis rétegzettségű légtömeg töltötte ki a Kárpát-medencét, adottak voltak a feltételek záporok, zivatarok kialakulásához. Az áramlási mező azonban kissé átalakult, az eddigi bárikus mocsarat határozottabb északnyugati áramlási helyzet, gyenge hidegadvekció váltotta fel. Az ország középső széles sávjában az északnyugati szél meg is élénkült – a rutintalan veszélyjelző egyre bátrabban hihette azt, hogy a szél „megöli" a konvekciót, így ezeken a területen ezen a napon már nem alakulnak ki nagy számban záporok, zivatarok. Mit tudott még ekkor a kezdő veszélyjelző háttéremelésről, bonyolult labilitási indexekről, helyi konvergenciákról? A radar- és műholdképeket figyelemmel kísérve egyre határozottabban látszott, hogy zivatarok csak a gyengén szeles északkeleti és délnyugati országrészben fejlődnek ki…

Ilyen időjárási körülmények között érkezett be az OMSZ előrejelző termébe délután fél négy felé az első hívás Vecsésről. Anna aggódva kérdezte, várható-e a közeljövőben nagyobb zuhé, mert nem túl rózsásan fest az égkép, csúnya fellegek jelentek meg az égen, és az eső is csepereg. A legfrissebb adatok megtekintése nélkül vágtam rá, hogy ugyan már, a legközelebbi komolyabb radarjelek több mint 100 kilométerre láthatók Vecséstől, úgyhogy nyugodjon meg, nem lesz semmi különös. Anna kollégáiba vetett hite ekkor még töretlen volt, nem is kezdtek el pakolni. A beszélgetést követően azért rápillantottam a monitorra, mit láthatott kolléganőm, és akkor feltűnt, hogy valami nincs rendben Ferihegy és Vecsés környékén. Kis fényes pont tűnt fel a műholdképen, ami egyre inkább kezdett hasonlítani egy növekvő zivatarfelhőre. A rutintalanságomnál már csak a határozottságom volt nagyobb, így egyszerűen legyintettem rá, hogy ebből úgysem lehet semmi komoly. Olyannyira, hogy a néhány percen belül érkező ferihegyi reptéri SPECI távirat, miszerint Cb felhőt észlelnek, sem változtatott a helyzet megítélésén. Aztán négy órakor ismét csörgött a telefon…



Felvéve a telefont, először azon lepődtem meg, milyen rossz a vonal. A háttérben erős sistergést-kopogást hallottam, mely elnyomta Anna aggodalommal egyre inkább teli hangját: ekkor már a teljes nevemen szólítva azt kérdezte hallom-e, amit ő tapasztal. Nos, nem a telefonvonallal volt a baj. Vecsésen szakadni kezdett az eső, ráadásul az a dézsából ömlő, óriáscseppes fajta. Ami nem csak felülről, hanem oldalról és alulról is esik. Rápillantva a legfrissebb radarképre, az eddigieknél kissé kevésbé, de még így is határozott hangon próbáltam nyugtatni a társaságot: a kis kipattant cella gyorsan odébbáll délkelet felé, nem lesz tartós az eső, ne helyezzék át a rendezvény fedett helyre. Ezzel vége lett a második beszélgetésnek, Annáék maradtak a kertben felállított sörsátorok alatt. Beszélgetésünket ekkor már mindenki figyelemmel kísérte a teremben, így kezdő veszélyjelzőként kezdtem kicsit zavarba jönni. Mikor munkatársaim megtudták, kivel „tartottam a kapcsolatot"

telefonon, sajnálni kezdtek, és közölték, hogy sok jóra ne számítsak a jövőben...

Az a kis cella pedig nem mozdult. Az üllője szépen haladt az alapáramlással délkelet-kelet felé, de az „alja" újra és újra megerősödve, egy helyben állt. Fejemet csóválva tekintettem a radarképre, hogy lehet az, hogy egy helyben áll, mikor a többi radarcél szépen mozog északnyugat-délkeleti irányban? Egyáltalán, mit keres ott Vecsés felett, mikor határozottan állítottam, hogy abban a térségben nem lesz semmi? És fél ötkor újra csörgött a telefon. Most „valamilyen okból kifolyólag" kollégám, Csonka Tamás beszélt Annával. Ő pedig csak ennyit üzent: "Mond meg az Üvegesnek, hogy ne kerüljön a szemem elé!"

Következő héten Anna szokásos tiszteletkörét tette az előrejelző teremben, hozzám is odajött. Míg másoknak ebédjegyet, fizetési papírt adott át, nekem egy kis ajándékot, szépen becsomagolva. Egy szót se szólt a történtekről, csak sejtelmesen mosolygott. Kibontva az ajándékot, azonnal megértettem, hogy miért... Aztán kérdeztem, azon kívül, hogy az egész OMSZ-ot lejárattam a Vecsésen összegyűlt társaság előtt, történt-e más baj az ünnepségen. Anna részletesen beszámolt az eseményekről: a második beszélgetést követően, nemhogy gyengült volna, egyre jobban szakadt az eső. 10 perc alatt az udvarban 10-15 cm magasan állt a víz. A két 3x3 méter alapterületű sörsátor alatt Anna mozgáskorlátozott édesanyja, 3 gyermek és még 8 felnőtt „négybetűs szóvá" ázott. A sörsátorok összerogytak a tetejükön felgyülemlett víztől. Ekkor ugyan már minden mindegy volt, de anyukát és az ételeket hátrahagyva csurom vizesen berohant a társaság a lakásba. A lakás is gyorsan úszómedencévé vált az emberekből kicsorgó csapadékvíztől. A szárítkozást és teljes ruhacserét követően az ünneplés már a lakásban folytatódott, a szomszédokkal kiegészülve, akik addig az ablakok mögül nézték végig a kertben zajló eseményeket. Ekkor került sor a szerencsére épen maradt torta elfogyasztására is. Anna meg sem tudja számolni, hogy az "és nektek ezért még fizetnek is" megjegyzés hányszor és hányféleképpen hangzott el a társaság tagjaitól...

A történtek után azt tapasztaltam, hogy Anna tulajdonképpen nem haragudott rám. Persze a mai napig ott lebeg a szemem előtt az a mondat, ami az ajándék táblácskára van írva: „ A bölcsek megbocsátanak, de nem felejtenek." Valószínűleg ennek tudható be az is, hogy mikor megkérdeztem tőle, hozzájárul ahhoz, hogy e történetben megnevezzem őt, csak annyit felelt: „Természetesen megnevezhetsz, nem hiszem, hogy túl sok ember van az OMSZ-ban, akinek nem meséltem el!"

RÓLUNK ÍRTÁK...

UNKNOWN HISTORICAL PHOTO OF OMSZ'HEADQUARTERS

A Szolgálat munkatársai nem lepődnek meg, ha a sajtó pozitív vagy negatív előjellel az időjárás-jelentésről vagy a meteorológusok szerepléséről ír. Ezúttal azonban a Heti Válasz (2011.június 16.) a Szolgálat és főépületének történetét tűzte tollhegyre némi kedélyeskedéssel. A cikkíró derűs Jókai hősöknek képzeli el az alapító atyákat, Schenzl Guidót meg afféle polihisztornak. A megemlékezésben találunk egy kis pontatlanságot is. Az, hogy igazából a Meteorológiai Intézetről van szó, nem derül ki a cikk címéből: „A föld és delejessége". A „földmágnesesség" kifejezés archaikus alakja ragadhatta meg leginkább az intézet régi elnevezéséből a cikkírót. De igazából nem ez a rövid írás érdekessége, hanem a Fővárosi Levéltárból kölcsönzött fénykép közreadása, aminek létezéséről, itt az intézetben eddig nem tudtunk. Ismert egy levelezőlap az intézet új székházáról, ami valószínűleg egy rajz, s nem kizárt, hogy a HV-ben publikált fotó alapján készült. Vagy lehet, hogy létezik egy másik kép is abból az időből? Érdemes lenne keresgélni a Levéltárban!

KOSSUTH LAJOS ÉGHAJLATI JÖVŐKÉPE

CLIMATIC VISION OF LAJOS KOSSUTH

Hágen András
SZTE TTIK *hagen13@freemail.hu*

Összefoglalás. Kossuth Lajosról a legtöbbünknek a híres államférfi jut eszébe, de a természettudományok iránt érzett vonzalmáról keveset tudunk. Kossuth 1883-ban egy kritikai észrevételt készített Nyári Jenő „Az Aggteleki-barlang, mint őskori temető" munkájához, amelynek 5. fejezetében kifejti – tudományos tényekkel alátámasztva – véleményét a jövő éghajlatát illetően (a „kis jégkorszakban" élt Kossuth). A tanulmány konklúziójában azt is bemutatom, hogy a Kossuth által megjövendölt éghajlati jövőkép, majdnem száz év múlva (1974) hogyan ismétli meg önmagát egy amerikai újságíró jóvoltából.

Abstact. What most people know about Lajos Kossuth is that he was a famous statesman, but only a few people know about his attraction to science. In 1883 Kossuth – living in the Little Ice Age – made a critical reflection on "*The Aggtelek cave as a prehistoric cemetery*" written by Jenő Nyáry, in the 5th chapter of which he expressed his opinion – supported by scientific facts – about the climate of the future. In the conclusion of the study we are informed that the climatic vision outlined by Kossuth was repeated almost a hundred years later (in 1974) thanks to an American journalist.

Kossuth és a természettudományok

1. ábra Kossuth Lajos öregedő arcvonásai (Torinói fotó)

Kossuth Lajosról (*1. ábra*) a híres államférfi jut eszébe mindenkinek, azonban volt egy „szenvedélye", amelyről kevesen tudnak, ez pedig a természettudomány volt. Élete során a tudományban rangot és elismerést nem szerzett, viszont kutatásait és azok publikálását tudósokat megszégyenítő módon végezte. Tudományos érdeklődése a szabadságharc bukását, de különösen a kiegyezést követő emigrációban bontakozott ki. Ezen sorokat fogalmazta meg 1884-ben Helfy Ignácnak írt levelében:

„Midőn az 1867-i jogelalkuvás bevágta előttem azon politikai tevékenység útját, melynek életem akkor a számüzetésben is szentelve volt; a természettudományokban kerestem, nem vigasztalást, mert ezt a hazafi szomorúságának más, mint a szomorúság okának elhárítása nem nyújthat, hanem kerestem szórakozást. A természetet megtaláljuk és csakis azt találjuk meg a balsors napjaiban — írta Chateubriandt és igazat írt."

Ugyanezt fejtegeti Herman Ottónak, majd Szontagh Miklósnak küldött írásaiban is:

„Hát én ráadtam öreg és elfáradt fejemet, hogy megtaláljam a vigasztalót. És beszóltam hozzá a csillagvilágok végtelenségébe, beszóltam hozzá a sziklarétegek, jegecek, kövületek műhelyébe."

Levelezéseit és feljegyzéseit olvasva fény derül széleskörű olvasottságra, sokoldalúságára a csillagászatban, az élettanban, a vegytanban, a fizikában, a földtanban és az őslénytan tudományában. A torinói emigrációban folyamatosan járatta a külföldi ismeretterjesztő folyóiratokat és szaklapokat. Emellett szenvedélyes növénygyűjtő is volt. Hetven éves korában megmászta a havas Mont Blanc-t, egy különleges növényfajért. Saját kezűleg gyűjtött botanikai példányait -, és ősmaradványait az Országos Természettudományi Múzeumban őrzik. Ilyen olvasottsággal és szakértelemmel olaszországi évei alatt 1883-ban készítette Báró Nyári Jenő által az Aggteleki barlangról írt monográfiájának kritikai tudományos esszéjét (*2. ábra*). Nemcsak észrevételeket készített Nyáry Jenő[2] tanulmányához, hanem ezen felül saját – borúlátó – megjegyzéseket is fűzött hozzá a Föld éghajlati jövőjét illetően. Tekintsük át, hogy a 19. században milyen éghajlati háttér nyújtotta az ihletet a szerzőnek.

TANULMÁNYOK

BÁRÓ NYÁRY JENŐ

AZ AGGTELEKI BARLANG MINT ŐSKORI TEMETŐ

KOSSUTH LAJOS

BUDAPEST

2. ábra Kossuth Lajos tanulmányának borítója

---

[2] Nyáregyházi báró **Nyáry Jenő** (*Bagonya, 1836. február 29. – Piliny, 1914. június 29.*) ősrégész, barlangkutató. Császári és királyi kamarás, miniszteri osztálytanácsos, több hazai és külföldi kitüntetés birtokosa, különböző tudományos társaságok elnöke, vezetőségi tagja, a Barlangbizottság tiszteleti tagja.

Éghajlati háttér. A 10.000 évvel ezelőtt véget ért pleisztocén jégkorszak után egy meglehetősen stabil éghajlat köszöntött bolygónkra. Az éghajlati stabilitás persze nem jelentette az éghajlat abszolút változatlanságát. Emberi történelmet befolyásoló, alakító tényező volt a 10-13. században bekövetkező klímaoptimum, amelyet a 14. század elejétől lehűlés követett. Ekkor haltak ki a Grönlandra betelepedett norvég családok, ekkor fagyott be a Temze folyó, valamint Mátyás királlyá koronázása is ekkor történt a befagyott Duna jegén. Az 1450-1850-ig terjedő időszakban a Földet jellemző klímaminimumot „kis jégkorszaknak" nevezzük (*3. ábra*). Ebben a korban élt és alkotott Kossuth Lajos, melyről ilyen éghajlati feljegyzések maradtak az utókorra:

-**1848. január** a Nemzeti Újság beszámolt arról, hogy a Duna január 13-án *„beállott"* és a jég kitartott a hónap végéig (RÉTHLY A. 1998).

-**1846. február** Ecsedy Gábor gyulai református lelkész következő bejegyzéseket jegyezte fel naplójába: *„Februárius 1ső a hó ugyan szakadt délig, délután esső egész nap és éjjel. 2ik a nap kisütött, tisztás. (...) 3ikba reggelre esső, azutánn is borúlt, nyári forma jellegek. (...) 16. 17. olvadó. 18. sok esső. 19ke felfagyott. 20. 21. 22. reggelenként fagy, azutánn nappal szép tavaszi meleg idő. 23. 24. reggel sem fagyott szép meleg nap. 25. kis fagy reggel, azutánn gyönyörű meleg nap. 26. már borult. 27. esső. 28. nagy köd és büdös, délutánn szép idő."* (Réthly A. 1998).

-**1850. március** ugyancsak a gyulai református lelkész feljegyzései: *„Martzius 1.2. is reggelenként kemény fagy, azután napfény, meleg tsendes idő. (...) 9. tiszta, hideg északi erőss szél. 10. is 11. még keményebb északi fagylaló szél. 12. 13. fagy, északi szél. 14.re viradónn hó, de elolvadt nappal. 15Re is fagy, hó, elolvadt, de hideg idő. 16. kemény fagy, kemény hideg, északi széllel. 17. keményebb fagy, soványabb idő, a hó szállingott, valamint tegnap, egész nap nem engedett. 18. hó esett. 19. kemény sovány hideg. 20. engedelmesebb, de fagyos, hó szállingott. 21. fagy hó szállingott, és ugyan esett, de elovadt. 22. fagyos hideg, ugyan tsak havazott, estve sok hó esett. 23. hideg, nagy fagy. (...) 29. reggeli 6 órától 9ig sok hó, egész nap havazott szüntetve (megszakításokkal) 29. nagy fagy, dér. 30. 31. dér, fagy"* (Réthly A.1998).

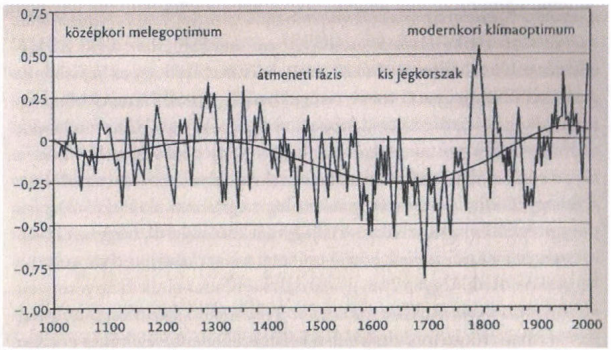
A leírtakhoz hasonló éghajlati kilengések jellemezték a 19. századot. Ezen klimatikus tényezők voltak hatással a korra, melyben a szerző élt, és fogalmazta meg ezek hatására éghajlati következtetéseit.

Éghajlati következtetés. A kritikai hangvételű tanulmány V. fejezetében – az éghajlati következtetésben – Kossuth Lajos igazat ad Nyári Jenő eredményeinek a paleolit kor éghajlatát illetően. KOSSUTH kitér a klíma botanikus összehasonlítására, és hiányolja NYÁRY-tól a fasténdarabok faji eredetének meghatározását, amely bővíthette volna a Kárpát-medencéről alkotott biogeográfiai ismereteket, valamint a kritika írója a fákat biztosabb éghajlati jelzőnek tekinti a fűféléknél, amelyet helyesen meg is indokol. Példaként hozza fel Osvald Heer svájci paleontológusnak a zürichi- és St. Galleni lignitben előforduló famaradványokból felvázolt paleoklimatológiai elemzését.

Ezen hiányosságok ellenére is Kossuth Lajos helyesnek ítéli meg Nyári Jenő azon megállapítását, hogy a növénymagokból mérsékelt éghajlatra következtetett, de hiányosságot itt is feltételezett, miszerint a mérsékelt éghajlat nagyon tág keretek között mozog, és csupán csak kozmopolita virágleletekből a hőmérsékletet nem lehet megállapítani. Példaként hozza fel a szőlő vegetációs ideje és a tenyészidőszak közötti hőmérsékleti különbségeket eltérő földrajzi pontokon. Így Magyarországon a szőlő 10 °C-on „téli álmát" alussza, míg Madeirán ezt az álmot 17 °C-on végzi. Míg Magyarországnak a mag éréséhez 10,6 °C többletre van szükség, addig Madeirán 1 °C emelkedés is elegendő. Ebből következően a szőlő mindkét helyen megél, vagyis alkalmazkodik a földrajzi környezethez.

Kossuth Lajos e részben megjegyzi, hogy az időjárás az utolsó jégkorszak óta nem sokat változott, és az élőlények – köztük az őstulok (*Bos primigenius primigenius*) – sem a klíma szeszélye miatt haltak ki, hanem az emberi kulturális térfoglalás miatt.

Ez viszont nem zárja ki Kossuth Lajos azon megállapítását, hogy az újkori középhőmérséklet az őskorihoz képest csökkenőben volt. Példákkal támasztotta alá véleményét, amely szerint a Kárpátokban a fenyőfák határa az utóbbi háromszáz évben száz méterrel lejjebb szállt. E nézetét igazolva népmondákat is felidézett. A mondák szerint a sárgadinnye szezonnak Lőrincz napján (augusztus 10.) vége van, míg 19. században jóformán csak akkor kezdődött.



3. ábra Hőmérséklet ingadozása az elmúlt 1000 évben Közép-Európában Rüdiger Glaser környezettörténész kutatásai alapján (Glaser, R. 2010)

Kossuth Lajos a hőmérséklet csökkenését csillagászati adatokkal is igyekszik alátámasztani. A napközelséget (perihelion) január elsejére teszi, míg korábban – a 18. században – december 21.-e felelt meg e napnak. E tekintetben is bátran alkalmazta a csillagászati okokat éghajlat módosító hatásokra, ugyanis az 1880-as években még nem voltak letisztázva, hogy a Föld pályaelemeinek ingadozásai elegendőek-e a hőmérséklet változáshoz. Csupán a 20. század elején tudta tudományosan bizonyítani a horvát származású Milutin Milankovich, amelyet Magyarországra kivetítve Bacsák György végzett el. Összességében elmondhatjuk, hogy a „Milankovich-elméletet" Kossuth Lajos korát megelőzve helyesen alkalmazta 1883-ban.

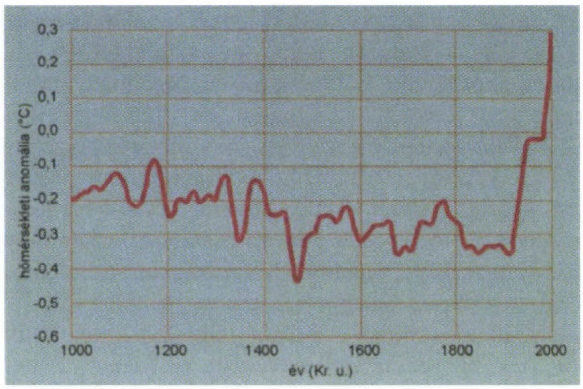
A éghajlati jelenképet tények felvázolásával ismertette, és a fejezet zárószavaként egy rövid összefoglalót írt a jövő éghajlatáról:

„A mi földgömbünk most ezen hosszú és nagyon hideg tél felé halad; sok idő kell hozzá, hogy a maximumot elérje, mely alkalmasint egy újabb jégár-korszakkal lesz kapcsolatos; mert igaz ugyan, hogy mikor a tél nagyon hideg és hosszú, a nyár viszont rövidebb, de nagyon meleg lesz; hanem a hosszú hideg télen annyi jég és hó gyűl össze, hogy nyáron át a nap hősugarai legnagyobb részben a jég- és hó-tömegek olvasztására vesztegetődvén, nem fogják a földet annyira felmelegíteni..."

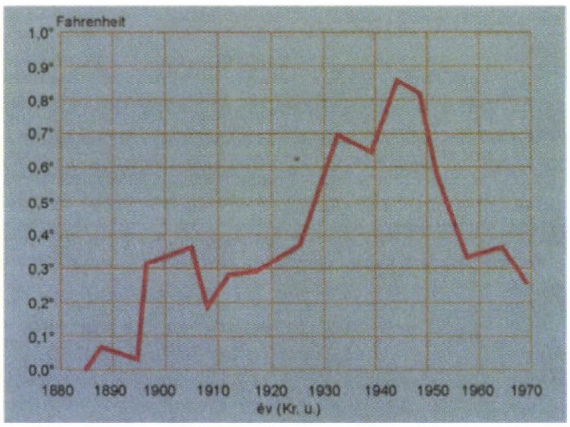
Tehát Kossuth szerint leszűrhetjük azt, hogy a középhőmérséklet nem emberi léptékben mérve ugyan, de csökkenőben van, és új jégkorszak eljövetelét jósolja. Hogy igazát alátámassza, példaként hozta fel Grönlandot, amely szerinte még akkor – 1883-ban – is „jégár korszakban" volt, mert a jég albeldója miatt a felszín nem tudott felmelegedni az erős napsugárzás ellenére sem.

Konklúzió. A klímadiagramon visszanézve annyiban jogos volt a Kossuth Lajos által felvázolt jövőkép, hogy a „kis jégkorszak" megváltoztatta Földünk és Magyarország éghajlatát is (4. *ábra*). Annak ellenére, hogy az előrevetített jégkorszak nem köszöntött be, egy dolgot az egykori miniszternek tulajdoníthatunk, még pedig azt, hogy a 20. században tudományosan bizonyított „Milankovich-elméletet" helyesen alkalmazta jövendölésben.

E vészjósló jövőkép előrevetítése a 20. században sem maradt el. Két évtizedig tartó klimatikus kilengés sújtotta a Földet az 1970-es években, amelyről a Newsweek újság hasábjain PETER GWYNNE (1974) Kossuthoz hasonlóan egy újabb jégkorszak lehetőségét vázolta fel, amely a jelenből visszanézve ugyancsak elmaradt (5. *ábra*).



4. ábra 1000-2000-ig terjedő intervallum az északi félgömb hőmérsékleti változásai (Forrás: WMO–No. 913. 2000 nyomán, szerkesztette Rácz L. 2001)



5. ábra A Newsweek újságban megjelent klímadiagramm (Gwynne, P. 1975)

Napjainkban is találkozunk a globális klímaváltozás kérdésével, csak e folyamat nem egy újabb jégkorszakot fest elénk, hanem a globális felmelegedést.

Irodalom:

Glaser, R. 2008: Klimageschichte Mitteleuropas. – Primus Verlag GmbH, 272 p.

Gwynne, P.: The Cooling World. – Newsweek, April 28, 1975.

Kossuth L. 1883: Tanulmányok „Báró Nyáry Jenő: Az aggteleki barlang mint temető" czimű munkája felett. – Franklin-társulat, Budapest, 40 p.

Nyáry J. 1881: Az aggteleki barlang mint őskori temető. – Budapest.

Rácz L. 2001: Magyarország éghajlattörténete az újkor idején. – JGYF kiadó, Szeged, 303 p.

Réthly A. 1998: Időjárási események és elemi csapások Magyarországon 1801-1900-ig. – Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest, 1369 p.

WMO-NO. 913 2000: A Meteorológiai Világszervezet állásfoglalása az éghajlat 1999. évi állapotáról. – Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest, 11 p.

PROF. DR. MÉSZÁROS ERNŐ TISZTELGÉSE VISSY KÁROLY GYÖRGY RAVATALÁNÁL

2011. november 28., Budapest, Farkasrét

Tisztelt Kollégám, kedves Gyuri, drága Barátom!

Halotti urnád előtt állva, megrendülve és fájdalommal telve búcsúzunk Tőled. A szerető apától és férjtől, a nagy tudású kollégától, mindannyiunk példaképétől, akit földi létében mindenki szeretett és tisztelt, aki tudományunknak, a meteorológiának jelképévé vált. Neked nem csak az időjárás-előrejelzések fejlesztése, a technika előhaladásának megfelelő korszerűsítése köszönhető, nemcsak az, hogy utódokat indítottál el pályájukon, hanem az is, hogy az emberek számára a légkör bonyolult folyamatait, az előrejelzések alapjait érthetővé tetted. Az egész ország tanítója voltál. Gazdag életutad alatt a tv-nézők, a rádióhallgatók, és azok, aki szerencsések voltak valamelyik előadásodat meghallgatni, Tőled tanulták meg a légkör tudományának alapjait, szavaid ébresztették rá őket tudományunk szépségeire. Évtizedeken át az egész ország leste szavaidat, figyelte a szöveget kísérő jellegzetes mozdulataidat. Előrejelzéseid, a nagyközönség tájékoztatásán túlmenően, fontos információkkal látták el a katasztrófavédelem, a mezőgazdaság, az ipar és az energiaszolgáltatás szinte minden szektorát. Az egész ország hálás Neked. És különösen hálásak vagyunk mi, szakmád képviselői, kollégáid. Nekem adatott a megtiszteltetés, hogy hamvaid előtt a magyar meteorológia minden képviselője nevében lerójam tiszteletemet.

Kedves Gyuri! Ismeretségünk, baráti kapcsolatunk már közel hatvan éves. Együtt végeztük az egyetemet, együtt éltünk át négy boldog évet, szinte napról napra találkozva. Az egyetem után, 1957-ben együtt indultunk a pályán, igaz, hogy különböző irányokba. Téged a gyakorlat, az előrejelzés érdekelt, engem a kutatás. Közös volt azonban bennünk, hogy mindketten el akartunk jutni valahová. Egymás életét mindig érdeklődéssel követtük, sőt útjaink egyszer váratlanul keresztezték is egymást. Antarktiszi expedíciód alkalmával olyan munkában működtél közre, amelyből a legsikeresebb tanulmányunk született. Kevesen tudják rólad, az előrejelzők doyenjéről, hogy a levegőkémiai szakirodalomban az egyik legtöbbet idézett magyar meteorológus vagy. Gyuri barátom! Bár barátságunk az egyetemi évek után, szakmai és családi elfoglaltságaink, vélt vagy valós igazságokért vívott harcaink miatt, némileg megfakult, az utóbbi években ismét kivirágzott. Köszönöm neked az érdekes és értékes beszélgetéseket, az együtt töltött kellemes órákat, amelyek, most, hogy elmentél, különösen hiányozni fognak.

Tisztelt Gyászoló Közönség! A megdöbbentő halállal szembesülve létünk nagy kérdései tolulnak óhatatlanul az eszünkbe. Kik vagyunk, honnan jövünk, és hová tartunk? Mi a halál, paradox módon életünk legnagyobb misztériuma? Nem tudjuk, pedig „csak", mint Szókratész tanítja, két válasz lehetséges. „Mert két dolog közül egyvalami a halál – mondja -: vagy abból áll, hogy a megholt semmivé lesz és egyáltalán semmit sem érzékel már, vagy pedig abból, hogy a lélek itteni helyét egy más hellyel váltja fel és máshová költözik". A feleletet nem tudjuk, ahogy Hamlet sem találja meg nagyszerű monológjában. Vajon a testünk csupán az atomok és molekulák bonyolult összeállásának az eredménye, és tudatunk, a lelkünk, csupán fizikai kémiai folyamatok következménye, amelyek halálunkkal megszűnnek, és alkotóelemeink visszakerülnek a Természet nagy anyagforgásába? A tudomány ezt a választ sugallja. Mégis sokan abban hisznek, amit a vallás ígér, hogy halálunk után lelkünket egy más világ várja, ahol boldogságban lebegünk az utolsó ítéletig.

A halál egyúttal az élet értelmét is felveti. Ennek megtalálása már nagymértékben rajtunk múlik. Magunknak kell megtalálnunk életünk célját, életünk értelmét. Ez az, Kedves Gyuri, amiben példát mutattál nekünk. Munkáddal nem csak értelmet adtál az életednek, hanem ahhoz halálodig hű maradtál. A szó szoros értelmében, végzetes betegségeddel küzdve, az elmúlásig végezted feladatodat, csak az utolsó percben adtad meg magad, kezed szerető feleséged kezében tartva. Emberségesen éltél, emberhez méltóan haltál meg!

Ha az élet csak elszunnyadás, és semmi több, akkor nyugodj békében. Ha viszont egy másik világba költözés, akkor várj szeretteidre, várj rám, hogy, immár sokkal okosabban, több bölcsesség birtokában folytassuk elmélkedéseinket az élet és halál nagy kérdéseiről, és akkor talán meggyőzzük egymást arról, hogy halálunk ellenére érdemes volt élnünk. Addig is, Drága Barátom, Isten veled!

TÓTH TAMÁS MEGEMLÉKEZÉSE VISSY KÁROLY GYÖRGY RAVATALA ELŐTT

2011. november 28., Budapest, Farkasrét

Tisztelt Gyászoló Család, kedves Barátaim!

Amennyire természetes dolog a minket körülvevő világban az elmúlás, legalább annyira nehéz szavakba önteni azt, amikor szeretett családtagunk, jóbarátunk, netán egy hozzánk közel álló kollégánk földi pályafutása véget ér. Sajnos azonban ma itt végső búcsút kell vennünk egy rendkívüli pályafutástól.

Közel hetvenhét év. Ennyi időt töltött köztünk szeretett barátunk, kollégánk Vissy Károly, sokunk Gyurija. Ez a hosszú idő pedig nem múlik el nyomtalanul, amit mi sem bizonyít jobban, mint az itt megjelent nagyszámú ember, akik eljöttek és megtisztelték jelenlétükkel ezt a szomorú gyászeseményt. Eljöttek azért, hogy elbúcsúzzanak egy olyan embertől, akit az elmúlt évtizedekben egy egész ország megismert és megszeretett; és aki a magyar meteorológia széleskörű megismertetésért és társadalmi elismertetéséért többet tett, mint bárki más ebben az országban. Hosszú éveken, évtizedeken keresztül hallhattuk a rádióban, nézhettük a televízióban azokat az időjárás-jelentéseket, amelyeket Vissy Károly neve fémjelzett, és amelyeken egész generációk nőttek fel. Ma, 2011. november 18-án talán nincs is olyan magyar ember, akinek ne jutna eszébe egy kedves gondolat arról a szakállas, kedves úriemberről, akitől estéről-estére megtudhattuk, hogy másnap kell-e magunkkal esernyőt vinni, vagy éppen azt, hogy miként öltözzünk.

Kedves Gyuri! Én is valahogyan így, tehát az OMSZ-os időjárás-jelentésekből szerettem meg a meteorológiát. Ugyan a mi személyes ismertségünk nem nyúlik vissza hosszú évtizedekre, de szerintem el se hinnéd, hogy milyen régen beszéltünk először egymással. Még a pontos időpontjára is emlékszem: 1998. július 28. Természetesen, a közös szakmánk, a meteorológia adja a meg a választ a miértre. Idézni szeretnék az Országos Meteorológiai Szolgálat aznapi bültenjéből, Homokiné Ujváry Katalin kolléganőnk tollából: „Az esti, éjszakai órákban nyugat felől egy intenzív zivatarzóna érte el hazánkat, és egyre többfelé alakult ki záporeső, zivatar, helyenként jégeső is előfordult. A ma reggelig lehullott csapadék mennyisége ált. csapadéknyom és 22 mm között volt, de Sopronból 37, Mosonmagyaróvárról 132 mm-t jelentettek." Miután ezt a rendkívüli csapadékot bemondtad a tv-ben, kb. fél órás, lakáson belüli ide-oda sétálgatás és tudakozódás után tárcsáztam az OMSz-ot, és kértem, hogy kapcsoljanak téged. Sikerült. Igaz, először arról informálódtam - mint még épp csak általános iskolát végzett „zöldfülű" - , hogy miként lehet belőlem is egyszer meteorológus, de azért rövid szakmai kérdéseim is voltak a mosonmagyaróvári eseményekkel kapcsolatban. Persze ezek után hosszú ideig nem történt semmi, de én csendben tovább formálódtam az általad és a kollégáid által interpretált időjárás-jelentéseken, és végül 2007-re az egyetemet is elvégeztem. Amikor hál' Istennek sikeresen elhelyezkedtem Országos Meteorológiai Szolgálatnál, te már nyugdíjasként csak az OMSZ stúdiójába jártál be. Persze az OMSZ-os kollégáktól hallottam nagyon sok pozitív dolgot rólad, de ezeket én személyesen csak onnantól kezdve tapasztalhattam meg, amikor elkezdtünk 2008. év végén együtt dolgozni. Az elhivatottságod már korábban, a kamera előtt nyilvánvaló volt számomra, azonban azt az igazi energikus karaktert, amely benned lakozott, csak a közös munka során ismerhettem meg. Igazi vezető egyéniség is voltál, mert mindig megláttad, megérezted a fejlődés útját, és ezt az irányvonalat mindvégig követted. A kitartásodat pedig siker koronázta, a személyiségednek köszönhetően pedig hatalmas dolgokat sikerült elérned, akár a lehetetlennek tűnő körülmények között is. De talán a legfontosabb dolgot még nem is említettem meg: az a mérhetetlen szakmaszeretet, amely az egyéniségedből csak úgy áradt, igazi példaként állítható bárki elé, s talán ez az a pont, ami miatt olyan igazi „vissykárolyos" időjárás-jelentések születtek, és ami miatt az amatőr meteorológusok számára a te személyed képviseli mai napig a csupa nagybetűvel írt METEOROLÓGUS szakembert.

Életed utolsó félévében sajnos egy gyógyíthatatlan betegség lett úrrá rajtad. De mégsem! Hosszú ideig legalábbis nagyon úgy tűnt számomra, hogy Te szinte tudomást sem akarsz venni róla, megpróbálod ugyanolyan energikusan tovább vezetni az életedet, mint annak előtte. Hősiesen küzdöttél, helyt álltál, ahogy azt rajtad kívül rendkívül kevesen képesek megtenni. Képes voltál még közvetlenül a kemoterápia után is elbúcsúztatni kedves kolléganőnket, Bóna Mártit, ami a mérhetetlen akaraterődről tett tanúbizonyságot. Az utolsó pillanatig dolgoztál, kitartottál, és példát mutattál. Olyan példát, ami előtt én emelt fővel tisztelgek.

Most azonban itt állunk megtört szívvel, és könnyekkel küszködve búcsúzunk tőled. Búcsúzunk, de el nem feledünk. Személyed, a személyiséged továbbra is a szívünkben él. Bízom, bízunk abban, hogy ott fent, az égi tünemények között megtalálod azt a nyugodt időjárást okozó anticiklont, amelyet messze-messze elkerülnek az időjárási frontok, de a helyi hatások következtében a reneszánszban oly jellemző szépidő-gomolyfelhők megjelennek, ám ezek csapadékot nem adnak, nem adhatnak.

Nyugodj békében!

A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG HÍREI

NEWS OF MMT – HUNGARIAN METEOROLOGICAL SOCIETY

Balogh Beáta
Magyar Meteorológiai Társaság, 1181 Budapest, Gilice tér 39., *balogh.b@met.hu*

Rendezvényeink 2011. április 1. és június 30. között
Our programmes between 1 April and 30 June 2011

Április 7.
Szakmai kerekasztal beszélgetés: "A Meteorológiai Szolgálat előtt álló kihívások és követhető szakmai stratégiák a tevékenységére fordítható források függvényében" címmel. Előadó **Dr Dunkel Zoltán**.

Április 14.
Választmányi Ülés. Napirend: az MMT díjainak odaítélése; a Közgyűlés előkészítése; Beszámoló az MMT anyagi helyzetéről; beszámoló az MMT anyagi helyzetéről.

Április 18.
A Magyar Tudományos Akadémia Meteorológiai Tudományos Bizottságának Légkördinamikai Munkabizottsága és a Magyar Meteorológiai Társaság Légkördinamikai Szakosztályának közös szemináriuma. Előadó: **Martin Sigurd Grønsleth** (Norvég Meteorológiai Intézet). Téma: Radar data assimilation in HIRLAM/ALADIN/AROME models

Május 11.
A Szegedi Csoport előadó ülése. Előadó: **Dr. Koppány György**. Téma: Föld az élet bolygója. Az élő bolygó.

Május 12.
Közgyűlés. Előadás: **Ács Ferenc**: A talaj hatása az időjárásra és az éghajlatra. Napirend: Megemlékezés a 80 éve született Rákóczi Ferenc (előadó: *Ács Ferenc*), Makainé Császár Margit (előadó: *Tóth Pál*) és Szabó Emilné Papp Éva (előadó: *Dunkel Zoltán*) tagtársaink életútjáról; Közhasznúsági jelentés 2010-ről és a 2011-es költségvetés; Új választmányi tag választása (Buránszkiné Sallai Márta);.A 2011. évi társasági díjak átadása:

A 2011. évi társasági díjakkal kitüntetettek:

STEINER LAJOS EMLÉKÉREM
Lakatos Mónika és Molnár Ágnes

SZAKIRODALMI NÍVÓDÍJ
Ács Ferenc: *A talaj-növény-légkör rendszer meteorológiai alkalmazású modellezése*

RÓNA ZSIGMOND ALAPÍTVÁNY 2010. ÉVI KAMATAI
Breuer Hajnalka

BERÉNYI DÉNES EMLÉKDÍJ
Nowinszky László

HEGYFOKI KABOS EMLÉKÉREM
Tar Károly

Május 20.
A Róna Zsigmond Ifjúsági Kör előadó ülése. Előadó: **Haszpra Tímea** (2010. évi Hille díjas). Téma: Kaotikus sodródás a légkörben

Május 31.
Az Agro- és Biometeorológiai Szakosztály és a Szegedi Csoport közös előadó ülése. Előadó: **Dr. Andreas Matzarakis** (a freiburgi Albert-Ludwigs Egyetem Meteorológiai Intézetének docense, a Nemzetközi Biometeorológiai Társaság alelnöke). Téma: Climate and Tourism - from simple indices to integral assessments.

Június 9.
Az Éghajlati Szakosztály és a Nap- és Szélenergia Szakosztály közös előadó ülése. Előadók: **Bíróné Kircsi Andrea és Mika János**. Téma: Az IPCC speciális jelentése a megújuló energiaforrásokról és a klímaváltozás mérsékléséről.

Június 9.
Választmányi Ülés. Az MMT anyagi helyzete.

Június 23.
A Levegőkörnyezeti Szakosztály előadó ülése. Előadó: **Horváth László**. Téma: A nitrogén kaszkád; a reaktív nitrogén összetett hatása Európában.

Június 30.
Az Agro- és Biometeorológiai Szakosztály és a Magyar Karszt- és Barlangkutató Társulat közös előadó ülése. Előadók: **Dr. Fodor István** és **Dr. Laczkovits Gabriella**. Téma: Barlangklimatológia és barlangi klímaterápia.

2011. második negyedévében felvett tagok névsora : Décsei Anna Borbála, Szabó Adrienn Zsanett

2011 TAVASZÁNAK IDŐJÁRÁSA

WEATHER OF SPRING 2011

Móring Andrea
Országos Meteorológiai Szolgálat, H-1525 Budapest, Pf. 38., *moring.a@met.hu*

Március. Kis kivétellel az ország egész területét pozitív hőmérsékleti anomália jellemezte. A déli és a középső országrészben többnyire + 0,5 °C körüli különbség jelentkezett, míg a Tiszántúl és a Dunántúl északi részén +0,5 °C fölötti értékek rajzolódtak ki. A Bakonyban a sokéves átlagtól való eltérés a 1,5 °C-ot is meghaladta. A hónap eleje és vége között mintegy 12 °C-ot emelkedett a napi középhőmérséklet, mely emelkedést több ízben törték meg lehűléses időszakok. A legintenzívebb felmelegedési periódusban (március 8-15.) egy hét alatt közel 14 °C-kal nőtt a hőmérséklet, a legerősebb lehűlés során pedig (március 17-19.) 3 nap alatt 8 °C-kal csökkent.

Az átlagosnál melegebb időjárás ellenére fagyos napból többet számoltunk az átlagnál, összesen 14-et a szokásos 12 helyett. Zord és téli napok nem fordultak elő, és az évszak többi hónapjában sem jelentkezett már több.
A hónap során mért legmagasabb hőmérséklet:
***23,1 °C,** Baja Csávoly (Bács-Kiskun megye) március 25.*
A hónap során mért legalacsonyabb hőmérséklet:
***-13,1 °C,** Zabar (Nógrád megye) március 8.*

Hazánk egész területén 10 mm-t meghaladó csapadék hullott, többnyire 20-40 mm közötti értékek jelentkeztek. A legszárazabb terület a Dunántúl nyugat-délnyugati része volt, ahol a lehullott csapadék a sokéves átlag 50%-át sem érte el. A hónap során két csapadékosabb időszak jelentkezett, március 16-19 között és 26-27 között. A legcsapadékosabb nap 17-e volt. Ekkor az esőzés első sorban az északkeleti országrészt érintette.

A szokásosnál valamelyest szárazabb időjárást sejtetnek a csapadékos küszöbnapok is. A szokásos 9 helyett csak 8 csapadékos nap jelentkezett, ezek közül 2 volt havas nap, ami eggyel kevesebb az átlagosnál.
A hónap legnagyobb csapadékösszege:
***85,4 mm,** Mátraszentimre (Heves megye)*
A hónap legkisebb csapadékösszege:
***10,4 mm,** Tapolca (Veszprém megye)*
24 óra alatt lehullott maximális csapadék:
***41,5 mm,** Mátraszentimre (Heves megye), március 17.*

Április. Ez a hónap hazánk egész területén melegebb volt a szokásosnál. A legnagyobb különbség a Bakony térségében rajzolódott ki, itt +3,5 °C körüli értékek is megjelentek. Országos átlagban csupán a 13-17. közötti időszakban süllyedt a napi középhőmérséklet a sokéves átlagérték alá. A legmelegebb nap a 7-e volt, és ezen a napon mértük a hónap legmagasabb hőmérsékletét is.

Országos átlagban egyetlen napon mértünk fagypont alatti hőmérsékletet, és a sokéves átlagnak megfelelően már 1 nyári nap is előfordult a hónapban.
A hónap során mért legmagasabb hőmérséklet:
***28,3 °C,** Sopronhorpács (Győr-Moson-Sopron megye), április 7.*
A hónap során mért legalacsonyabb hőmérséklet:
***-4,3 °C,** Zabar (Nógrád megye), április 11.*

Az ország túlnyomó része szárazabb volt a szokásosnál, csapadékosabb terület csak az Alpokalja térségében rajzolódott ki. Arányaiban a legnagyobb különbség a Duna-Tisza közében és az Alföld délkeleti részén volt jellemző, ahol a sokéves átlagmennyiség negyede sem hullott le. Kimagaslóan csapadékos nap nem volt a hónapban, az értékek csupán három alkalommal, 4-én, 12-én és 25-én haladták meg a 3 mm-t országos átlagban.

Országos átlagban összesen 7 napon esett a szokásos 10 helyett.
A hónap legnagyobb csapadékösszege:
***74,8 mm,** Kercaszomor (Vas megye)*
A hónap legkisebb csapadékösszege:
***1,7 mm,** Makó (Csongrád megye)*
24 óra alatt lehullott maximális csapadék:
***30,4 mm,** Hahót (Zala megye,) április 25.*

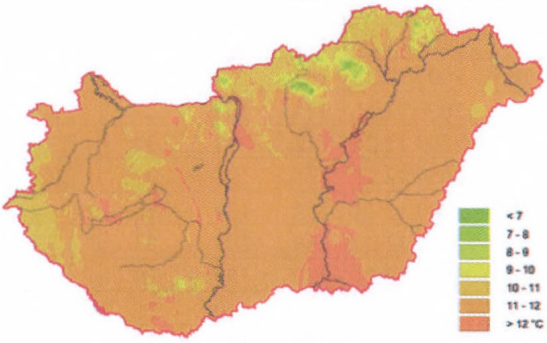
Május. Hazánk nagy részén melegebb volt az idei május. A legnagyobb pozitív anomália a Bakony térségében jelent meg, több mint +1 °C. A hónap első és utolsó napja között mintegy 8,4 °C-ot emelkedett a napi középhőmérséklet országos átlagban. A hónap elején tapasztalt szokásosnál hűvösebb periódusban több napon, többfelé alakult ki talajmenti fagy, emellett 6-án megdőlt a napi jellemző abszolút minimum hőmérséklet rekordja is, Zabar állomásunkon ezen a napon -4,2 °C-ot regisztráltunk. A hónap második felében viszont az értékek javarészt már átlag felettiek voltak.

Bár májusban általában már nem süllyed a hőmérséklet 0 °C alá, a hónap eleji hűvösebb időjárás országos átlagban egy fagyos napot eredményezett. A nyár felé közeledve egyre több a nyári napok száma, idén ebből 13-at számoltunk, 5-tel többet a szokásosnál.
A hónap során mért legmagasabb hőmérséklet:
***32,7 °C,** Túrkeve (Jász-Nagykun-Szolnok megye) május 31.*
A hónap során mért legalacsonyabb hőmérséklet:
***-4,2 °C,** Zabar (Nógrád megye), május 6.*

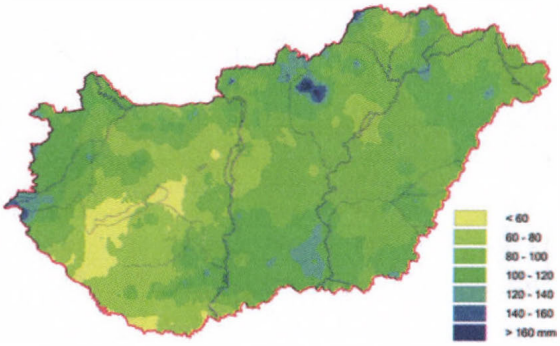
Az ország nagy része szárazabb volt a szokásosnál, a Dunántúlon a szokásos érték negyedénél kisebb mennyiség is előfordult. Országos átlagban kiemelkedően sok csapadék május 15-én hullott, de az átlagnál csapadékosabb volt az 1-je, 7-e és a 8-a is. Utóbbi két napon Kékestető állomásunkról hózáporról kaptunk jelentést.

Országos átlagban 9 napon esett eső, mely 2-vel kevesebb a sokéves átlagnál.

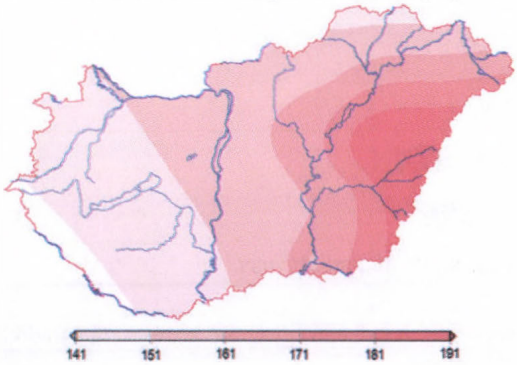
A hónap legnagyobb csapadékösszege:
***120,5 mm**, Solt Kissolt (Bács-Kiskun megye)*
A hónap legkisebb csapadékösszege:
***10,0 mm**, Tapolca (Veszprém megye)*
24 óra alatt lehullott maximális csapadék:
***54,6 mm**, Solt Kissolt (Bács-Kiskun megye), május 31.*



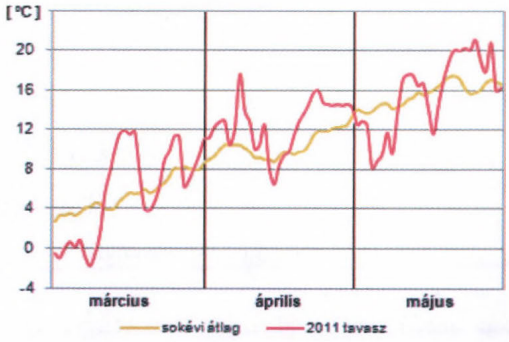
1. ábra: A tavasz középhőmérséklete (°C)



2. ábra: A tavasz csapadékösszege (mm)



3. ábra: A tavasz globálsugárzás összege (kJ/cm²)



4. ábra: A tavasz napi középhőmérsékletei és a sokéves átlag

Állomás	Napsütés (óra)		Hőmérséklet (°C)						Csapadék (mm)			Szél
	Évsz. össz.	Eltérés	Évsz. közép	Eltérés	Max.	Napja	Min.	Napja	Évsz. össz.	Átlag %-ban	1mm < napok	Viharos napok
Szombathely	742	203	11.1	1.7	29.1	2011.05.27	-9.3	2011.03.08	108	74	18	15
Nagykanizsa	-	-	11.0	0.9	30.7	2011.05.27	-10	2011.03.08	59	34	12	6
Siófok	724	139	12.2	1.5	31.1	2011.05.27	-6.5	2011.03.08	59	44	14	20
Pécs	670	99	12.0	1.4	28.8	2011.05.31	-6.4	2011.03.09	61	39	15	15
Budapest	738	188	12.3	1.4	30.0	2011.05.31	-6.5	2011.03.09	93	77	17	11
Miskolc	760	230	11.6	1.6	29.2	2011.05.31	-6.4	2011.03.08	104	76	12	5
Kékestető	694	158	6.7	1.5	21.8	2011.05.20	-9.9	2011.03.08	166	78	17	24
Szolnok	717	140	12.4	1.4	31.0	2011.05.31	-7.1	2011.03.09	93	75	16	-
Szeged	723	166	12.0	1.0	29.7	2011.05.31	-9.4	2011.03.09	120	99	16	10
Nyíregyháza	-	-	11.9	1.5	31.2	2011.05.31	-6.8	2011.03.08	87	71	14	23
Debrecen	750	174	11.7	1.2	29.2	2011.05.23	-7.2	2011.03.09	95	70	16	9
Békéscsaba	761	196	11.6	0.9	30.4	2011.05.31	-7.6	2011.03.09	97	71	18	4

1. táblázat: 2011. tavasz időjárási adatainak összesítője

Helyreigazítás

A 2011. 1. számban a 2010/11-es tél időjárásainak összesítője helyett tévesen a 2009/10-es tél összesítőt közöltük. Köszönjük az észrevételt Fövényi Attilának!

Állomás	Napsütés (óra)		Hőmérséklet (°C)						Csapadék (mm)			Szél
	Évsz. össz.	Eltérés	Évsz. közép	Eltérés	Max.	Napja	Min.	Napja	Évsz. össz.	Átlag %-ban	1mm < napok	Viharos napok
Szombathely	170	-33	0	0.5	16.8	2009.12.25	-19.4	2009.12.20	131	153	21	4
Nagykanizsa	-	-	0.5	0.5	18	2009.12.25	-20.3	2009.12.21	166	130	26	5
Siófok	163	-38	0.1	-0.1	16	2009.12.25	-15.5	2009.12.20	174	150	28	9
Pécs	147	-72	0.5	0.3	19.5	2009.12.25	-16.3	2009.12.21	183	159	34	9
Budapest	169	-18	0	0.1	13.5	2009.12.25	-17.3	2009.12.21	174	169	32	5
Miskolc	129	-17	-0.8	0.8	11.3	2009.12.25	-18.7	2009.12.21	212	233	34	1
Kékestető	101	-159	-3.6	0.1	8.8	2009.12.25	-15.6	2009.12.21	315	195	37	20
Szolnok	101	-95	0.5	0.6	15.8	2009.12.25	-18	2009.12.21	154	166	30	-
Szeged	143	-56	0.9	0.9	16.5	2009.12.25	-17.2	2009.12.20	188	203	33	7
Nyíregyháza	-	-	-0.3	0.9	13.7	2009.12.01	-16.4	2009.12.21	137	150	26	7
Debrecen	135	-46	0.4	1.3	16.2	2009.12.01	-19.7	2009.12.21	143	129	25	1
Békéscsaba	152	-43	1.4	1.9	16.2	2009.12.25	-16.9	2009.12.21	169	145	28	1

2010/11. tél időjárási adatainak összesítője

KISLEXIKON

POCKET ENCYCLOPAEDIA

Somfalvi-Tóth Katalin

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

Albedó: az albedó a tárgy által visszavert és a tárgyra érkező sugárzás hányadosa. Az albedó egy 0 és 1 közé eső dimenziótlan szám. Értéke akkor 0, ha fényt nem ver vissza, értéke 1, ha minden fényt visszaver.

Relatív topográfia térkép: olyan magassági térkép, amely két meghatározott izobár felület közötti réteg vastagságának izovonalait tünteti fel. A 850 és 1000 hPa izobár felület relatív topográfiájának jelölése 850/1000 hPa. (Babolcsai: A 850/1000 hPa-os relatív topográfián alapuló halmazállapot-előrejelzés új módszere)

Emisszió: jelentése kibocsátás. A szennyezőanyagok környezetbe való juttatása különböző tevékenységek, környezethasználat során. Ez lehet égés során keletkező égéstermék, sugárzás, rezgés, hő..stb szennyezés. A hatósági gyakorlatban levegőterhelésnek is nevezik (Szűcs: Városi légszennyezettség vizsgálata terjedési modell alkalmazásával)

Imisszió: az imisszió a légszenyezettség mértéke, vagyis a kibocsátás során a környezeti levegőbe került gázok és aeroszolrészecskék koncentrációja Rendszeres méréseket a levegőminőség mérő állomásokon végeznek. Az imisszió mértékét határértékekkel jelzik. (Szűcs: Városi légszennyezettség vizsgálata terjedési modell alkalmazásával)

Transzmisszió: a transzmisszió a levegőbe bocsátott szennyezőanyag terjedése. Nyomon követése nehézkes, hiszen a terjedése során ülepedés, hígulás, kémiai átalakulás, szóródás mehet végbe. A transzmisszió általában terjedési modellek felhasználásával követhető a legpontosabban. (Szűcs: Városi légszennyezettség vizsgálata terjedési modell alkalmazásával)

Térfogatáram: annak az időegység alatt átáramlott anyagnak a térfogata, amely egyenlő a csőkeresztmetszet és az áramlási sebesség szorzatával. Mértékegysége köbméter/másodperc. (Szűcs: Városi légszennyezettség vizsgálata terjedési modell alkalmazásával)

Effektív kéménymagasság: az a magasság, ameddig a füstoszlop feljut és a talajjal párhuzamossá, vízszintessé válik. Ez függ a tényleges kéménymagasságtól, a kibocsátás sebességétől, és a magasabb hőmérséklet miatt jelentkező felhajtóerő nagyságától. (Szűcs: Városi légszennyezettség vizsgálata terjedési modell alkalmazásával)

Érdességi paraméter: A különböző borítottságú talajok (havas, fűves, fás terület, beépített lakókörnyezet…stb.) felett kialakul egy réteg, ahol a turbulens átvitel mértéke eltér a felette lévő légréteghez képest. Ebben a rétegben a szélsebesség nullává válik a logaritmikus szélprofil figyelembevételével. (Szűcs: Városi légszennyezettség vizsgálata terjedési modell alkalmazásával)

TÖRTÉNELMI ARCKÉPEK

HISTORICAL PORTRAITS

Varga Miklós
Országos Meteorológiai Szolgálat, 1024 Budapest Kitaibel Pál utca 1, *varga.miklos@met.hu*

Báró FRIESENHOF GERGELY,

1840. január 19. (Szentpétervár) – 1913. július 17. (Ószéplak)

Friesenhof Gergely atyja a szentpétervári Osztrák követségen teljesített szolgálatot. Bécsben, 1859-tól – 63-ig jogot hallgatott. 1863-tól 65-ig a magyaróvári akadémián mezei gazdaságot tanult. 1865-től 1887-ig gazdasági bérlő volt Nedanócon, Nyitra megyében, azután pedig Ószéplakon (Ókrásznó) ugyanazon megyében egy kis birtokon gazdálkodott. 1866-ban kezdett meteorológiai megfigyelésekkel foglalkozni. Megfigyelő állomást létesített, amelyet később Ószéplakon a Nyitra-völgyi Agrármeteorológiai Obszervatóriummá fejlesztett. Talajhőmérsékleti és sugárzási megfigyeléseivel az agrometeorológia alapjait rakta le hazánkban. Sikerült egy helyi megfigyelő hálózatot létrehozni, valamint külön csapadékmérő állomásokat telepíteni. Tanulmányozta a zivatarokat, ezen belül a jégverések vonulási irányát és a légköri optikai jelenségeket.

Külön szakmai újságot szerkesztett *Laubfrosch* néven, amelyet később *Időjárás* névre változtatott. Az újságban Obszervatóriumának időjárási észleléseit és más tudományos cikkeket is közölt. 1880-ban báró Kemény Gábor felküldte Bécsbe az első Agrármeteorológiai és Erdészeti Meteorológiai Nemzetközi Kongresszusra. 1883-tól 1913-ig Időjárási Naptárt készített, amelyben hosszabb időszakra próbált előrejelzést készíteni.

Értékes szakkönyvtárát és műszereit a Meteorológiai Intézetre hagyományozta.

Varga Miklós

LÉGKÖR

56. évfolyam

2011. 3.szám

LŐCZI JÁNOS (1921-2011)

Móring Andrea
Országos Meteorológiai Szolgálat, 1525 Budapest, Pf. 38.
moring.a@met.hu

2011. július 11-én elhunyt Lőczi János társadalmi észlelőnk, akinek megfigyelései több évtizedes múltra tekintenek vissza.

Az ötvöskónyi csapadékmérő állomást 1947-től haláláig, összesen 64 éven át vezette. Soha nem volt beteg, így feladatát maradéktalanul ellátta. Ilyen hosszú társadalmi észlelői múlttal senki más nem rendelkezik a Szolgálat mérőhálózatában. Tevékenységét 1987-ben Steiner Lajos Emlékéremmel ismerték el, majd 1997-ben - akkor már félévszázados munkájáért - a Meteorológiai Világnapon Szolgálatunk oklevéllel és pénzjutalommal köszöntötte.

Lőczi János évtizedek óta volt a Magyar Meteorológiai Társaság tagja, számos taggyűlésen és vándorgyűlésen is részt vett.

Sok időjárási eseményt volt alkalma megfigyelni az elmúlt 64 év alatt, melyek közül kiemelkedő az az 1951. július 16-ai feljegyzése, amikor a község a legnagyobb kárt szenvedte. A lehullott csapadék mennyisége, jégeső kíséretében 121,5 mm volt, ami a teljes évi kultúrnövényzetet tönkretette.

Lőczi János 2011 októberében lett volna 90 éves.

Nyugodjék békében!

A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG HÍREI

Balogh Beáta
Magyar Meteorológiai Társaság, 1525 Budapest, Pf. 38.
balogh.b@met.hu

Az 1996. évi CXXVI. törvény értelmében Társaságunk olyan közcélú intézményként működik, amely számára az adózó állampolgárok személyi jövedelemadójuk 1%-át felajánlhatják. Társaságunk a 2009. évben is megfelelt a törvény által előírt követelményeknek, így a Nemzeti Adó- és Vámhivatal által kifizetésre került a felajánlások összege: **326.168 Ft**.

A felajánlott összegből a 2010-es évben 228.318 Ft-t (kiegészítve a megelőző évi felajánlásokból félretett 177.808 Ft-tal) a kétévente megrendezésre kerülő Vándorgyűlésünkre használtuk fel, lehetővé téve így a nyugdíjasok és diákok részvételi díjának elengedését. A maradék 97.850 Ft-ot a Légkör folyóirat postaköltségének részbeni fedezésére fordítottuk. Köszönet az 1 %-ért!

Örömmel jelentjük, hogy a 2010. évi személyi jövedelemadók 1%-ának felajánlásából ez évben **304.599 Ft** gyűlt össze. Ezúton fejezzük ki köszönetünket a támogatásért, és kérjük tagjainkat, hogy a 2011. évi jövedelemadójuk 1 %-ának felajánlásával ismét segítsék Társaságunkat.

A Magyar Meteorológiai Társaság 2010. évi tevékenységéről készített Közhasznúsági Jelentést a 92., a 110., a 119. és a 128. oldalon tekinthetik meg.

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 ábraaláírásokat. 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 foglakozunk.

A közlésre szánt szöveg tartalmazza a magyar és angol címet, a szerző nevét, munkahelyét, levelezési és villanyposta címét. 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.

LÉGKÖR

56. évfolyam
2011. 3. szám

Felelős szerkesztő:
Dunkel Zoltán
a szerkesztőbizottság elnöke

Szerkesztőbizottság:
Bartholy Judit
Bihari Zita olvasó szerkesztő
Haszpra László
Hunkár Márta
Móring Andrea operatív szerkesztő
Sáhó Ágnes technikai szerkesztő
Somfalvi-Tóth Katalin kislexikon
Szudár Béla
Tóth Róbert

ISSN 0 133-3666

A kiadásért felel:
Dunkel Zoltán
az OMSZ elnöke

Készült:
HM Térképészeti Nonprofit Kft.
nyomdájában
800 példányban
Megjelent: 2012. március

Felelős vezető:
Németh László
üv. igazgató

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

AZ ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT ÉS A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG SZAKMAI TÁJÉKOZTATÓJA

TARTALOM

CÍMLAPON: *Kolláth Kornél:* **Villám-gyűjtemény zivatar előtt**, *2011. február 13.*

Móring Andrea: **Lőczi János** ... **90**
Balogh Beáta: **A Magyar Meteorológiai Társaság hírei** ... **90**
Pusztainé Holczer Magdolna: **Közhasznúsági jelentés az MMT 2010. évi tevékenységéről** ... **92**

TANULMÁNYOK

Unger János, Gál Tamás: **Automata állomáspár Szegeden – A városi klímamódosító hatás online megjelenítése** ... **93**
Wantuch Ferenc, Csermely Ildikó: **Budapest Liszt Ferenc Nemzetközi Repülőtéren a 2. futópálya zajterhelésének alakulása** ... **97**
Breuer Hajnalka, Laza Borbála, Ács Ferenc, Rajkai Kálmán, Horváth Ákos, Weidinger Tamás: A **planetáris határréteg (PHR) magassága és a talajtextúrák közötti kapcsolat vizsgálata** ... **103**
Haszpra László: **Az ózonlyuk jelenség** ... **111**
Lakatos Mónika, Szentimrey Tamás: **A klímaváltozással kapcsolatos elemzéseknél az adatminőség kulcsfontosságú!** ... **116**
Fekete Péter: **A 2010. év hatása a Balaton vízháztartására** ... **120**

KRÓNIKA

Somfalvi-Tóth Katalin: **Kislexikon** ... **96**
Sáhó Ágnes: **Meteorológia akadémiai szinten (Major György)** ... **123**
Móring Andrea: **2011 nyarának időjárása** ... **125**
Horváth László: **Reflexió Koppány György: „Kérdőjelek klímaügyben" című írásával kapcsolatban** ... **130**
Varga Miklós: Történelmi arcképek, **Dr. Schenzl Guido O.S.B.** ... **131**

LIST OF CONTENTS

COVER PAGE: *Kornél Kolláth:* **Collection of lightnings before thunderstorm,** *13 February 2011*

Andrea Móring: **Lőczi János** ... **90**
Beáta Balogh: **News of MMT – Hungarian Meteorological Society** ... **90**
Magdolna Pusztainé Holczer: **Report of the MMT 2010. the Activities of the Year** ... **92**

STUDIES

János Unger, Tamás Gál: **Automatic Station-pair in Szeged – Online Visualisation of the Urban Climate Modification Effect** ... **93**
Dr. Ferenc Wantuch, Ildikó Csermely: **The Second Runway Nise Emission at Liszt Ferenc International Airport** ... **97**
Hajnalka Breuer, Borbála Laza, Ferenc Ács, Kálmán Rajkai, Ákos Horváth, Tamás Weidinger: **Analysis of the Relationship between the Planetary Boundary Layer Height and Soil Textures** ... **103**
László Haszpra: **The Ozone Hole Phenomenon** ... **111**
Mónika Lakatos Tamás Szentimrey: **Data Quality has Capital Importance at Climate Change Analysis!** ... **116**
Péter Fekete: **Effect of the Year 2010 on the Water Balance of Lake Balaton** ... **120**

CHRONICLE

Katalin Somfalvi-Tóth: **Pocket Encyclopaedia** ... **96**
Ágnes Sáhó: **Meteorology on Academic Level – Dr. György Major** ... **123**
Andrea Móring: **Weather of Summer 2011** ... **125**
László Horváth: **Reflection on Article of György Koppány: „Questions Concer-ning Climate Affairs"** ... **130**
Miklós Varga: **Historical Portraits: Dr. Guido Schenzl O.S.B** ... **131**

KÖZHASZNÚSÁGI JELENTÉS A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG 2010. ÉVI TEVÉKENYSÉGÉRŐL

Társaságunk a közhasznú szervezetekről szóló 1997. évi CLVI. törvény előírása szerint kérte a Fővárosi Bíróságtól nyilvántartásba vételét a közhasznú szervezetek közé. Az eljárás a Pk. 60. 443 ügyiratszámon befejeződött és Társaságunkat 1999. február 16.-án bejegyezték a közhasznú egyesületek közé.

Az MMT hatályos Alapszabálya értelmében az alábbi közhasznú tevékenységeket végzi:

- tudományos tevékenység, kutatás;
- nevelés, oktatás, képességfejlesztés, ismeretterjesztés;
- kulturális örökség megóvása;
- környezetvédelem;
- euroatlanti integráció elősegítése.

A hatályos jogszabályok előírásai szerint a közhasznúsági jelentést az alábbiakban részletezzük:

1. Költségvetési támogatás felhasználása

Közvetlenül az állami költségvetésből támogatást nem kaptunk.

1.1 Egyéb támogatás

A Nemzeti Civil Alaptól a működési kiadásokra kaptunk 400e Ft-ot.

1.2 Kapott közhasznú támogatások kimutatása:

Országos Meteorológiai Szolgálat jogi tagdíja 500e Ft,
a Honvédelmi Minisztérium jogi tagdíja 300e Ft,
egyéb jogi tagdíjak 500e Ft.

Az SZJA 1%-ból 326e Ft-ot kaptunk 2010 évben, amit részben a működési kiadásokra, nagyobb részben a 2010-es Vándorgyűlésre használtunk fel.

2. A vagyon felhasználásával kapcsolatos kimutatás:

Társaságunk mérleg szerinti vagyona 2010 dec.31.-én 3.474e Ft volt. A 2010-es évet 1.389e Ft negatív eredménnyel zártuk.
Állampapírokban 2.620e Ft-ot, bankszámlán 831e Ft-ot, illetve készpénzben 23e Ft-ot tartottunk 2010 dec.31.-én.
Tárgyi eszközünk állománya nem növekedett, új beszerzésünk nem volt. Figyelembe véve az éves rendes értékcsökkenési leírást, a tárgyi eszközök nettó értéke 0e Ft, a szoftverek nettó értéke 32e Ft.

3. Cél szerinti juttatások kimutatása:

2010 évben díjakra nem költöttünk, egyedül a Róna Zsigmond Alapítvány elnevezésű közérdekű kötelezettségvállalás kamatából részesült két fiatal pályakezdő.

4. Vezető tisztségviselőknek nyújtott juttatások:

Vezető tisztségviselőink nemcsak névlegesen, hanem ténylegesen társadalmi munkában látják el önként vállalt feladatukat, amelyért a beszámolási időszakban semmiféle juttatásban nem részesültek, még költségtérítésben sem.

5. Szakmai tevékenységünket a főtitkári beszámoló tartalmazza

A Magyar Meteorológiai **Társaság működésének** 85. évét szervezeti változások és a kiemelkedő szakmai programok jellemezték. 2010-et a változások éveként említettem, hiszen az új alapszabály értelmében a tavaszi közgyűlésen már kisebb létszámú választmány megválasztására került sor. Egyben vezetőváltás is történt: a társaság új elnöke Dunkel Zoltán, társelnökei Maller Aranka és Tar Károly, főtitkára pedig Tarczay Klára lett. A vezetőségben az évzáró közgyűlés újabb módosítást hagyott jóvá, ennek értelmében 2010 decemberétől Radics Kornélia látja el a főtitkári feladatokat. Az elmúlt évben Társaságunk új szakosztálylyal, az Éghajlati szakosztállyal bővült. Hosszú évek után Társaságunk titkársága a Fő utcai MTESZ székházból az Országos Meteorológiai Szolgálat Gilice téri obszervatóriumába költözött. A költözéssel járó feladatokat ügyvezető titkárunk, Pusztai Magdi végezte. Külön köszönettel tartozunk érte.

A felsorolt változások azonban nem befolyásolták az évek óta kiemelkedő **szakmai tevékenység** megőrzését, folytatását. Az elmúlt év során tovább emelkedett előadóüléseink eddig is magas száma, hiszen hagyományos rendezvényeink lebonyolításán túl kiemelkedő tevékenységet nyújtottak szakosztályaink, területi csoportjaink. A 2010. év eseményeit röviden összefoglalva elmondható, hogy a Társaság szervezésében összesen 51 szakmai előadást hangzott el. Ezeken túlmenően számos rendezvény, előadóülés került lebonyolításra. A legnagyobb aktivitást az Agro- és Biometeorológiai Szakosztály, a Róna Zsigmond Ifjúsági Kör, valamint a Szombathelyi Területi Csoportunk mutatta. Kiemelt rendezvényeink közül említést érdemel a Meteorológiai Világnapról történő megemlékezés és a „Változó éghajlat és következményei a Kárpát-medencében" témakörben megtartott Meteorológiai Tudományos Napok. Mindkettőt az Országos Meteorológiai Szolgálattal közösen szerveztük. Az előző évben sikeres kezdeményezésnek bizonyult, így 2010-ben már a második Szőlő és Klíma Konferencia nyújtott kiváló szakmai lehetőséget az érdeklődők számára, melyet az MMT Szombathelyi Csoportjának elnöke, Puskás János szervezett. 2010. augusztus 30-31. között rendeztük meg a Magyar Meteorológiai Társaság XXXIII. Vándorgyűlését Egerben. A Vándorgyűlés fő témája ezúttal a meteorológia oktatása volt. A Vándorgyűlés elnöke Mika János volt, köszönjük lelkes munkáját.

A főtitkári beszámolóban is szeretném hangsúlyozni köszönetünket a korábbi vezetőségnek, a jelenlegi szakosztályvezetőknek, a területi csoportok vezetőinek, továbbá a konferenciák szervezőinek, hogy munkájukkal hozzájárultak élénk társasági életünkhöz.

Társaságunk tagjai hosszú évek óta ingyenesen megkapják az Országos Meteorológiai Szolgálattal közösen szerkesztett Légkör című folyóiratot. Köszönjük Dunkel Zoltán elnök úr főszerkesztői munkáját.

Tagtársaink ebben az évben is lelkiismeretesen gondozták a Meteorológiai Múzeumot. Köszönjük Mezősi Miklós és Varga Miklós tevékenységét.

Ügyvezető titkárunk, Pusztai Magdi gondos és felelősségteljes munkája nyomán Társaságunk működése – még e gazdaságilag nehéz időszakban is – zökkenőmentes volt. Köszönjük áldozatos munkáját.

Folytatás a 110. oldalon

AUTOMATA ÁLLOMÁSPÁR SZEGEDEN – A VÁROSI KLÍMAMÓDISÍTÓ HATÁS ONLINE MEGJELENÍTÉSE

AUTOMATIC STATION-PAIR IN SZEGED – ONLINE VISUALISATION OF THE URBAN CLIMATE MODIFICATION EFFECT

Unger János, Gál Tamás
Szegedi Tudományegyetem, Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék, 6701 Szeged, Pf. 653.
unger@geo.u-szeged.hu, tgal@geo.u-szeged.hu

Összefoglalás: Szeged kül- és belterületén lévő automata meteorológiai állomások által szolgáltatott adatokat az internet segítségével egyidejűleg (online) megjelenítve igen szemléletesen illusztrálható a város klímamódosító hatása és annak időbeli menete. Az Országos Meteorológiai Szolgálat és a Szegedi Tudományegyetem Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszékének együttműködése révén létrejött internetes felület folyamatosan frissülő grafikonokon mutatja be a két állomáson az elmúlt 48 órában mért adatokat. A cikk a felület hasznosságának tárgyalásán túl bemutatja az állomások által mért paramétereket, feldolgozásuk menetét, valamint a megjeleníthető grafikonokat példákkal szemléltetve.

Abstract: The urban climate modification effect and its temporal variation can be illustrated very clearly by online visualisation using data from automatic meteorological stations located in outer and inner parts of Szeged. The site was materialized by the cooperation between the Hungarian Meteorological Service and the Department of Climatology and Landscape Ecology, University of Szeged. It presents the data measured during the last 48 hours on the two stations by continuously updating graphs. The paper discusses the usefulness of the site, then it presents the parameters measured by the stations, their elaboration as well as the visualised graphs illustrated by examples.

Bevezetés. A településeken a természeteshez képest módosul a felszín anyaga, fizikai tulajdonságai, szerkezete, a légkör összetétele, ennek eredményeként az energia- és vízmérleg. A változások hatására egy helyi klíma alakul ki, a városklíma, melynek a kifejlődése során a legtöbb klímaparaméter kisebb-nagyobb módosulást szenved (*Unger,* 2003a, 2003b, 2003c, 2004). A különbségek kimutatására gyakran alkalmazott módszer egy (vagy több) városi-külterületi állomáspár adatsorainak feldolgozása.

Hazánkban Budapesten kívül csak Szegeden van hivatalos, az Országos Meteorológiai Szolgálat által rendszeresített párhuzamos mérés bel- és külterületen. E két állomás együttesen a terület regionális meteorológiai viszonyainak rögzítése mellett folyamatosan szolgáltat adatokat a beépített, mesterséges települési környezet – e regionális háttérhez képest – módosult körülményeiről. A városi lakosság számára ezek a változások általában egy melegebb, szárazabb, kevésbé szeles és kissé gyengített napsugárzású levegőkörnyezetet eredményeznek.

1. táblázat: A városi és külterületi automata állomás jellemzői Szegeden

	Városi állomás (Egyetem u. 2.)	**Külterületi állomás (Bajai út 11.)**
Földrajzi koordináták	46°15'É, 20°08'K	46°15'É, 20°05'K
Tengerszint feletti magasság	81 m	79 m
Környezet	belváros széle, 3-5 emeletes házak, nagy fák, közelben kis park	két kis épület, szántóföldekkel körülvéve
Automata típusa	Vaisala QLC-50	Vaisala MILOS-500
Mért paraméterek (felszín feletti magasság)	léghőmérséklet (2 m) radikciós hőmérséklet (5 cm) relatív nedvesség (2 m) - szélsebesség (26 m) szélirány (26 m) csapadék (20 m) globálsugárzás (20 m)	léghőmérséklet (2 m) radiációs hőmérséklet (5 cm) relatív nedvesség (2 m) légnyomás (1,8 m) szélsebesség (10 m) szélirány (10 m) csapadék (1,5 m) globálsugárzás (2 m)

Ennek kapcsán adódott az az ötlet, hogy jelenítsük meg – a modern technika és az internet nyújtotta lehetőségeket kihasználva – szemléletesen és folyamatosan az aktuális természetes és városi körülményeket (és így a köztük lévő különbségeket) mindegyik mért paraméter esetében.

A városi állomás a Szegedi Tudományegyetem Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszékén helyezkedik el, ezért a felmerült ötlet a tanszék és az OMSZ együttműködése eredményeként valósulhatott meg 2009. júniusában. Azóta is folyamatos a két állomás – utolsó 48 órai – adatainak online grafikus megjelenítése magyar és angol nyelven a tanszék honlapján (http://www.sci.u-szeged.hu/eghajlattan/) lévő link segítségével, kiválóan demonstrálva Szeged klimatikus módosító hatását mind a szakemberek, mind pedig a legszélesebb (hazai és nemzetközi) publikum számára.

Két konkrét cél is motiválta az egyidejű párhuzamos megjelenítést:

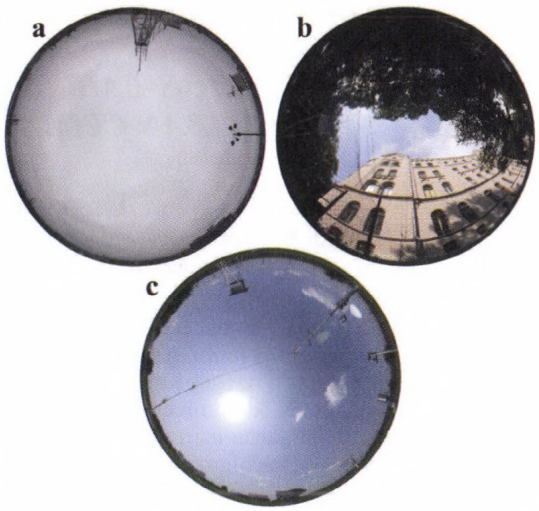
- hallgatók vonzása – a fiatalok érdeklődésének felkeltése olyan szakok, szakirányok választásához, amelyben a klimatológia-meteorológia oktatása viszonylag jelentős részaránytt képvisel,
- lakossági tájékoztatás, figyelemfelkeltés – a belvároskülterület különbség hasznos információ lehet pl. a terhelő időjárás (hőség, nagy hideg) esetén pl. az öltözködés, szabadidő tervezés, gépjármű-használat szempontjából.

A továbbiakban a honlap részleteit mutatjuk be, az állomások, a mért paraméterek, a technikai és szoftveres háttér rövid leírásával, valamint néhány példa segítségével.

Az állomások által mért paraméterek és feldolgozásuk. Az egymástól közel 4 km-re lévő két állomás észlelési rendszere azonos alapokon nyugszik, a műszerek és az adattovábbítás szakmai felügyeletét az OMSZ munkatársai látják el. A városi összetett geometriájú környezet sajátosságai miatt az egyetemi állomás több szinten méri a paramétereket: a hőmérsékletet, légnedvességet és radiációs hőmérsékletet az utcaszinten, a csapadékot és globálsugárzást az egyetem tetőteraszán, a széladatokat pedig a teraszon elhelyezett állványzaton. A két állomás helyzetének és környezetének jellemzőit, valamint az összehasonlításnál felhasznált mérési adatok paramétereit az *1. táblázat* foglalja össze.

Az egyetemi állomás körülményei tipikusan városiasak, így az utcaszinti műszerkert nyitottsága az égbolt felé erősen korlátozott (épületek, fák), a tetőszint viszont nyitott. Az OMSZ Regionális Központja körül beépítéstől mentes, mezőgazdasági területek vannak, ezért műszerkertjének nyitottsága gyakorlatilag zavartalan (*1. ábra*).

A két állomás automatái által gyűjtött adatok 10 percenként az OMSZ által üzemeltetett, korlátozott hozzáférésű FTP szerverre kerülnek. Az adatokat innen a tanszékünkön található gépre egy PHP programozási nyelven írt szoftver tölti le. Ez a letöltő program rögzíti az eredeti szöveges fájlokat, amelyekben a 10 percenként mért adatokat kapjuk,



1. ábra: Az égbolt nyitottságának mértékét mutató (halszem-optikával készült) képek az egyetemi állomás tetőteraszán és az utcaszinten (a, b), valamint a külterületi állomáson (c)

valamint a beérkező adatokat egy SQL adatbázisba is rendezi. A megjelenítést a tanszékünk webszerverén elhelyezett (szintén PHP nyelven írt) szoftver végzi. Ez a program – a honlap valamelyik grafikont tartalmazó oldalának megnyitásával egy időben – az SQL adatbázisból listázza ki a megelőző 48 óra szükséges adatait, és egy diagramkészítő segédprogram alkalmazásával jeleníti meg a honlapon. Mivel a rendszer teljesen automatizált, ezért a meteorológiai paraméterek mérése és a mért adatok megjelenítése között ideális esetben 3-5 perc telik el.

Magán a honlapon több oldal található. Ezek közül nyolc oldalon a következő paraméterek grafikonjai tekinthetők meg: léghőmérséklet, felszínközeli léghőmérséklet, relatív nedvesség, légnyomás, szélsebesség, szélirány, csapadék és globálsugárzás. Minden egyes grafikon alatt rövid – ismeretterjesztő stílusban megfogalmazott – leírás található a megjelenített paraméterről. A grafikonok skálázása automatikus, minden esetben az ábrázolt 48 órás időszakban előforduló adatok terjedelme szabja meg. Ha az egérrel a grafikon egy adott pontjára rámutatunk, akkor megjelenik az arra az időpontra vonatkozó adat. A honlapon még számos információ található a mérések meta-adatairól (állomások elhelyezkedése, képek stb.). A kezdőoldal pedig az összes megjelenített paraméter grafikonjait automatikusan cserélgeti a képernyőn (ez utóbbi a tanszékünk folyosóján elhelyezett számítógépen is állandóan látható, így ezen a módon is felhívja az egyetemi hallgatók figyelmét erre a témára).

Példák. A léghőmérséklet, a relatív nedvesség és a globálsugárzás grafikonjait a 2009. 09. 22. 9^{00}-tól 2009. 09. 24. 9^{00}-ig terjedő időszak alapján mutatjuk be. Ekkor viszonylag nyugodt időjárás volt tapasztalható, időjárási frontok nem haladtak át a területen és a szél is gyenge volt (*OMSZ,* 2009). Az ilyen jellegű időjárás a városi hősziget erős kifejlődésének kedvez (*Unger,* 2003c).

Ennek megfelelően a 48 órás időszak mindkét éjjelén erős hősziget alakulhatott ki (*2. ábra*). A maximális eltérés 5-6 °C körül volt mindkét alkalommal, és jól megfigyelhető az is, hogy a belterületre és a külterületre jellemző eltérő hűlési gradiensek (*Oke,* 1987) hogyan alakítják ki ezt az igen jelentős termikus kontrasztot. A legnagyobb különbség a hajnali órákban jelentkezik, azonban az is feltűnő, hogy a különbség már a naplemente utáni első órákban kialakul, és ezt követően közel állandó mértékű a külterület és a belterület közötti eltérés. A délutáni órákban jól látszik, hogy a városi terület hűvösebb, köszönhetően a zárt felszíngeometria következtében korlátozott besugárzásnak (*1.b ábra*).

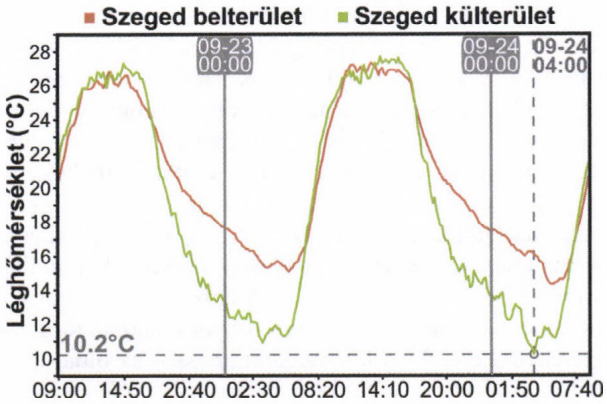
Azonban ebben az esetben csak néhány tized °C eltérés tapasztalható és csak a délutáni órákban, amikor a hőmérsékletmérés helyszíne teljes mértékben árnyékban van (*2. ábra*).

A relatív nedvesség alakulása (*3. ábra*) ezen a napon jól szemlélteti az elméleti ismeretek alapján várhatót (*Landsberg,* 1981). A városi állomás környékén a hősziget kialakulásával párhuzamosan a levegő szárazabbá válik, míg nappal kismértékben nedvesebbé.

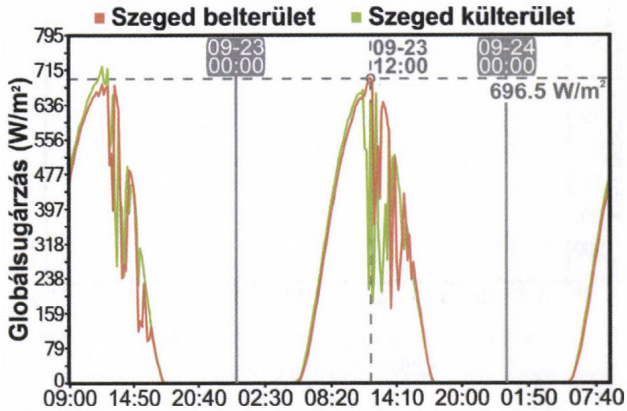
A globálsugárzás grafikonja (*4. ábra*) a konkrét értékek szemléltetése mellett alkalmas arra is, hogy megállapítsuk, mikor volt felhős az ég.

A 48 órás időszak második nappalának adatai alapján jól látszik, hogy nagyjából délig zavartalan volt a besugárzás, köszönhetően a tiszta égboltnak, majd délután a felhőátvonulások alkalmával jelentős visszaesések mutatkoznak. A zavartalan besugárzású időszakok görbéit megfigyelve észrevehető az a trend, hogy a városi területen kissé alacsonyabb a besugárzás, azonban ez az eltérés csupán néhány W/m^2 mértékű.

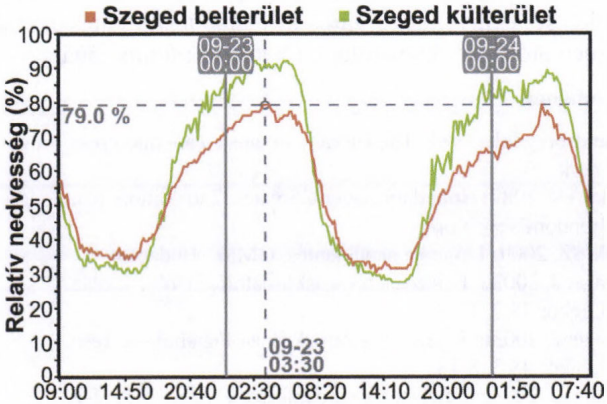
A következő - csapadékra vonatkozó - példa 2009. 06. 25. 5^{00}-től 2009. 06. 27. 5^{00}-ig tartó időszakra vonatkozik. Június 26-án 9-12 óra között a területen zápor, illetve zivatar alakult ki, majd vonult át Ny-K-i irányban, intenzív csapadékhullással és erős széllel kísérve (*OMSZ,* 2009). Jól látszik, hogy azokban az időszakokban, amikor a csapadék intenzitása a legnagyobb volt, a külterületen a 10 perces csapadékösszeg több mint 20 mm, míg a városi területen közel 12 mm (*5. ábra*). Az eltérés a lehullott csapadék mennyisége között ezúttal nem a város hatására hívja fel a figyelmet, hanem a csapadék nagy térbeli változékonyságára. A csapadékmaximumok idő-



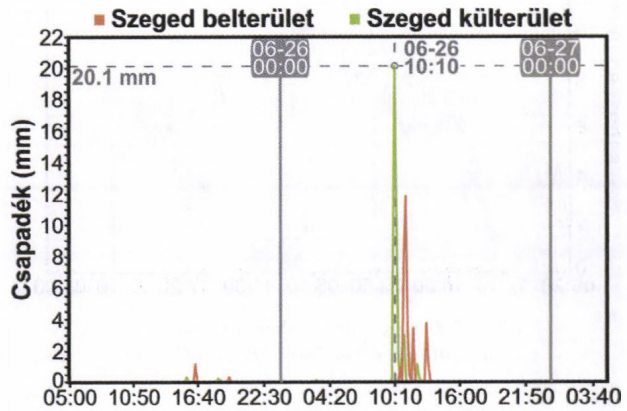
2. ábra: A léghőmérséklet változása 2009. 09. 22. 9^{00} és 2009. 09. 24. 9^{00} között



4. ábra: A globálsugárzás menete 2009. 09. 22. 9^{00} és 2009. 09. 24. 9^{00} között



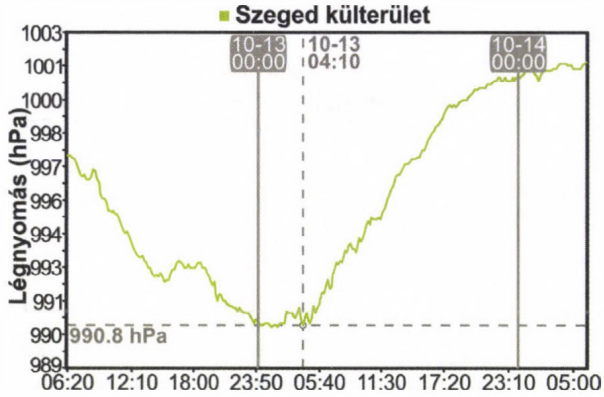
3. ábra: A relatív nedvesség alakulása 2009. 09. 22. 9^{00} és 2009. 09. 24. 9^{00} között



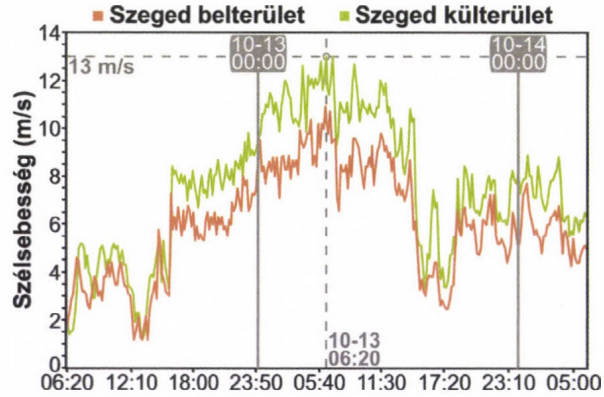
5. ábra: A 10 perces csapadékösszeg alakulása 2009. 06. 25. 5^{00} és 2009. 06. 27. 5^{00} között

beli eltéréséből következtethetünk a zivatarzóna haladási irányára is.

A légnyomást és szelet ábrázoló grafikonok szemléltetésére egy olyan időszakot választottunk, amikor egy melegfront haladt át a területen (*6. ábra*). A front 2009.



6. ábra: A légnyomás változása 2009. 10. 12. 6^{20} és 2009. 10. 14. 6^{20} között



7. ábra: A 10 perces átlagos szélsebesség alakulása 2009. 10. 12. 6^{20} és 2009. 10. 14. 6^{20} között

október 12.-én az esti órákban haladt át a területen (*OMSZ,* 2009) és jól látszik, hogy ezzel egy időben megváltozott a légnyomás tendenciája. A szélsebességet ábrázoló grafikon (*7. ábra*) szemléletesen mutatja a településekre jellemző nagyobb felszínérdesség légáramlást lassító hatását (*Oke,* 1987), köszönhetően a két igen hasonló lefutású görbe között tapasztalható 2-3 m/s sebességkülönbségnek. A külterületi állomáson szinte az egész 48 órás időszakban nagyobb szélsebességek kerültek rögzítésre, a maximum is itt jelentkezett (13 m/s).

Összegzés. A honlap eddigi, több mint egy éves működéséről (a cikk megírásáig, 2010. szeptemberig) részletes látogatottsági adatok állnak rendelkezésünkre. Ezek alapján ebben az időszakban 38 ország 211 városából közel 4200-an tekintették meg. A napi átlagos látogatások száma 28 volt, azonban a meglévő adatokból kitűnik, hogy olykor ez a szám meghaladja a 150-et. A látogatottsági csúcsok időpontját megelőző napokban minden esetben érdekes, viszonylag szokatlan, esetleg jelentős károkat okozó időjárási események zajlottak (nagyobb hideg vagy meleg hullám, intenzív csapadékhullás, erős viharok). Tervezzük a honlap további fejlesztését. Jelenleg is dolgozunk azon, hogy a különféle a termikus komfortviszonyokat jellemző paramétereket (PET, PMV) is megtekinthessék az oldal látogatói.

A látogatottsági adatok, valamint az eddigi visszajelzések alapján ez, a két intézmény együttműködésében létrejött honlap kiválóan alkalmas arra, hogy széles körben felkeltse a figyelmet a város klímamódosító hatásaira és a meteorológiai, klimatológiai kutatások fontosságára.

Irodalom

Landsberg HE, 1981: The Urban Climate. Academic Press, New York

Oke TR, 1987: Boundary Layer Climates. 2nd edition. Routledge, London-New York

OMSZ, 2009: Időjárási napijelentés. OMSZ, Budapest

Unger J, 2003a: Fejezetek a városklimatológiából – 1. rész. Légkör 48/2, 17-22

Unger J, 2003b: Fejezetek a városklimatológiából – 2. rész. Légkör 48/3, 8-13

Unger J, 2003c: Fejezetek a városklimatológiából – 3. rész. Légkör 48/4, 23-29

Unger J, 2004: Fejezetek a városklimatológiából – 4. rész. Légkör 49/1, 7-13

KISLEXIKON

POCKET ENCYCLOPAEDIA

Somfalvi-Tóth Katalin

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

Metaadat: a görög meta (mögött, túl) és datum (tény, egy adott dolog) szóból származik. Valójában adat az adatról. A metaadatoknak tájékoztatást kell adni arról, hogy ki, mikor, hol és hogyan jegyezte fel a szóban forgó információt. Ezen kívül ezekből az adatokból nyomon lehet követni az állomástörténetet, vagyis mikor milyen változás történt az állomással, például áthelyezés, műszercsere, fényképek az állomásról és környezetéről...stb. Ezeknek az adatoknak többek között az adatsorok homogenitás-vizsgálatakor van jelentős szerepe (Unger T, Gál T: Automata állomáspár Szegeden – a városi klímamódosító hatás online megjelenítése) *Folytatás a 102. oldalon*

BUDAPEST LISZT FERENC NEMZETKÖZI REPÜLŐTÉREN A 2. FUTÓPÁLYA ZAJTERHELÉSÉNEK ALAKULÁSA

THE SECOND RUNWAY NOISE EMISSION AT LISZT FERENC INTERNATIONAL AIRPORT

dr. Wantuch Ferenc[1], Csermely Ildikó[2]

[1]Nemzeti Közlekedési Hatóság Légügyi Hivatal Vecsés, Lincoln u. 1. *wantuch.f@gmail.com;*
[2]Közép-dunántúli Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség,
8000 Székesfehérvár, Hosszúsétatér 1. *csermely.ildiko@gmail.com*

Összefoglalás: A polgári légiközlekedés zaja legfőképpen a repülőterek környezetében jelent problémát. Szeretném bemutatni a polgári légiközlekedés által a Liszt Ferenc Nemzetközi repülőtér környezetében keltett zajterhelés alakulását különböző időjárási körülmények között. Vizsgálataink során a repülőtér zajcsökkentő eljárásait, preferált futópálya használatot, uralkodó szélirányt, a zajmonitor mérési adatait dolgoztuk föl az időjárás függvényében. Egy zajfeldolgozó program segítségével hajtottuk végre a vizsgálathoz szükséges számolást és kiértékelést. Vizsgálataink eredményeként javasoljuk a szélirány szerinti pályahasználatot, a meteorológiai viszonyok miatt szükséges zajtompítás céljából külön hangár kiépítését, olyan pályahasználatot, hogy az alacsony forgalmú időszakokban a megközelítési eljárások lehetőség szerint lakott területeket ne érintsenek.

Abstract Noise emissions generated by civil aviation constitutes a serious problem chiefly in the vicinity of airports. This study is intended to investigate the trend of aircraft noise under different weather conditions around Budapest Liszt Ferenc International Airport. As a function of weather circumstances we examined the airport's noise abatement procedures, the use of preferred runways, the prevailing winds and noise monitor data. Calculations and evaluations were carried out using a computer program. Based on our results we recommend the use of runways enabling the approach procedures not to be affected inhabited areas in the periods of low traffic and the use of runways according to the wind axis. We also propose the building of an additional air-shed for the purpose of reducing noise due to the meteorological conditions.

Bevezetés. Napjainkban a környezet szennyezése egyre nagyobb mértéket ölt, különösen az elmúlt évtizedekben globális problémává vált. A környezetvédelem közös ügy, amely nem csak jogszabályokon, anyagiakon, hanem az egész társadalom egészséges szemlétén, környezet kímélő életmódján, környezetfejlesztő cselekedetein is múlik. Ahhoz, hogy cselekedjünk, hogy részesei lehessünk a védelemnek, meg kell ismernünk a körülöttünk végbemenő folyamatokat, azok hatásait, kapcsolatait, összefüggéseit, áttekintés kell kapnunk a környezetvédelem egészéről. Magyarországon a lakosság közel 40%-a él olyan területeken, ahol a környezeti zaj nagyobb a kívánatosnál. Egyes tudományos értekezések szerint a zajpanaszok jelentős része a légi közlekedésből származik, melyeknek mérése és eredményes csökkentése a környezeti zajvédelem sajátos részét képezik. A polgári légiközlekedés zaja legfőképpen a repülőterek környezetében jelent problémát. Egy adott magasság fölé emelkedve és utazómagasságon repülve ugyanis a légijárművek zajának csak egy csökkentett hangintenzitású, alacsony frekvenciás összetevője jut le a földfelszínig, és annyira alacsony zajszintet okoz, hogy a gyakorlatban elhanyagolható.

A következőkben szeretnénk bemutatni a polgári légiközlekedés által a Liszt Ferenc Nemzetközi repülőtér környezetében keltett zajterhelés alakulását különböző időjárási körülmények között. A legfontosabb cél, a meteorológiai viszonyokkal való előre becslés a forgalom alapján, amely igen fontos szerepet játszik a terület felhasználás és a városrendezés során.

A téma aktualitását és egyúttal fontosságát az adja meg, hogy napjainkra életünk elválaszthatatlan részévé vált a repülés. A repülőgép közlekedési és munkaeszköz, de a sport területén is bebizonyította életre valóságát. A levegőbe emelkedő ember újra meg újra tapasztalja, hogy a légköri jelenségek egyrészről segítik, másrészről megnehezítik, sőt eseteként lehetetlené teszik repülési feladat végrehajtását. Ezért a meteorológia és a repülés igen szoros együttműködésre lépett egymással.

Az emberi érzékelés szempontjából legfontosabb a levegőben terjedő hang. Fülünkkel a hullámok okozta nyomásingadozást észleljük. Ezeket a nyomásváltozásokat *hangnyomás*nak nevezzük.

A hangok *csoportosítása* a következő:

- Infrahang: az olyan hang, melynek frekvenciája 20 Hz alatt van.
- Hallható hang: frekvenciája 20 Hz és 16000 Hz között van.
- Ultrahang: 16 kHz és 100 MHz közötti hang
- Hiperhangok: olyan hangok, melyeknek frekvenciája 100 MHz vagy ennél nagyobb.

A hallható hangok a 16–16000 Hz közötti frekvenciatartományon helyezkednek el. A fülben a rezgést érzékelő részek az ezen az intervallumon belüli

különböző frekvenciákon másképp működnek, így az ember más-más frekvencián az ugyanolyan intenzitású hangot nem ugyanolyan erősségűnek érzékeli. Az ember hallása nagyon érzékeny, az ember hallásküszöbe 0–5 dB a legérzékenyebb 1000–4000 Hz körüli frekvencia tartományban.

A hangérzetet keltő rezgések frekvenciájának felső határa az életkor előrehaladtával csökken. Gyermekek még a 18–20 kHz rezgésszámot is észlelik, középkorúaknál a felső határ 13–15 kHz, mely öregek esetében már csak 10–12 kHz.

Zajnak tekintünk minden olyan hangot – függetlenül a hangosságtól vagy erősségtől –, amely nem kívánatos fiziológiai vagy pszichológiai hatással van az egyes emberekre vagy embercsoportokra.

A zaj károsító hatása függ a hangerősségtől, a hangmagasságtól, az időtartamától, az időbeli megoszlástól, az ember nemétől és életkorától, a különböző fülbetegségektől vagy az azzal kapcsolatban elvégzett fülműtétektől.

A levegő állapotjelzőinek hatása a hajtóművek vonó-, illetve tolóerejére. Azt a legnagyobb vonó-, illetve tolóerőt, amit a hajtómű az adott magasságon megengedett üzemeltetésnél kifejthet rendelkezésre álló vonó-, illetve tolóerőnek nevezzük. A turboreaktív hajtómű rendelkezésre álló tolóereje jelentős mértékben függ a repülési szinten uralkodó légnyomástól, sűrűségtől és hőmérséklettől. A rendelkezésre álló tolóerő egyenesen arányos a hajtómű levegő fogyasztásával. Mivel a szükséges levegőmennyiség tömege a sűrűségtől függ, a csökkenő légnyomás vagy az emelkedő hőmérséklet a rendelkezésre álló tolóerő csökkenését vonja maga után. Állandó nyomásmagasságon való repülésnél jelentős tolóerő változás észlelhető frontok keresztezésekor. A rendelkezésre álló tolóerő a hajtómű teljes fordulatszámon való járatásával állítható elő, erre azonban csak maximális felszállási sebességnél van szükség.

1. ábra: A Liszt Ferenc Nemzetközi Repülőtér futópálya küszöbei

Repülési időjárás-jelentő táviratok: METAR, SPECI. A METAR a rendszeres, repülésre vonatkozó aktuális időjárást megadó távirat neve. A METAR távirat félóránként vagy óránként kerül kiadásra.

A SPECI a repülés számára készített speciális időjárás-jelentés. Kiadására meghatározott időjárási feltételek fennállása esetén kerül sor. A METAR és a SPECI azonos formában kerül kódolásra, és mindkettő kiegészülhet egy TREND jellegű, 2 órás időtartamra szóló előrejelzési résszel, valamint a végén tartalmazhatja a kifutópályákra vonatkozó pályaállapot információkat. Mindkét távirat végéhez RMK kódszóval kezdődő függeléket lehet csatolni, mely minden esetben az egyes országokban a nemzeti hatóság által meghatározott információkat tartalmazza.

A repülési időjárási jelentés (METAR, SPECI együtt) tartalmazza:

- az állomás azonosítóját
- a kiadás napját, idejét
- a talajmenti szél irányát és erősségét
- a talajmenti látástávolságot
- a kifutópálya menti látástávolságot (ha rendelkezésre áll)
- az aktuális időképet
- a felhőzeti adatokat (vagy függőleges látástávolságot, ha szükséges)
- a hőmérsékletet és harmatpontot
- a QNH értékét
- kiegészítő információkat (TREND, pályaállapot, megjegyzések).

A polgári repülésből származó repülési zaj, mint környezeti zaj-probléma a 60-as évek második felétől foglalkoztatja a lakosságot egyre növekvő mértékben. Újabban a kisrepülőterek, sportrepülőterek, illetve különféle repülési szolgáltatások zajkeltő, zavaró hatása is egyre nagyobb mértékeket ölt, különösen a hétvégi pihenőidőben, gyakran üdülőhelyek környezetében.

A repülési zaj érdekessége, hogy – az üzemeltetési sajátosságokból adódóan – a repülőterek környezetére, valamint a fel- és leszállási útvonalak alatt található területekre korlátozódik. Repülőgépek keltette zajnak tekintik a repülőgép hajtóművek, különféle rendszerek és segédberendezéseinek a működése során, valamint a szerkezeti elemek dinamikus terhelésekor és a repülőgépet körül vevő levegő zavarásakor keletkező, az emberi fül számára hallható hanghullámokat.

Az időben változó szintű zajok jellemzésére az egyenértékű „A"-hangnyomásszintet használjuk, azaz meghatározzuk azt a szintet, amelynek hatása az emberre ugyanaz, mint a vizsgált változó zajé. Az egyenértékű zajszint a repülőterek környékén kialakuló zajhelyzet jellemzésére hivatott. Cél egy olyan számérték előállítása, amely a repülőtér környékén egy adott pontban a zajhatást átlagosan jól jellemzi. Ennek tartalmaznia kell a légijárművek földi és légi mozgásából adódó zajhatáso-

kat és a többi földi eredetű zajt is. Figyelembe kell venni hozzá a különböző gépkategóriák által kibocsátott zajt, és ezeket megfelelő átlagolási eljárások segítségével összegezni kell.

A Budapest Liszt Ferenc Nemzetközi Repülőtér zajcsökkentő eljárásai. A Budapest Liszt Ferenc Nemzetközi Repülőtérre vonatkozó AIP (Aeronautical Information Publication) „Zajcsökkentő előírások" című részében megtalálhatók azok az eljárások, amelyeket kötelezően alkalmazni kell, hogy csökkenteni lehessen a túl nagy repülőgépzajt a repülőtéren, illetve a fel- és leszállási körzettel szomszédos körzetekben. Ezeket a szabályokat mind a 18/1997. (X. 11.) KHVM-KTM együttes rendeletével összhangban adták meg. Amennyiben egy légijármű nem képes az előírások betartására, úgy a hatóság engedélyezheti neki más eljárások alkalmazását. A környezetkímélő futópálya kiválasztás az egyik lehetőség arra, hogy a repülőteret és környezetét érintő zajterhelést csökkentsék. A ferihegyi repülőtéren az uralkodó szélviszonyok szerint és az előírások alapján általában a 31R futópálya (*1. ábra*) használatos leszállásra, és a 31L felszállásra. A 31L futópályát leszállásra is kérhetik a már említett 16. Annex I. kötet 3. fejezete szerinti légijárművek, a könnyű turbulencia kategóriába tartozó légijárművek és a VIP repülések. Továbbá a 31R futópályát kérheti egy légijármű felszállásra, ha a Légijármű Üzemeltetési Kézikönyvében foglaltak szerint a 31L pálya rendelkezésre álló hossza nem elfogadható. A 13L pálya felszállásra és 13R pálya leszállásra akkor használható, ha a meteorológiai körülmények ezt szükségessé teszik. Jelenleg a Liszt Ferenc Nemzetközi Repülőtéren a 176/1997 (X.11.) kormányrendelet külön rendelkezése a következő pálya használat vonatkozik:

Vannak olyan meteorológiai helyzetek, amikor a zajcsökkentés szempontjait figyelmen kívül hagyva kell futópályát választani. Ilyen például, ha a futópálya felülete nem tiszta és száraz; vagy az oldalszél összetevő, beleértve a széllökéseket is, meghaladja a 15 KT értéket; illetve amikor szélnyírást jelentettek. Hasonló befolyásoló tényező lehet még a felhőalap, illetve a hátszél összetevő nagysága, továbbá egy várható zivatar.

Az érkezésekre a következő előírások vonatkoznak: a légi járműnek a lehető legtovább kell a végső megközelítés előtt az utoljára kiadott magasságot tartani, majd a végső egyenesen a földet érési ponttól számított legkésőbb 5 NM-nál (5 tengeri mérföld, kb. 9,3 km) meg kell lenniük a stabilizált megközelítés feltételeinek és a megfelelő megközelítési sebességnek. A hajtómű teljesítményének növelését a végső megközelítés során lehetőleg kerülni kell. A 3°-os siklópálya alatt nem szabad műszeres vagy látással történő megközelítést végezni, és a sugárfék használatát lehetőleg alapjáratra kell korlátozni. Az induló, illetve érkező légijárművek részére a szabványos indulási és megközelítési eljárásokat a SID (Standard Instrumental Departure) térképek tartalmazzák.

A Liszt Ferenc Nemzetközi Repülőtér meteorológiai jellemzői. A következő összefoglaló egy rövid áttekintést ad a Liszt Ferenc Nemzetközi Repülőtér meteorológiai helyzetéről.

Az áttekintés fő célja, hogy részletes információt kapjunk a repülőtér környékén lévő zajhelyzet meteorológia hátteréről. A repülőtéren és környékén 2 fő szélirány (az északnyugati és a délkeleti) dominál. A fő szélirányok és a fő érkezési és indulási irányok többé kevésbé megegyeznek. Az átlagos szélsebesség az éghajlati adatok alapján csak kismértékben ingadozik az év folyamán, vagyis nincsenek olyan pontosan meghatározható periódusok, napok, amelyekre a nagyon erős szél lenne a jellemző. A ferihegyi repülőtér meteorológiai jellemzőit figyelembe véve megállapítható, hogy extrém, abnormális időjárási viszonyok csak rövid időszakokra korlátozódva lépnek fel.

A Liszt Ferenc Nemzetközi Repülőtér zajterhelésének vizsgálata az időjárás függvényében. Vizsgálataink során a repülőtér zajcsökkentő eljárásait, a preferált futópálya használatot, az uralkodó szélirányt és a zajmonitor mérőpontjainak elhelyezkedését figyelembe véve az 5-ös zajmonitor pont - amely X. kerületben a Keresztúri úton -, és a 6-os zajmonitor pont - amely, Üllőn, a Széchenyi úton helyezkedik el -, mérési adatait dolgoztuk föl az időjárás függvényében.

Az adatok feldolgozása C++ program segítségével. A vizsgált időszakra vonatkozóan rendelkezésünkre álltak napi bontásban az 5-ös és 6-os zajmérő-állomás maximális-, minimum- és átlagos zajterhelésének adatai másodperces lebontásban. Mivel a rendelkezésünkre álló adatmennyiség hatalmas volt és a zajmonitor rendszer mérőállomásai mindennap 00.00-kor és 12.00-kor kalibrálják magukat, mely 10-15 másodpercig tart, a kalibráláskor mért igen magas értékeket ki kellett szűrnünk. Mivel a kalibráció néhány másodpercet vagy akár egy percet is csúszhat, ezért célszerű volt saját programot fejleszteni, ami a kalibrációból eredő hibás adatokat kiszűri. A program megírását indokolta még a mérési adatok igen nagy száma. Az egy hónap során mért másodpercenkénti zajadatok száma több mint 2,5 millió adat feldolgozását jelentette. Ebből az óriási adatmennyiségből 30 perces átlagokat, maximumokat, minimumokat illetve egyéb statisztikákat képeztünk az erre a célra fejlesztett szoftverrel. A félórás időtartamú feldolgozást azért végeztük, mert a rendelkezésre álló meteorológiai adatbázis is félórás bontású, és így lehetőség nyílt egyesített adatbázis létrehozására. Tehát így rendelkezésünkre állt naponta és állomásonként 48 x 3 zaj adat (észlelési idő X maximum-, minimum-, átlagos zajterhelés) + 180 (minimum-, maximum-, egész nap átlagos zajterhelés adatai 30 napra 2 állomásra lebontva).

Ez összességében 8 820 db mért adatot jelent, mely az adatbázis alapját képezte. A félórás meteorológiai észlelésekből egy C nyelvű feldolgozó program segítségével kinyertünk valamennyi mért adatot, azaz dekódoltuk a táviratot. Valamint rendelkezésünkre álltak még az Országos Meteorológiai Szolgálat által mért rádiószondás adatok.

Ahhoz, hogy a vizsgálathoz szükséges fent említett meteorológiai megfigyelések adatait és a zajmonitor mérőállomások adatait kompatibilissé tegyük egymással, és a vizsgálathoz szükséges számolást és kiértékelést végrehajtsuk, a korábban említett zajfeldolgozó programot használtuk.

A program segítségével „txt" típusú fájlokká alakítva az adatokat Microsoft Excel programba konvertálva tudtuk végrehajtani a vizsgálatainkat.

Miután a konvertálás megtörtént, 30 napra vonatkozóan külön-külön az 5-ös és 6-os állomás zajadataihoz illesztettük a szélirány- szélsebesség-, látástávolság adatait.

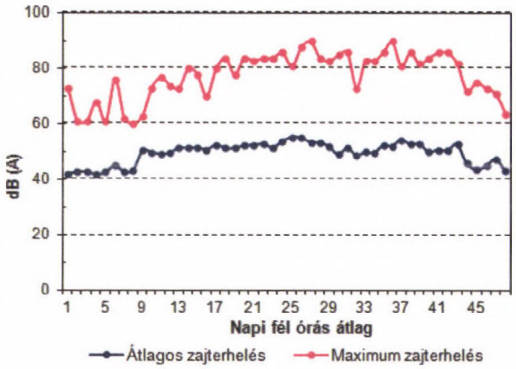
A következő összefüggéseket vizsgáltuk kapcsolatot keresve:

1. az átlagos zajterhelés és a maximális zajterhelés között;
2. a maximális zajterhelés és a szélsebesség között;
3. az átlagos zajterhelés és a szélsebesség között;
4. a látástávolság és a szélsebesség között;

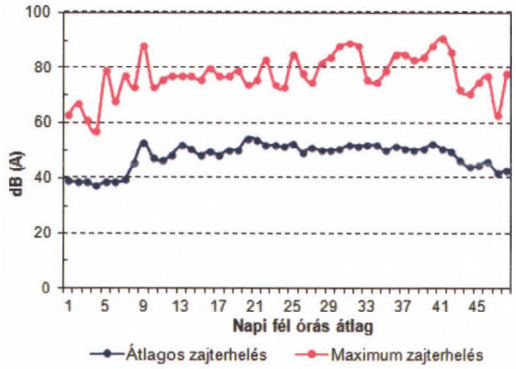
Majd külön diagramon ábrázoltuk

1. a maximum, minimum és az átlagos zajterhelés adatait;
2. a maximális zajterhelés és a szélerősség adatait;
3. a maximum zajterhelés, szélerősség, látástávolság adatait,

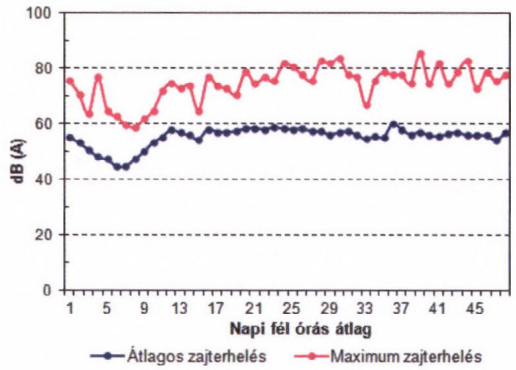
30 napra vonatkozóan külön-külön az 5-ös és 6-os állomás zajadatait figyelembe véve.



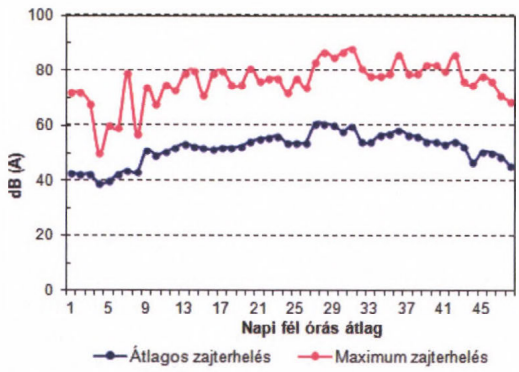
2. ábra: A maximális és átlagos zajterhelés 2008. 06. 02-án a 6-os mérő állomáson



3. ábra: A maximális és átlagos zajterhelés 2008. 06. 04-én a 6-os mérő állomáson



4. ábra: A maximális és átlagos zajterhelés 2008. 06. 04-án az 5-ös mérő állomáson



5. ábra: A maximális és átlagos zajterhelés 2008. 06. 13-án a 6-os mérő állomáson

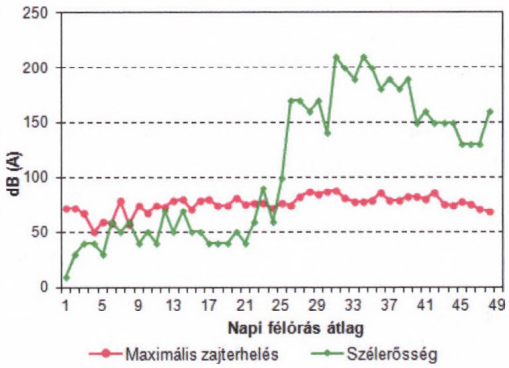
A következőkben csak azokat a napokat mutatjuk be, amelyeknél találtunk kiugró korrelációt a zaj terjedése és az időjárás hatása között.

A *2. ábrán* 2008. 06. 02-án a maximális és átlagos zajterhelés alakulását láthatjuk a 6-os mérő állomás esetén. Itt szoros (0,78) kapcsolatot figyeltem meg a maximális és az átlagos zajterhelés között. Ezen a napon a 2-es szektor, azaz 45-135 fok közötti irányú szél volt, tehát a légijárművek a 6-os mérőállomás felé szálltak föl, azaz a 13L vagy 13R futópályát használták. Mint az előző napon „CAVOK" volt jellemző az időjárásra, azaz 1500 méteres felhőalap zivatar tevékenység nem volt, e mellett 15,5 km/h átlag szélsebesség volt a jellemző.

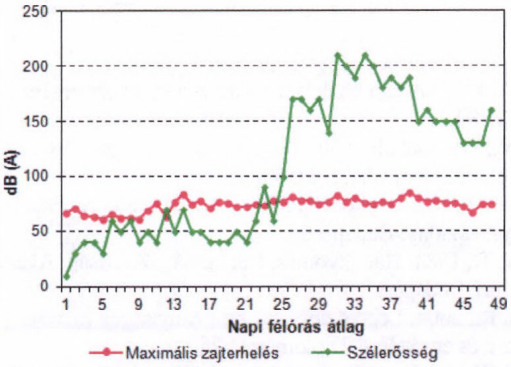
A *3. ábrán* látható 2008. 06. 4-én a 6-os állomás és a *4. ábrán* az 5-ös állomás átlagos és a maximális zajterhelé-

sének alakulása, amelyek között mind kettő állomáson szoros kapcsolatot állapítottam meg.

Ezen a napon 7,7 km/h átlag szél volt megfigyelhető. Az előzőekkel eltérően itt az adatokból az is kiderül, hogy nemcsak az erősebb szél, de az eső is nagymértékben hatással van a zajterjedésére.



6. ábra: A szélerősség hatása a maximális zajra 2008. 06. 13-án a 6-os mérő állomáson



7. ábra: A szélerősség hatása a maximális zajra 2008. 06. 13-án az 5-ös mérő állomáson

Az *5. ábra* szerint 2008. 06. 13-án 6. mérőállomáson az átlagos és a maximális zajterhelés alakulása látható a számítások szerint a korrelációs együttható szoros kapcsolatot (0,83) mutat. Most már egyértelműen megállapítható, hogy a napi maximális zajterhelés befolyásolja a napi átlagos zajterhelés alakulását, és ha ehhez esős, szeles, felhős időjárás párosul, akkor még szorosabb kapcsolatról beszélhetünk a két tényező között. Hiszen esős időben nagy a relatív páratartalom, és emiatt a hang csillapítása kisebb lesz, és ha ehhez párosul még egy erősebb szél, amely befolyásolja a mozgó tárgyaknál a Doppler hatást, az nagymértékben hozzájárul a zajterhelés alakulásához.

A *6. ábrán* a 6-os mérőállomás, a *7. ábrán* az 5-ös mérőállomás maximális zajterhelés és szélerősség közötti korrelációs vizsgálatainkból kimutatható a közepes kapcsolat.

Szélerősség hatása a zajterjedésére. Azt, hogy milyen erősségű szél van hatással a zaj terjedésére a következő részben mutatjuk be az elvégzett vizsgálataim alapján.

Ehhez, hogy képet kapjak az uralkodó szélirányról szektorokra bontottuk a repülőtér környezetét:

- 1 szektor 315°-45°
- 2 szektor 45°-135°
- 3 szektor 135°-225°
- 4 szektor 225°-315°

A megfigyelések azt mutatják, hogy a szélirány eloszlások nagyon homogének egész hónapban. A repülőtéren és környékén 2 fő szélirány dominál, melyek közül az egyik a leggyakoribb. A fő szélirány és a fő érkezési és indulási irányok többé kevésbé megegyeznek.

A szélerősség vizsgálatának a módja. A szektorok meghatározása után az 5-ös és 6-os állomás átlagos és maximális zajterhelésének adatait egyesítettük és szektorokhoz rendeltük a 30 napot vizsgálva.

Ezek után korrelációs számításokat végeztünk naponta az átlagos, a maximális zajterhelés kapcsolatát vizsgálva a szélerősséggel. 12 napon tudtunk valamilyen összefüggést, kapcsolatot kimutatni.

Következő lépésként, hogy megállapítsuk milyen erősségű szél van hatással a zaj terjedésére, kiszűrtük azokat a napokat, ahol kapcsolatot találtunk a zajterhelés és a szélerősség között. Külön-külön szélirány függvényében, szektoronként végeztük az adatok csoportosítását.

A szélerősség szektorok szerinti csoportosításkor már csak 10,8 km/h szélerősségtől vettünk figyelembe a szektorok szerint a zajterhelést. Majd korrelációs számítást végeztünk szektoronként a maximális zajterhelés és az átlagos zajterhelés kapcsolatát vizsgálva a szélerősséggel. Az előző vizsgálataink alapján már volt információnk arról, hogy egy erősebben szeles időben a korrelációs számítást elviszik negatív irányba a kisebb erősségű szelek. Ezért azokban az esetekben, ahol már megfigyeltünk legalább 23,4 km/h-s szélerősséget, ott már csak 16,2 km/h-tól kezdtünk el foglalkozni a szélerősséggel. Majd szúrópróbaszerűen folyamatosan hagytuk el a kisebb erősségű szeleket minél nagyobb kapcsolatot keresve.

A fentieket figyelembe véve a vizsgálataink során a következő megállapításokat tettük:

- a zajt elfújja a szél.
- a napi maximális zajterhelés befolyásolja a napi átlagos zajterhelés alakulását.
- a magas páratartalom miatt a hang csillapítása kisebb lesz, és ha ehhez még egy erősebb szél is párosul, amely befolyásolhatja a mozgó tárgyaknál a Doppler hatást, az nagymértékben hozzájárul a zajterhelés alakulásához.
- esőben és eső után nagyobb a zajterhelés.
- esős, szeles időjárási körülmények között a szél már befolyással van a napi átlagos zajterhelés alakulására. A napi átlagos zajterhelést pedig befolyásolja a maximum

zajterhelés, tehát a szél mind az átlagos, mind a maximum zajterhelésre hatással van.

- a 16-20 km/h, illetve az ennél nagyobb erősségű szél befolyásolja a zaj terjedését a Liszt Ferenc Nemzetközi repülőtér környezetében.
- az 1, 3 és 4 szektor szelei esetén is a 5-ös zajmonitor pont egyenértékű zajterhelése lesz a nagyobb, a kidolgozott zajcsökkentő eljárást és a preferált futópálya használatot figyelembe véve.
- a nagyobb távolságra terjedő hangok (repülőtéri- és közúti zajok stb.) esetében a hatékony és gazdaságos védekezési módok kifejlesztése szükséges, amely a légköri akusztikával foglalkozó szakértők számára ad feladatokat.

Időjárástól függően javasoljuk a szélirány szerinti pályahasználatot. A két futópálya között nagy eltérések lehetnek, mert több kilométer az egyes küszöbök távolsága egymástól.

A pályahasználat esetében az egyik legfontosabb szempont maga a szélkomponens. Ez több órára, de esetleg több napra is meghatározza a felszállási leszállási irányokat.

A felszállási zajt erősen lehet csökkenteni, ha a szembeszél hatását figyelembe vesszük, mivel a repülőgép ugyanolyan teljesítménynél meredekebben emelkedik. Ezért felül kell vizsgálni azokat a meteorológiai tényezőket is (hőmérséklet, páratartalom, sűrűség), amelyeket figyelembe veszünk a későbbiekben felhasználható rövid távú zajövezetek számítására, amely mindenképpen a lakosság igazságosabb zajterhelését eredményezi. Ugyancsak figyelembe kell venni a tervezhető légijármű javításoknál a meteorológiai viszonyokat, mivel a hajtóművezés (karbantartási hajtóműpróba) szintén meteorológiai körülményektől függő. Ezek miatt a meteorológiai viszonyok miatt szükségesnek tartjuk zajtompítás céljából külön hangár kiépítését.

Kialakult az a paradox helyzet, amely szerint a repülés fejlődése, teljesítményének növelése nemzetgazdasági érdek, ugyanakkor a lakossági ellenállás növekedése következtében a fejlesztések csak a csatlakozó környezetvédelmi beruházások megfelelő szintje mellett valósulhatnak meg a folyamatosan szigorodó környezetvédelmi előírások betartásával, miközben a lakossági tiltakozások is egyre növekednek az egyes pályák közvetlen környezetében lakók esetében a fel- és leszállások ellen. Áttekintve a repülőtér környezetének településszerkezetét, olyan pályahasználatot javaslok, hogy az alacsony forgalmú időszakokban a megközelítési eljárások lehetőség szerint lakott területeket ne érintsenek.

Irodalom

Forián Szabó, P.,1996:A Ferihegyi Nemzetközi Repülőtér környezete zajterhelésének meghatározása. Közlekedéstudományi Intézet, Budapest

ICAO Annex 3., 2007: International Standards and Recommended Practises, Meteorological Service for International Air NavigationJAA ATPL Theoretical Knowledge Manual: Meteorology, Jeppesen, Oxford Aviation Training

Novák, Zs., 1997: A légi közlekedés okozta zajterhelés csökkentésének lehetőségei. Veszprémi Környezetvédelmi Konferencia és kiállítása, Veszprémi Egyetemi Kiadó

Rohács, J., 1994: A légi közlekedés hatása a környezetre. Budapest, OMIKK,

Sándor, V., Wantuch, F., 2004: Repülésmeteorológia. Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest

Németh, P., 1998: A légkör függőleges szondázása. Természettudományi Közlöny, Budapest

Tarnóczy, T., 1984: Hangnyomás, Hangosság, Zajosság. Akadémia Kiadó, Budapest

Somogyi, R., 2004: Légiközlekedés zajmennyiségek mérése, számítása és értékelése. Diplomamunka

176/1997.(X.11.). Kormányrendelet a repülőterek környezetében létesítendő zajgátló védőövezet kijelölésének, hasznosításának és megszüntetésének szabályairól

KISLEXIKON

Folytatás a 96. oldalról

Fiziológiailag Ekvivalens Hőmérséklet – *PET*: származtatott mennyiség, amely egy adott kültéri környezettel egy olyan fiktív beltéri környezetet feleltet meg, amelyben azonos hőérzet lép fel figyelembe véve az egyén fiziológiai paramétereit is (pl életkor, nem, testsúly, testmagasság). A számítás során figyelembe vett meteorológiai és földrajzi paraméterek: léghőmérséklet (°C), levegő relatív páratartalma (%), felhőborítottság (okta), szélsebesség (m/s), földrajzi koordináták, tengerszint feletti magasság (Unger T, Gál T: Automata állomáspár Szegeden – a városi klímamódosító hatás online megjelenítése)

Folytatás a 122. oldalon

A PLANETÁRIS HATÁRRÉTEG-MAGASSÁG ÉS A TALAJTEXTÚRÁK KÖZÖTTI KAPCSOLAT VIZSGÁLATA

ANALYSIS OF THE RELATIONSHIP BETWEEN THE PLANETARY BOUNDARY LAYER HEIGHT AND SOIL TEXTURES

Breuer Hajnalka[1], Laza Borbála[1], Ács Ferenc[1], Rajkai Kálmán[2], Horváth Ákos[3] és Weidinger Tamás[1]

[1]ELTE, Földrajz- és Földtudományi Intézet, Meteorológiai Tanszék, Pázmány Péter sétány 1/a., 1117 Budapest
breuer@hajni@gmail.com, lazabori@gmail.com, acs@caesar.elte.hu, weidi@ludens.elte.hu
[2]MTA, Agrokémiai és Talajtani Kutató Intézet, Herman Ottó út 15., 1525 Budapest *krajkai@rissac.hu,*
[3]OMSZ, Siófoki Viharelőrejelző Obszervatórium, Vitorlás u. 17., 8600 Siófok *horvath.a@met.hu,*

Összefoglalás: A planetáris határréteg (PHR) magasságának a talaj adatbázis használatára való érzékenységet vizsgáltuk. Vizsgálatainkban egy magyarországi (HU) és egy egyesült államokbeli (USA) talaj adatbázist használtunk. A PHR magasság számítását Janjic Eta-PBL sémájával végeztük. Vizsgálataink két esettanulmányra vonatkoznak; a numerikus szimulációkat az MM5 mezoskálájú rendszermodellel végeztük. Eredményeink alapján a PHR magasságának mind térbeli, mind időbeli változásai meglehetősen erősen függnek a talajtextúráktól. Megmutattuk azt is, hogy a PHR magasságának változása nagyobb a HU-, mint az USA talaj adatbázis használata során. Az is megemlítendő, hogy a PHR alakulását meghatározó felszíni hatások mellett a szabad légköri hatások is erősebbek a HU-, mint az USA talajok esetén. Az érzékenység mértékét statisztikailag még nem jellemeztük, annak ellenére az a véleményünk, hogy az érzékenység nem elhanyagolható. Munkánk eredményei a talaj és a légkör közötti kölcsönhatást jellemző mezoskálájú rendszer modellekben hasznosíthatóak.

Abstract: The sensitivity of planetary boundary layer (PBL) height to soil dataset use is investigated. Two soil datasets, a USA (briefly USA) and a Hungarian (briefly HU) one is used. The PBL height is simulated by Janjic's Eta-PBL scheme. Numerical simulations are performed with the MM5 mesoscale modeling system analyzing two case studies. According to the results, both space and temporal variations of the PBL height are quite sensitive to the changes of soil texture. It is shown that the changes of PBL height are larger when we use HU instead of USA soil dataset. It could also be mentioned that both the surface and the atmospheric effects are more intensive for HU than for USA dataset. The sensitivity obtained is not characterized statistically, in spite of this we think that it could not be neglected. The results obtained are useful for describing soil-atmosphere interaction processes in the mesoscale modeling systems.

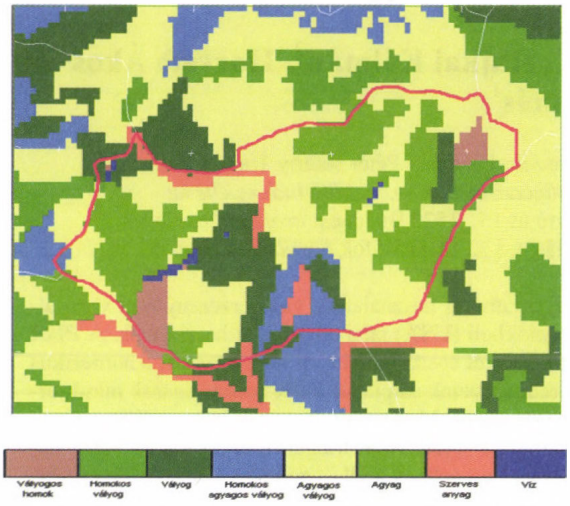
Bevezetés. Tanulmányunk munkaeszköze az MM5 modell (*Dudhia, 1993*) és az általa használt Noah LSM (*Chen és Dudhia, 2001*) talaj-növény almodell. E modellekkel kapcsolatos első on-line (a légköri modell és a talaj-növény almodell együttes vizsgálatok, csatolt rendszerben történő futtatása) Magyarországon 2005 tájékán kezdődtek. A vizsgálatok az ELTE (Eötvös Loránd Tudomány Egyetem), az OMSZ (Országos Meteorológiai Szolgálat) és a TAKI (Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézet) gyümölcsöző együttműködésének eredménye, melynek konkrét megvalósulása az OTKA K-81432-es számú pályázatának programja szerint zajlik. Magyarországon a felszín-légkör kölcsönhatások vizsgálata a mezometeorológiában újszerű; az OTKA T-043010-es és az NKFP3-00022/2005-ös számú pályázatok programjaiban foglaltak alapján indult el. A vizsgálatok során (*Horváth et al. (2007), Ács et al. (2008), Horváth et al. (2009), Ács et al. (2010a, b)*) a konvektív csapadék és a talaj közötti kapcsolatrendszer megértésére összpontosítottunk. Legfontosabb eredményeként említhetjük, hogy a konvektív csapadék érzékeny a talaj adatbázis használatára, mi több, a vizsgált esetek jelentős hányadában ez az érzékenység erősen szignifikáns *(Ács et al., 2010a)*.

E vizsgálatok egyúttal meghozták azt a felismerést is, hogy a talaj-légkör kölcsönhatások nemcsak az intenzív konvekcióval járó eseményekben lehetnek jelentősek, hanem egy átlagos derűs vagy felhős, de csapadék nélküli nap folyamán is. E feltételezés helyességének kivizsgálása vezetett el bennünket a planetáris határréteg (PHR) magassága és a talaj közötti kapcsolatrendszer tematikájának elemzéséhez.

E tanulmány célja a PHR magassága érzékenységének elemzése a talaj adatbázis használatára konvektív és advektív típusú, de csapadék nélküli időjárási helyzetekben egyaránt. Elemzéseinkben alkalmazni fogjuk Santanello módszerét *(Santanello et al., 2009)*, mely lehetővé teszi a felszín-légkör kölcsönhatásokban a felszíni, valamint a szabad légköri hozzájárulások szétválasztását és számszerű vizsgálatát is.

1. Felhasznált adatbázisok és módszer. A vizsgálataink hoz szükséges számításokat az MM5 modell segítségével végeztük. A modell részletesebb leírása *(Dudhia, 1993)* tanulmányában olvasható, mi csak a futtatásaink során használt alapvető modellbeállítások felsorolására szorítkozunk. Ezen túl rövid ismertetést adunk a talajjal

kapcsolatos alapvető információkról: a talajtextúrák területi eloszlásáról és a különböző talajtextúrákhoz tartozó talaj paraméter-értékekről. Végül szót ejtünk a kezdeti- és peremfeltételekről és a numerikus vizsgálatok fontosabb tulajdonságairól.



1. ábra: A talaj fizikai féleségének területi eloszlása a vizsgált régióban.

1.1 MM5 modellbeállítások. Futtatásainkban a modell horizontálisan 6x6 km-es felbontású volt, vertikálisan 100 hPa-ig 20 szintet különböztetett meg, a PHR-en belül pedig további 9-et. A sugárzást az RRTM (**R**apid **R**adiative **T**ransfer **M**odel) (*Mlawer et al., 1997*), a cumulus konvekciót a Grell-féle séma (*Grell, 1994*), a planetáris határréteget Eta PBL (*Janjic, 1990, 1994*), a felhőkben zajló mikrofizikai folyamatokat a Reisner-féle séma (*Reisner et al., 1998*), míg a felszín-légkör kölcsönhatásokat a Noah LSM (*Chen és Dudhia, 2001*) alapján parametrizáltuk.

1.2 Talajadatok. A modellezett területen a talajtextúrát a FAO (Food and Agricluture Organization) által meghatározott területi eloszlását a *1. ábra* szemlélteti. Talajtextúra alatt a talajszemcsék méreteloszlása alapján megállapított osztályt értjük. Ezen osztályozás nem azonos a talajtípussal, melyet a talaj keletkezés alapján határoznak meg. Az uralkodó talajtextúra az agyagos vályog, ami mind Magyarországon, mind a környező területeken többnyire minden tájegységen megtalálható. Az agyagos vályogot gyakoriságban az agyag és a vályog követi. Agyag található Balaton-felvidéken, a Zalaidombság és az Alpokalja által behatárolt területen, délen a Zselic és a Mecsek közrefogásában, keleten a Körösök mentén és a Hortobágyon, valamint az Északi-Középhegységben. A vályoggal Közép-Magyarországon, Fejér megye területén, illetve a Duna mentén találkozhatunk; hazánk területén kívül pedig a Kisalföld szlovák részén, valamint Ausztria nagyobb részében. Homokos vályog Magyarországon szinte nincs, csupán a Hajdúságban, egyébként pedig a szlovák, ukrán és román Kárpátokban bukkan fel viszonylag elszórtan. A vályogos homok, amellyel kapcsolatban behatóbb vizsgálatokat is végeztünk, a Nyírségben és a Dunántúli-dombság nyugati területein fedezhető fel. Homokos agyagos vályog a Kiskunság déli részét és Bácska területét, a Mura-vidéket, valamint a modellterület legészakabbi részeit borítja. Ezeken felül elszórtan található még többségében szerves anyagból álló talaj és víz.

A különböző talajtextúrák hidrofizikai tulajdonságai jelentősen eltérnek, így többek között a hasznos vízkészlet is. A Magyarországra (HU) (*Nemes, 2002; Fodor és Rajkai, 2005*) és az Egyesült Államokra (USA) (*Cosby, 1984*) vonatkozó talaj paraméter-értékeket az *1. és 2. táblázat* tartalmazza. Látható, hogy a hasznos vízkészlet (Θ_f - Θ_w) nagyobb a HU-, mint az USA-talajok esetében.

1. táblázat: Magyarországra vonatkozó talajparaméter értékek: Θ_s a telítési talajnedvesség-tartalom, Θ_f, Θ_w – a szabadföldi és a hervadásponthoz tartozó talajnedvesség-tartalom, Ψ_s a telítési talajnedvesség potenciál, b a porozitási index és K_S a telítési vízvezető-képesség.

Talaj textúra	Θ_s (m^3/m^3)	Θ_f (m^3/m^3)	Θ_w (m^3/m^3)	Ψ_s (m)	b	K_s (m/s)
Vályogos homok	0.598	0.479	0.080	0.126	3.900	2.52E-05
Homokos vályog	0.476	0.379	0.064	0.143	3.990	1.14E-05
Vályog	0.468	0.406	0.088	0.207	4.200	4.58E-06
Homokos agyagos vályog	0.439	0.354	0.061	0.206	4.210	7.98E-06
Agyagos vályog	0.580	0.479	0.139	0.234	4.740	3.05E-06
Agyag	0.541	0.489	0.147	0.224	6.210	8.00E-07

Itt említsük meg azt is, hogy a vízkészletbeli különbségek egyértelmű hatással vannak a látens hőáram alakulására, ennek következtében a rendelkezésre álló energia eloszlására, ami a PHR magasságára is nagy hatást gyakorol (*Pielke, 2001*). Megfigyelhető az is, hogy a *b* poro-

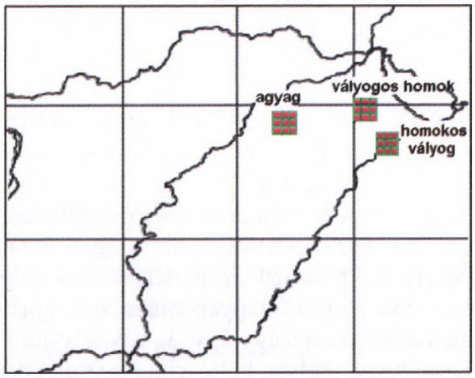
zitási index sokkal nagyobb az USA-, mint a HU-talajok esetében. A *b* ugyanakkor a talajvíz áramának számításában játszik fontos szerepet.

1.3 Kezdeti- és peremfeltételek. A kezdeti- és peremfeltételeket az ECMWF MARS adatbázisából vettük, ezek negyedfokos földrajzi bontásban voltak. A modellfuttatás során a peremfeltételeket 6 óránként frissítettük. Elemzéseink során az MM5 modellterületének széléről egy 2x2-es rácsterület sávot figyelmen kívül hagytunk, azon megfontolásból, hogy abban a sávban - a peremfeltételek modellhez való illeszkedése miatt - előfordulhatnak viszonylag valótlan értékek is.

1.4 Numerikus vizsgálatok. Vizsgálataink során négy futtatást végeztünk: a két napra két talajadatbázis felhasználásával (*1. és 2. táblázat*). Numerikus vizsgálataink 2009. 07. 13-ra és 2007. 07. 18-ra vonatkoznak. 2009. 07. 13-án a maximális hőmérséklet 28 °C körül volt. Az előző nap hőmérsékleteihez képest ez megközelítőleg 3°C-os emelkedést jelentett. A nap elején az északnyugati meleg advekció hatására először Altocumulusok jelentek meg, majd ezt követően többségbe kerültek a Cumulusok, azon belül is főként a Cumulus humilis-ek. Csapadék - az Országos Meteorológiai Szolgálat megfigyelései alapján - csak egy északnyugati állomáson hullott nyomokban. 2007. 07. 18-án sehol sem volt csapadék az ország területén. Ezen a napon a maximális hőmérséklet 39 °C körül volt, ami mindössze kb. 1 °C-kal haladta meg az előző napi maximális hőmérsékletet. A napsütéses órák száma 13-15 óra között változott, jelentős felhőzet nem alakult ki. Az ECMWF-ből származó kezdeti talajnedvesség értékek, mindkét napon, Magyarország területén 0,21 - 0,3 $m^3\ m^{-3}$ között változtak. Ezek az értékek az USA-talajok esetén 80%-os, míg a HU-talajok esetén 60%-os relatív talajnedvességet jelentettek.

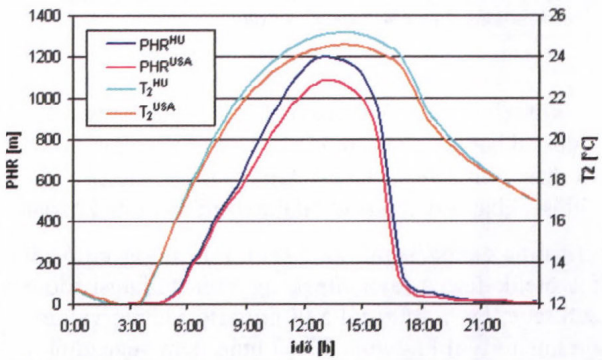
2. táblázat: Egyesült Államokra vonatkozó talajparaméter értékek.

Talaj textúra	Θ_s (m^3/m^3)	Θ_f (m^3/m^3)	Θ_w (m^3/m^3)	Ψ_s (m)	b	K_s (m/s)
Vályogos homok	0.421	0.383	0.028	0.036	4.26	1.41E-05
Homokos vályog	0.434	0.383	0.047	0.141	4.74	5.23E-06
Vályog	0.439	0.329	0.066	0.355	5.25	3.38E-06
Homokos agyagos vályog	0.404	0.314	0.067	0.135	6.66	4.45E-06
Agyagos vályog	0.465	0.382	0.103	0.263	8.17	2.45E-06
Agyag	0.468	0.412	0.138	0.468	11.55	9.74E-07



2. ábra: A kiválasztott fizikai féleségek 3x3 rácspontból álló területeinek helyszínei

A futtatások 0:00 UTC-kor kezdődtek és huszonnégy órás időtartamúak voltak. Az eredményeinket 15 perces léptékben vizsgáltuk, így 97 időpont állt rendelkezésünkre. A kiválasztott terület az északi szélesség 45,6° és 49,4°, valamint a keleti hosszúság 15,6° és 22,7° között van. Ez 49x115 pontot jelent a 6 km-es horizontális felbontás esetén, vagyis területünket 5635 rácspont borítja. A rácspontok kb. fele Magyarországon van, de a modellterületen a Kárpátok, valamint a környező országok kisebb részei is megtalálhatóak.

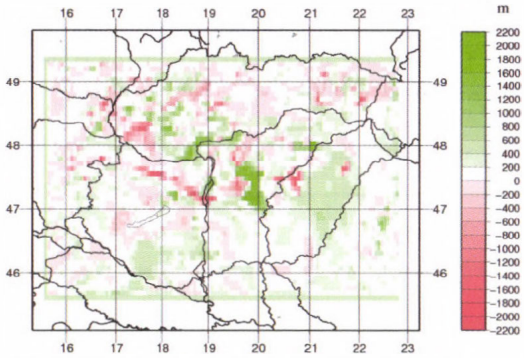


3. ábra: A PHR magasság és a T_2 modellterületi átlagának időbeli változása magyar (HU) és az egyesült-államokbeli (USA) talajok esetén 2009. 07. 13.-án.

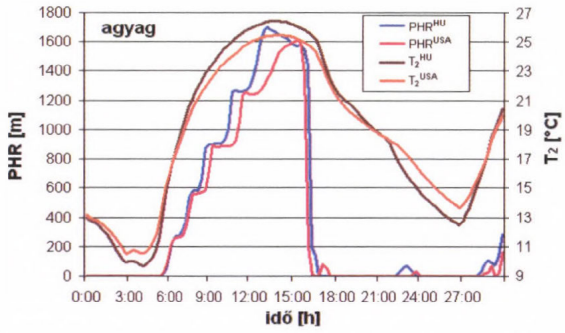
2. Eredmények. Vizsgálatainkban a HU- és az USA talajadatbázisokkal, illetve az Eta PBL sémával kapott PHR magasságok összehasonlításával foglalkozunk. Kü-

lön elemeztük a PHR magasság modellterületi átlagainak időbeli változásait,

– a PHR magasság kiválasztott talajtextúrák feletti átlagainak időbeli változásait,



4. ábra: PHR magasság különbségek ($\Delta PHR = PHR^{HU}-PHR^{US}$) területi eloszlása 2009. 07. 13-án 14:30-kor.



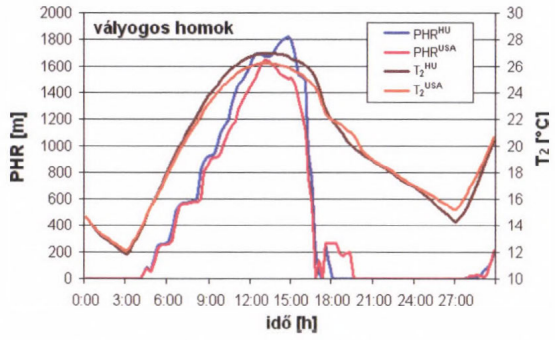
5. b ábra: A PHR magasság rácsterületi átlagának (PHR^{HU} = PHR_H; PHR^{US} = PHR_U) és a 2 méteres léghőmérsékletnek (T_2^{HU}= T2_H;T_2^{US} = T2_U) időbeli változása agyag felett HU- és USA-talajok esetén 2009. 07. 13-án.

– a szenzibilis és a látens fajhő alakulását egy 12 órás időszakban az egész modellterületre vonatkozóan és

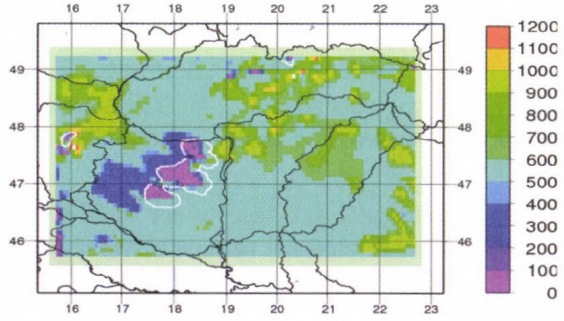
– a szenzibilis és a látens fajhő alakulását egy 12 órás időszakban kiválasztott talajtextúrákra vonatkozóan.

12 órás elemzéseink az 5:00-tól 17:00-ig tartó időszakot ölelik fel. A modellnek ugyanis felfutási időre van szüksége, így a 0:00-tól 5:00-ig tartó időintervallumot figyelmen kívül hagytuk. 17:00 után nem végeztünk behatóbb elemzéseket, mert az éjszakai időszakban, a napsugárzás csökkenésével a vizsgált érzékenység nem áll fenn.

Vizsgálatainkban az egyes talajtextúrák hatásait is elemeztük. Ehhez a FAO talajtextúra eloszlás szerint a modellterületen megtalálható típusok közül kiválasztottunk két olyan talajtípust - a vályogos homokot és az agyagot -, melyek hidrofizikai tulajdonságai markánsan különbözik. Mindkét talajtextúra Északkelet-Magyarországon található, köztük megközelítőleg 70 km a távolság. A vályogos homok keletebbre, Mátészalka körzetében, míg az agyag közelebb a Tiszához, Tiszavasvári közelében ta-



5 .a ábra: A PHR magasság rácsterületi átlagának (PHR^{HU} PHR_H; PHR^{US} = PHR_U) és a 2 méteres léghőmérsékletnek (T_2 = T2_H;T_2^{US} = T2_U) időbeli változása vályogos homok feleti HU- és USA-talajok esetén 2009. 07. 13-án.

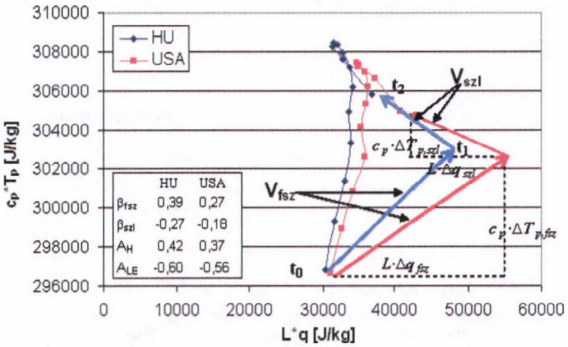


6. ábra: A PHR magasságának és felhőzetnek a 20 mg·kg^{-1} kev rési arány értéknél nagyobb cseppfolyós víztartalmú értékek rületi eloszlása 2009.07.13-án 08:30-kor.

lálható (*2. ábra*). Az eltérő hidrofizikai tulajdonságokkal rendelkező talajtextúrák mellett hasonló fizikai tulajdonságú talajtextúrákat is szemléltünk. Így választottuk ki a homokos vályogot. A homokos vályogra vonatkozó mintaterület szintén Északkelet-Magyarországon található, mégpedig megközelítőleg 20 km-re délkeletre a vályogos homok tesztterületétől, a magyar-román országhatáron. Mindhárom talajtextúrára egy-egy 3x3 rácspontból álló területet vizsgáltunk, melyen belül a talajtextúra állandó.

2.1 Modellterületi átlagok időbeli változása. A PHR magasság és a 2m-es hőmérséklet (T_2) modellterületi átlagainak időbeli változását a *3. ábra* szemlélteti. Látható, hogy a PHR^{HU} nagyobb, mint a PHR^{USA}. A hasznosítható vízkészlet (lásd az *1. és a 2. táblázatot*) nagyobb a HU-, mint az USA-talajok esetében. Mivel a modell kezdeti vízkészlete ugyanakkora minden futtatás során, a HU-talajok szárazabbak lesznek az USA-talajokhoz képest.

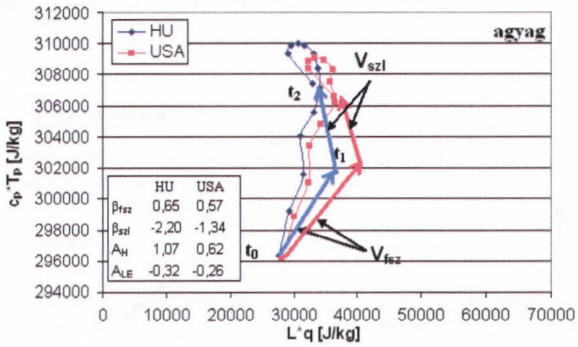
A száraz talajok felett a szenzibilis és a látens hőáram aránya jóval nagyobb, mint a nedves talajok felett, így a PHR magasságuk is. A HU-talajok esetén a napi menet maximuma 12:30 körül van. Az USA-talajok esetén a maximum az előbbi esethez képest kb. fél órás késéssel következik be, kb. 13:00 körül. Ez az időbeli eltolódás szintén a szenzibilis és a látens hőáram arányának különbségére vezethető vissza. A PHR^{HU} és PHR^{USA} maximumok közötti különbségek nagyobbak, mint 100 méter. Ahogy az ábrán is látható, mindkét esetben a PHR összeomlik 15:00 és 17:00 között, ahogy az a valóságban is elvárható a besugárzás csökkenése miatt. A késő délutáni órákban a PHR magasság értékek 100 méter alá csökkennek. A T_2 a hajnali 12°C-ról 14 órára 25,2°C illetve 24,6°C-ra emelkedik, ahogyan a PHR-nél itt is a szárazabb HU-talajokra kapjuk a magasabb átlaghőmérsékletet a megnövekedett szenzibilis hőáramnak köszönhetően. A hőmérséklet maximuma 14 UTC-re tehető, és 17 UTC-től kezdve csökken jelentősen, tehát mintegy másfél órával követi a PHR magasságának alakulását délután.



7. ábra: Az Eta PBL parametrizációval kapott szenzibilis és látens fajhő modell területi átlagának alakulása 5:00 és 17:00 UTC között HU- és USA-talajok esetén 2007.07.18-án. Az ábrán láthatóak még a v_{fsz} és a v_{szl} vektorok.

A PHR magasságbeli különbségek aránylag jól korrelálnak a két méteres léghőmérséklet-különbségekkel, mely korreláció a modellterület átlagos T_2 és PHR magasságára nézve 0,82. Az esetek nagy többségében pozitív $\Delta T_2 = T_2^{HU} - T_2^{USA}$ esetén a $\Delta PHR = PHR^{HU} - PHR^{USA}$ is pozitív, és ellenkezőleg, ahol a ΔT_2 negatív, ott a ΔPHR is negatív. E különbségek területi eloszlását 14:30-kor a *4. ábra* szemlélteti. Vegyük észre, hogy a különbségek értékei széles határok között szóródnak, és sokkal nagyobbak, mint a területi átlagok esetében. Pozitív ΔPHR értékek nagyrészt a Tiszántúl és a Dunántúli-dombság területein jelentkeztek. A legnagyobb pozitív értékek pedig a Jászságban és a Garam mentén, a szlovák határ közelében találhatók. Markáns negatív (-800 - -1000 m) ΔPHR értékek a Dunántúli-hegység és a Kisalföld részein voltak, valamint a Tisza-tó környékén. Valamelyest kisebb (-100 - -400m) negatív ΔPHR értékek a Balatont körülvevő területeken, a Kiskunságban, illetve többségében a modellterület északi részein jelentkeztek.

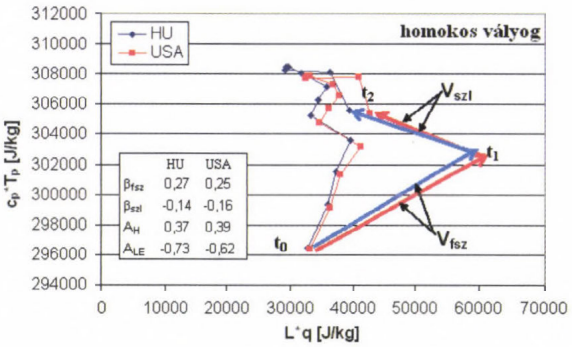
2.2 Kiválasztott talajtextúrákra vonatkozó területi átlagok időbeli változása. Részletesebb elemzéseket végeztünk két kiválasztott talajtextúrára: a vályogos homokra és az agyagra vonatkozóan. Először a T_2 és a PHR magasságának kapcsolatát vizsgáltuk a 30 órás időszakban. Ez a vályogos homok esetén az *5.a ábrán* látható. A kezdeti első 6 órás időszakban a T_2^{USA} magasabb volt, mint a T_2^{HU}, de a PHR növekedésének megindulásával megfordult a helyzet. Éjszaka a HU-talajok esetén szárazabb volt a talaj, így nagyobb volt a lehűlés is, ami alacsonyabb léghőmérsékletet eredményezett. Hasonlóképpen magyarázható a léghőmérséklet nappali alakulása is. A PHR magasságának változása követi a T_2 napi menetét. Amíg a T_2 növekedett, a PHR magassága emelkedett, majd ezt követően a T_2 csökkenésével a PHR magasság is csökkent. Az ábrákon inkább az adott T_2 értékekhez tartozó PHR magasság értékek, valamint az adott T_2 érték-különbségekhez tartozó PHR magasság-különbségek az érdekesek. Ugyanez az összehasonlítás agyag esetében az *5.b ábrán* látható. Az előbbi esethez képest, itt van egy szembeötlő különbség. A vályogos homoknál a PHR^{HU} maximuma 13:00-kor, a PHR^{USA} maximuma pedig két órával később figyelhető meg. Az agyagnál viszont a PHR^{HU}-nál van először egy lokális maximum, majd körülbelül három órával később az abszolút maximum.



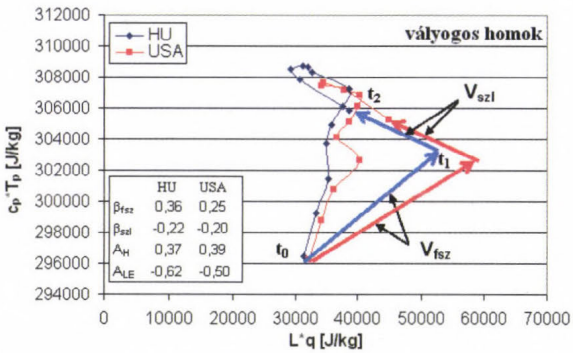
8. ábra: Az Eta PBL parametrizációval kapott szenzibilis és látens fajhő agyag textúrára vonatkozó területi átlagának alakulása 5:00 és 17:00 UTC között HU- és USA-talajok esetén 2007.07.18-án. Az ábrán láthatóak még a v_{fsz} és a v_{szl} vektorok.

A modellterületi átlagtól eltérően itt a PHR magasság időbeli változása lépcsőzetes formát mutat. Ez a szerkezet a PHR magasság modellezésének sajátossága. Az általunk használt Eta PBL séma csak a modell-szintekre határozza meg a turbulens kinetikus energiát (TKE). A PHR magassága abban a szintben lesz, ahol a TKE egy előre definiált minimum érték alá csökken haladva az alsóbbtól a felsőbb szintek felé *(Janjic, 2002)*.

Az ábrákból sajnos nem látszik, hogy a PHR magasságbeli különbségekhez a felhőzetbeli különbségek is markánsan hozzájárulnak. A felhőzet - a felszíni besugárzás csökkentése révén a PHR magasságára csökkentő hatással van. Laza (2011) vizsgálatai alapján a délutáni órákban még jelenlevő felhőzet által árnyékolt területeken a PHR magasság talaj adatbázisra való érzékenysége már nem szignifikáns, azaz az ilyen esetekben a markáns talajbeli különbségek a nap folyamán már nem érvényesülnek. Amennyiben azonban a délelőtt folyamán megszűnik a felhőzet sugárzás módosító hatása, a talaj hatása már szignifikáns lehet. Ezt jól szemlélteti a *6. ábra*, ahol a PHR magasság és a felhőzet cseppfolyós víztartalmának területi eloszlása látható 2009.07.13-án 08:30 UTC-kor. Az ábrán a felhőzetet fehér vonalakkal határoltuk be, ezen belül a 750-700 hPa-os nyomási szintek közötti rétegben a cseppfolyós víztartalom keverési aránya 20 $mg \cdot kg^{-1}$ felett volt. A felhőzet északnyugat-délkelet irányban haladt kb. 2,5-3 km-es magasságban. A PHR magassága markánsan kisebb az árnyékolt, mint a nem-árnyékolt területeken. Az árnyékolt helyeken - ezek a felhőzettől nyugatra eső területek - a PHR magassága 200-300 m közötti. Ezzel szemben a nem–árnyékolt területeken ezek az értékek 500 m felettiek. Hangsúlyozzuk ki azt is, hogy e különbségek a kora délelőtti órákban alakultak ki, amikor a PHR a kezdeti növekedési szakaszában van, és amikor a talaj hatása is kicsi.



9. ábra: Az Eta PBL parametrizációval kapott szenzibilis és látens fajhő vályogos homok textúrára vonatkozó területi átlagának alakulása 5:00 és 17:00 UTC között HU- és USA-talajok esetén 2007.07.18-án. Az ábrán láthatóak még a v_{fsz} és a v_{szl} vektorok.



10. ábra: Az Eta PBL parametrizációval kapott szenzibilis és látens fajhő homokos vályog textúrára vonatkozó területi átlagának alakulása 5:00 és 17:00 UTC között HU- és USA-talajok esetén 2007.07.18-án Az ábrán láthatóak még a v_{fsz} és a v_{szl} vektorok

2.3 A szenzibilis és a látens fajhő alakulása egy 12 órás időszakban az egész modellterületre vonatkozóan. *A PHR* napi menetének vizsgálata után áttérünk egy másik elemzési technikára, amit először *Betts (1984, 1992)* vezetett be. Betts a módszerével kapcsolatos diagramot „keverési diagramnak" nevezte el, mely a látens és a szenzibilis fajhő időbeli alakulását szemlélteti, és felhasználható a felszínnek, valamint a szabad légkörnek a PHR magasságára gyakorolt hatásának összehasonlító vizsgálatára. Mi e hatásokat külön-külön fogjuk szemlélni majd összevetni a HU- és az USA-talajok esetén. Betts keverési diagramja 5 és 17 UTC között az egész modellterületre vonatkozóan a *7. ábrán* látható. A pontok időpontokat jelölnek. A legalsó pont 5 UTC-re vonatkozik; az ez után következő pontok, pedig 1 órás léptékben vannak feltüntetve. A pontokhoz tartozó látens és szenzibilis fajhő értékek [J kg^{-1}] az *x*, valamint az *y* tengelyen olvashatók le. Az ábrán az 5 UTC-hez tartozó fajhőértékeket t_0-val, míg a 17 UTC-hez tartozó fajhőértékeket t_2-vel jelöltük. Az ábrán szerepel egy t_1 jelölésű pont is, melynek helyét a szenzibilis hőáram (*H*), a látens hőáram (*LE*) és a PHR magasság átlagos napi értékei (Δt = 12 óra; 5 és 17 UTC közötti időtartam) alapján határozhatjuk meg a következő képletek alapján (*Santanello et al., 2009*):

$$c_p \cdot \Delta T_p = \frac{\overline{H} \cdot \Delta t}{\overline{\rho}_m \cdot \overline{PHR}}, \qquad (1)$$

$$L \cdot \Delta q = \frac{\overline{LE} \cdot \Delta t}{\overline{\rho}_m \cdot \overline{PHR}}, \qquad (2)$$

ahol ρ_m a levegő átlagos sűrűsége az adott magasságú PHR-ben. E pontok között két vektor húzható meg a t_0 és a t_1, valamint a t_1 és a t_2 pontok között. A t_0 és a t_1 pontok között meghúzott vektor a felszíni hatást, míg a t_1 és a t_2 pontok közötti vektor a szabad légköri hatást fejezi ki. Hogy ez így van, ezt a következőképpen próbáljuk illusztrálni: Egy egész napig tartó konvektív helyzetben (intenzív feláramlás a felszín erősen melegítő hatása miatt) a PHR késő délután (t_2 pont) átlagban mindig melegebb, mint kora reggel (t_0 pont). Egy hideg advekció (erős szabad légköri hatás) után azonban a PHR késő délutáni hőmérséklete markánsan kisebb lesz, azaz a t_2 pont észrevehetően süllyedni fog a konvektív esethez képest. Ez alapján nyilvánvaló, hogy a t_1-t_2 pontok közötti vektor a szabad légköri hatás, míg a t_0-t_1 pontok közötti

vektor a felszíni hatás jellemzője. A felszín és a szabad légkör PHR-re gyakorolt hatását általában a Bowen-arány ($\beta=H/LE$) és az ún. beáramlási hányados (A) alapján szoktuk jellemezni. A β_{fsz} t_0 és a t_1 pontok közötti szenzibilis és a látens fajhő hányadosával egyenlő ($\frac{c_p \cdot \Delta T_{p,fsz}}{L \cdot \Delta q_{fsz}}$). Analóg módon számítható a β_{szl} is. A beáramlási hányados a szenzibilis hőáramra vonatkozik, és a szabad légkörnek a felszínnel szembeni hozzájárulását fejezi ki ($A_H = H_{szl}/H_{fsz}$). Analóg módon számítható a látens hőáramra vonatkozó beáramlási hányados is (A_{LE}). A modellfuttatásaink során kicsi volt a szélsebesség, nem haladta meg a 4 ms^{-1}-et. Az A_H ilyen alacsony szélsebességek esetén mérések szerint 0,4 körüli értéket vesz fel *(Betts, 1992)*, amelyet a modellterület egészére nézve meg is kaptunk.

A *7. ábrán* feltüntetett β és A értékek alapján, valamint a vektorok hajlata alapján is látható, hogy mind a felszíni Bowen-arány ($\beta_{fsz}^{HU} > \beta_{fsz}^{USA}$), mind a szabad légköri beáramlás ($|A|^{HU} > |A|^{USA}$) erősebb a HU-, mint az USA-talajok felett. Látható az is, hogy a HU- és az USA-talajok közötti felszíni hatás különbség ($v_{fsz}^{HU} - v_{fsz}^{USA}$) valamelyest nagyobb, mint a szabad légköri hatás különbség ($v_{szl}^{HU} - v_{szl}^{USA}$).

2.4 A szenzibilis és a látens fajhő alakulása egy 12 órás időszakban kiválasztott talajtextúrákra vonatkozóan. Az előbbi fejezetben ismertetett módszerünket még három különböző talajtextúra esetén alkalmazzuk. Betts keverési diagramja agyag esetén a *8. ábrán* látható. A β értékek alapján egyértelmű, hogy a szenzibilis hőáram mind felszíni (β_{fsz}), mind szabadlégköri hatása (β_{szl}) nagyobb a HU-, mint az USA-talajok esetén. Említsük meg, hogy a szabad légköri bekeveredés (A) sokkal erősebb a HU-, mint az USA-esetben. Az is látható, hogy az agyagtextúrájú területek felett a felszíni, valamint a szabad légkörből történő szenzibilis hőáram bekeveredése (A_H^{HU}=1,07) sokkal intenzívebb, mint a modell területi átlagokra (A_H^{HU}=0,42) (*7. ábra*) vonatkozó esetben.

Vályogos homok textúrára a Betts-féle diagramot a *9. ábra* szemlélteti. Itt a vektorok már sokkal inkább a *7. ábrán* látható vektorokra hasonlítanak. Az előbbiek során megállapított Bowen-arányok és bekeveredési hányadosok egymáshoz viszonyított értékei közel változatlanok maradtak, az A_H kivételével, ugyanis az $A_H^{HU} < A_H^{USA}$.

A Betts-féle keverési diagram homokos vályog textúrájú felszín felett a *10. ábrán* látható. A βfsz, βszl és az AH értékek gyakorlatilag egyenlők a HU- és az USA-esetben. Ez nem meglepő, ha megnézzük az *1.* és a *2. táblázatban* szereplő hidraulikus paraméter értékeket. Látható, hogy HU- és az USA-értékek igen közel vannak egymáshoz a homokos vályog esetében, ugyanakkor jócskán különböznek egymástól az agyag esetében. Ezek közül a paraméterek közül a b porozitási index a legfontosabb (*Ács et al., 2010a*). A *8.* és a *10. ábra* összevetése alapján egyértelműen láthatjuk a talajtextúrák hatásának különbségét a felszíni Bowen-arányon (βfsz). Agyagra βfsz≈0,6, tehát a látens és a szenzibilis hőáram összemérhető, míg homokos vályogra a párolgás mintegy négyszer annyi, a szenzibilis hőáramhoz képest (βfsz≈0,25). Emellett az eltérő textúrák a bekeveredési hányadosra (A) gyakorolt hatása is megfigyelhető. A *10. ábrán*, ahol nincs nagy különbség a HU és az USA talaj paraméter értékek között, az AH értékek 0.37 és 0,39, míg ugyanezek az értékek a *8. ábrán*, ahol nagyok a HU és az USA talaj paraméter értékek közötti különbségek, 1,07 és 0,62. Látható az is, hogy a homokos vályog felett az AH alapján becsülhető szabad légköri hozzájárulás a PHR felépítésében sokkal kisebb, mint az agyag esetében.

Befejezés. E tanulmányban a PHR magasságának a talaj adatbázis használatára való érzékenységét vizsgáltuk. Összehasonlító vizsgálataink során egy magyarországi (*Nemes, 2002; Fodor és Rajkai, 2005*) és egy egyesült államokbeli (*Cosby, 1984*) talaj adatbázist használtunk. A PHR magasságot az Eta-PBL séma (*Janjic, 1991, 1994*) alapján számítottuk. Futtatásainkat az MM5 mezoskálájú rendszer modellel végeztük.

Eredményeink alapján a PHR magasságának mind térbeli, mind időbeli változásai erősen függnek a felhőzettől és a talajtextúrától. Az előbbi hatás (*6. ábra*) nyilván sokkal erősebb, mint az utóbbi (vessük össze a *8.*, a *9.* és a *10. ábrát*), de az utóbbi sem elhanyagolható. Említsük meg azt is, hogy ezen utóbbi hatásról a modern meteorológia igen keveset tud, gyakorlatilag elhanyagolja, azaz nem létező hatásnak tekinti. E tanulmány ezen álláspont tarthatatlanságára is próbál rávilágítani. Megmutattuk azt is, hogy a PHR magasságának változása nagyobb a HU-, mint az USA-talaj adatbázis használata során. Az is megemlítendő, hogy a PHR alakulását meghatározó felszíni hatások mellett a szabad légköri bekeveredés is erősebb a HU-, mint az USA talajok esetén. Legvégül, mindezek után a fő kérdés az, hogy mekkora ez az érzékenység, szignifikáns vagy nem szignifikáns mértékű-e. A közeljövői kutatásaink e kérdésre próbálnak majd válaszolni.

Köszönetnyilvánítás: E tanulmányt az OTKA K-81432, valamint a TÁMOP-4.2.1/B-09/1/KMR számú pályázatok anyagi segítségével hajtottuk végre.

Irodalom

Ács, F., Horváth, Á., Breuer, H., 2008: A talaj szerepe az időjárás alakulásában. Agrokémia és Talajtan, Vo. 57, 2. szám, 225-238.

Ács, F., Horváth, Á., Breuer, H., Rubel, F., 2010: Effect of soil hydraulic parameters on the local convective precipitation. Meteorol. Z., 19, 143-153.

Ács, F., Horváth, Á., Breuer, H., Rubel, F., 2010: Sensitivity of local convective precipitation to parameterization of the field capacity and wilting point soil moisture contents. Időjárás, Vo. 114, No. 1-2, 39-55.

Betts, A. K., 1984: Boundary layer thermodynamics of a High Plains severe storm. Mon. Wea. Rev., 112, 2199–2211.

Betts, A. K., 1992: FIFE Atmospheric Boundary Layer Budget Methods, J. Geophys. Res., vol.97, D, 18523-18531.

Chen, F., Dudhia, J., 2001: Coupling and Advanced Land Surface-Hydrology Model with the Penn State-NCAR MM5 Modeling System. Part I. Model Implementation and Sensitivity. Mon. Wea. Rev. 129, 569-585.

Cosby, B. J., Hornberger, G.M., Clapp, R.B., Ginn, T.R., 1984: A statistical exploration of the relationships of soil moisture characteristics to the physical properties of soils. Water Resour. Res. 20. (6) 682–690.

Dudhia, J., 1993: A non-hydrostatic version of the Penn State-NCAR Mesoscale Model: Validation tests and simulation of an Atlantic cyclone and cold front. Mon. Wea. Rev., 121, 1493-1513.

Fodor, N., Rajkai, K., 2005: Estimation of Physical Soil Properties and Their Use in Models (in Hungarian). Agrokémia és Talajtan, Vo. 54, 25--40.

Grell, G., Dudhia, J., Stauffer, D., 1994: A description of the fifth generation Penn State/NCAR Mesoscale Model. NCAR Tech. Note NCAR/TN-398+STR, 117 pp.

Horváth, Á., Ács, F., Geresdi, I., 2007: Sensitivity of severe convective storms to soil hydraulic characteristics: A case study for 18 April, 2005. Időjárás, Vol. 111, No. 4, 221-237.

Horváth, Á., Ács, F., Breuer H., 2009: On the relationship between soil, vegetation and severe convective storms: Hungarian case studies. Atm. Res., 93, 66-81. doi:10.1016/j.atmosres.2008.10.007.

Janjic, Z. J., 1990: The step-mountain coordinate–physical package. Mon. Weather Rev. 118, 1429-1443.

Janjic, Z. J., 1994: The step-mountain Eta coordinate model. Further developments of the convection, viscous sublayer and turbulent closure schemes. Mon. Wea. Rev. 112, 927-945.

Janjic, Z. J., 2002: Nonsingular implementation of the Mellor—Yamada Level 2.5 Scheme in the NCEP Meso Models. NCEP Office Note No. 437, 61p.

Laza, B., 2011: Az MM5 modellel szimulált planetáris határréteg magasságának érzékenysége a talajadatbázisok használatára. TDK dolgozat. Budapest. 36 p.

Mlawer, E. J., Taubman, S.J., Brown, P.D., Iacono, M.J., Clough, S.A., 1997: Radiative transfer for inhomogeneous atmosphere: RRTM, a validated correlated-k model for the longwave. J.Geophys. Res., 102 (D14), 16663-16682.

Nemes, A., 2002: Unsaturated Soil Hydraulic Database of Hungary: HUNSODA. – Agrokémia és Talajtan 51, No. 1-2, 17–26.

Pielke, R. A., 2001: Influence of the spatial distribution of vegetation and soils on the prediction of cumulus convective rainfall. Rev. Geophys. 39, 151-177.

Reisner, J., Rasmussen, R.M., Bruintjes, R.T., 1998: Explicit forecasting of supercooled liquid water in winter storms using the MM5 mesoscale model. Q. J. R. Meteor. Soc. 124, 1071–1107.

Santanello, J. A., Peters-Lidard, C., Kumar, S., Alonge, C., Tao, W.K., 2009: A modeling and observational framework for diagnosing local land-atmosphere coupling on diurnal time scales. J. Hydromet, 10, 577-599.

KÖZHASZNÚSÁGI JELENTÉS A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG 2010. ÉVI TEVÉKENYSÉGÉRŐL

Folytatás a 92. oldalról

Külső kapcsolatainkat említve legelőször általában a MTESZ kerül szóba. Jelentős változásról ezen a területen sajnos nem tudok beszámolni. A MTESZ továbbra is nagyon nehéz anyagi helyzetben van. Az egyedüli megoldás a Technika Házak értékesítése, de a jelenlegi ingatlanpiaci viszonyok miatt ez nagy feladat elé állítja a MTESZ vezetését. Továbbra is tagjai vagyunk az Európai Meteorológiai Társaságnak, az EMS-nek. Az EMS Tanácsának – a három állandó tag mellett – ismét volt magyar választott tagja Dunkel Zoltán személyében.

Közhasznú egyesületként vállalt feladatunk a **kulturális örökségünk megóvása**. Ennek keretében ankéton tisztelegtünk a nemrég elhunyt Dévényi Dezső emlékének. Részt vettünk Berényi Dénes születésének 110. évfordulójára rendezett emlékülés szervezésében is.

Közgyűléseinkről. A májusi közgyűlésen megvitattuk a pénzügyi és a főtitkári beszámolót, elfogadtuk a közhasznúsági jelentést, s megválasztottuk a Társaság új tisztségviselőit. Szokásainknak megfelelően ekkor adtuk át szakmai kitüntetéseinket is: a Steiner Lajos Emlékérmet, a Szakirodalmi Nívódíjat, a Berényi Dénes Emlékdíjat, a Hegyfoky Kabos Emlékérmet és a Róna Zsigmond Alapítvány kamatait. Évzáró ülésünk egyben közgyűlés is volt, ahol az új főtitkár megválasztására került sor. A Hille Alfréd Díjat is ekkor adtuk át a pályázaton legjobban szerepelt egyetemistának.

Az események felsorolása után **Társaságunk gazdálkodásáról és tagtoborzó tevékenységéről** is be kell számolnom. Mivel az Ellenőrző Bizottság jelentése részletesen ismerteti jelenlegi gazdasági helyzetünket, mindössze néhány gondolatot szeretnék kiemelni. Tagjaink, különösen szombathelyi tagtársaink aktív tagtoborzó tevékenysége nyomán Társaságunk taglétszáma ismét növekedett. Jogi személyiségű tagjaink száma továbbra is kettő: az Országos Meteorológiai Szolgálat és a Magyar Honvédség Geoinformációs Szolgálata. Köszönjük támogatásukat. Mindezek ellenére a 2010. év végére aggasztóvá vált gazdasági helyzetünk. A Társaság megmentése érdekében aktív jogi tagokat toborzó tevékenységbe kezdtünk. Vagyonunk fogyásának megállításához azonban sürgős intézkedésre, valamennyiünk összefogására van szükség.

Folytatás a 119. oldalon

AZ ÓZONLYUK JELENSÉG

THE OZONE HOLE PHENOMENON

Az Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Karán 2011. december 2-án elhangzott habilitációs előadás szerkesztett változata

Haszpra László
Országos Meteorológiai Szolgálat, 1675 Budapest, Pf. 39.
haszpra.l@met.hu

Összefoglalás: A tanulmány rövid tudománytörténeti áttekintés után bemutatja a sztratoszférikus ózon képződéséhez és elbomlásához vezető kémiai folyamatokat, különös tekintettel az Antarktisz feletti ózonlyuk kialakulásához vezető speciális folyamatokra.

Abstract: After a short review of the history of ozone research the paper presents the chemical processes leading to the production and decomposition of stratospheric ozone with special attention to processes responsible for the formation of the ozone hole over the Antarctica.

Tudománytörténeti visszatekintés. Az ózon felfedezése Christian Friedrich Schönbein (1799-1868) baseli kémia professzor nevéhez fűződik, aki 1839-ben elektromos kisüléseknél és vízbontásnál szagos anyag keletkezését észlelte. Ezt az általa az oxigén addig nem ismert módosulatának tartott anyagot ózonnak nevezte el. Évekkel később Jacques-Louis Soret (1827-1890) svájci kémikus tisztázta, hogy az ózon nem az oxigén valamiféle módosulata, hanem három oxigénatomból álló molekula. Az 1850-es években Schönbein méréseiből már az is tudott volt, hogy az ózon a légkör természetes alkotórésze. Schönbein nemzetközi mérőhálózatot is szervezett a légköri ózonmennyiség mérésére (*Bojkov, 1986*), amelynek Magyarországon is voltak mérőállomásai (*Divéky, 2003*). E mérésekből hozzávetőlegesen rekonstruálható a 19. század második felének európai felszínközeli ózonkoncentrációja (*Bozó et al., 1995*).

Az ózon légköri jelenétével Walter Hartley-nek (1845–1913) 1881-ben sikerült megválaszolnia a fizikusok és csillagászok azon kérdését, hogy miért nem észlelhető a Napból szükségszerűen érkező ultraibolya sugárzás a Föld felszínén. Kimutatta, hogy az ózon elnyeli a 0,3 mikrométer alatti sugárzást, és mivel a légkörben jelen van, így ez a sugárzástartomány nem juthat le a felszínig (*Hartley, 1881*). Kiderült azonban az is, hogy a felszín közelében és a korabeli mérésekkel elérhető magasságokban nincs annyi ózon, amennyi képes lenne ennek a hullámhossz-tartománynak a teljes kiszűrésére. Az 1920-as években Charles Fabry (1867-1945) és Henri Buisson (1839-1905) francia fizikusok nyomán Gordon M. B. Dobson (1889-1976) angol fizikus-meteorológus a földfelszínről rutinszerűen végezhető spektroszkópiai alapú mérési módszert dolgozott ki a légkör határáig terjedő légoszlop teljes ózonmennyiségének meghatározására, melynek továbbfejlesztett változata lehetővé tette az ózonmennyiség függőleges eloszlásának becslését is. Ezekből a mérésekből kiderült, hogy a légköri ózon döntő része nem a felszín közelében, hanem a sztratoszférában, 15-30 km-es magasságban helyezkedik el.

A sztartoszférikus ózon képződéséhez és elbomlásához vezető kémiai folyamatok. Annak magyarázatára, hogy hogyan kerül az ózon oda, ahol van, és miért ott van a legtöbb, Sydney Chapman (1888-1970) angol matematikus-geofizikus vetett fel egy négylépéses kémiai reakciómechanizmust, ami hosszú időn keresztül kielégítő magyarázatnak tűnt. A folyamatot az oxigén molekula fotolízise indítja, melynek során a Nap ultraibolya sugárzásának hatására a molekula két oxigénatomra bomlik:

R1: $O_2 + h\nu \rightarrow O + O \qquad \lambda < 242$ nm ,

ahol hν jelöli az oxigén molekula által elnyelt foton energiáját (h a Planck-állandó, ν az elektromágneses sugárzás [fény] frekvenciája). A keletkező oxigénatom gyorsan reagál az oxigénmolekulával, és egy háromatomos oxigénmolekula, ózon keletkezik:

R2: $O + O_2 + M \rightarrow O_3 + M$.

A reakcióegyenletben M elvileg bármilyen anyag lehet (a gyakorlatban N_2 vagy O_2), szerepe csak annyi, hogy energetikailag lehetővé teszi stabil ózonmolekula képződését. A keletkező ózon már kisenergiájú elektromágneses sugárzás hatására is elbomolhat, illetve elreagálhat a keletkező oxigénatomokkal:

R3: $O_3 + h\nu \rightarrow O + O_2 \qquad \lambda < 1150$ nm ,
R4: $O + O_3 \rightarrow 2\,O_2$.

A magassággal az oxigénmolekulák fotolitikus bontásához szükséges ultraibolya sugárzás nő, míg az oxigénsűrűség a légnyomás csökkenése miatt csökken. A két, ellentétes irányban ható feltétel miatt a légkörben az ózonkoncentráció a magassággal egy darabig nő, majd csökken, kialakítva egy ózonban dús réteget a sztratoszféra alsó-középső részében. Feljebb a fogyatkozó oxigén, lejjebb a gyengülő ultraibolya sugárzás csökkenti az

ózonképződés intenzitását. Nappal a keletkezési és fogyási reakciók egymással egyensúlyban vannak, míg éjszaka, napfény hiányában sem ózonkeletkezés, sem ózonpusztulás nem történik.

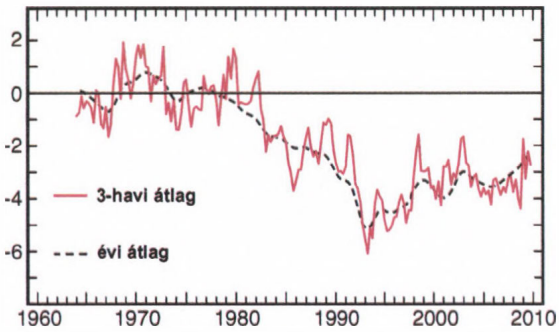
Az 1950-es évek végén, az 1960-as évek elején a méréstechnika fejlődése már lehetővé tette, hogy a fent vázolt Chapman-mechanizmusban szereplő kémiai reakciók sebességét laboratóriumi körülmények között is vizsgálják. Ekkor derült ki, hogy bár a mechanizmus minőségileg helyesen írja le az ózonkoncentráció függőleges eloszlását, valami azonban mégis hiányzik belőle, mivel a mechanizmus mintegy kétszer akkora ózonmennyiséget ad, mint amennyi a légkörben ténylegesen jelen van (*Hunt, 1966*). Mivel ózonból nagy mennyiség van jelen a sztratoszférában, az elméleti és a tapasztalt ózonmennyiség közötti különbözet eltüntetéséhez valószínűtlenül nagy mennyiségű olyan reagensre lenne szükség, amely az ózonnal reagálva véglegesen kikerül a reakciómechanizmusból. Így a kutatások elsősorban a katalitikus kémiai reakciók irányába indultak meg, melyek során viszonylag kevés, de folyamatosan visszaképződő reagens (katalizátor-anyag) nagymennyiségű ózont bonthat el.

$$R5:\ O_3 + X \rightarrow XO + O_2$$
$$R6:\ XO + O \rightarrow X + O_2$$

Az X-szel jelölt katalizátor-anyagot az R5 reakcióban az ózon oxidálja, miközben ózonból kétatomos oxigénmolekula marad vissza. Az R6 reakcióban azonban a katalizátor-anyag oxidja elveszíti az R5 reakcióban nyert oxigénatomját, visszaalakul, és az R5 reakció szerint újabb ózonmolekulát bonthat el. Az R6 reakcióhoz atomos oxigén szükséges, ami napfény hatására keletkezik, így napfény hiányában a katalitikus ózonbontás leáll. A nettó reakció ($O + O_3 \rightarrow 2\ O_2$) olyan hatást kelt, mintha az R4 reakció sokkal gyorsabban menne végbe. A gyorsabb ózonpusztulás a megfigyeltnek megfelelő alacsonyabb egyensúlyi ózonkoncentrációt eredményez. Katalizátor-anyagként szerepelhet az atomos hidrogén, a hidroxil gyök, a nitrogén-monoxid, továbbá halogénatomok (klór, fluor stb.). Az ózon keletkezésének és lebomlásának vizsgálata terén elért eredményeikért 1995-ben Paul J. Crutzen, Mario J. Molina és F. Sherwood Rowland kémiai Nobel-díjat kapott (http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/1995/).

A katalizátor-anyagok közül a klór szerepe különösen kritikus. Csekély természetes kibocsátás mellett döntő része a halogénezett szénhidrogének (CFC-vegyületek, freonok) bomlásával kerül a sztratoszférába. Ezek a vegyületek a troposzférában gyakorlatilag inertek, ezért légköri élettartamuk nagyon hosszú. Ez alatt feljuthatnak a sztratoszférába, ahol a kemény ultraibolya sugárzás (jellemzően λ<230 nm) elbontja őket, atomos klórt juttatva a levegőbe. A katalitikus reakció második lépésének (R6) aktiválási energiája közel nulla, ezért a folyamat nagyon gyorsan megy végbe. A klóratomok szinte azonnal visszaképződnek, így egy-egy klóratom akár százezer ózonmolekulával is reagálhat, mielőtt valamilyen más kémiai reakció kivonná a folyamatból. (Ez általában a hidrogénnel való egyesülés, melynek során stabil sósavmolekula keletkezik.)

Az ózonréteg vékonyodása és az ózonlyuk. A szakemberek felhívták a figyelmet arra, hogy az emberi tevékenység révén egyre nagyobb mennyiségben kerülnek a légkörbe olyan anyagok, amelyek elősegíthetik a katalitikus ózonbontást. Az ennek következtében csökkenő sztratoszférikus ózonmennyiség egyre kevésbé lesz képes kiszűrni a Nap élő szervezetekre káros ultraibolya sugárzását, ami komoly biológiai, egészségügyi kockázatot jelent. Az ózonmennyiség-csökkenést okozó anyagok sorában elsősorban a halogénezett szénhidrogénekből, a freonokból, halonokból kiszabaduló klóratomokra, illetve az egyre nagyobb műtrágya-felhasználásból származó dinitrogén-oxidra, a belőle keletkező nitrogén-oxidokra gondoltak. Ezeknek az anyagoknak a növekvő mennyisége az 1970-es évektől már kimutatható ózonmennyiség-csökkenést okozott, ahogy ez az *1. ábrán*, az 1990-es



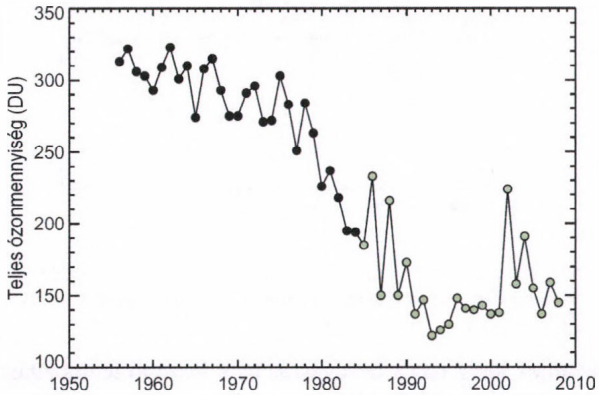
1. ábra: A globális teljes ózonmennyiség változása az 1964-1980 közötti átlaghoz képest (%) (Fahey and Hegglin, 2011)

évek közepe előtti időszakban látható. (Az ábra második része már az 1987-ben meghozott ózonvédő intézkedések pozitív hatását tükrözi.) Az 1970-es években készült becslések szerint változatlan CFC kibocsátás mellett a 21. század végére a sztratoszféra ózontartalmának akár a negyede is eltűnhet (*WMO et al., 1982*).

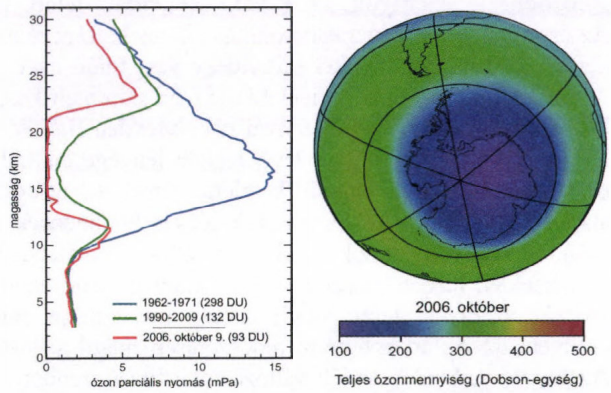
Bár az egész bolygóra kiterjedő műholdas ózonmérések már az 1970-es években megindultak, mégis egy koros Dobson-féle spektrofotométerrel dolgozó angol geofizikusnak, Joseph Charles Farman-nek tűnt fel, hogy az antarktiszi Halley Bay-i kutatóállomás (75,35°S; 26,34°W) felett az antarktiszi tavasz kezdetén minden évben jelentősen lecsökken a légkör ózontartalma (*2. ábra*). Farman és munkatársai 1985-ben jelentették meg híressé vált cikküket az időszakos és jelentős antarktiszi ózonmennyiség-csökkenésről (*Farman et al., 1985*), amit ma az ózonlyuk-kutatás kezdetének tekinthetünk. A laikusok körében számos félreértésre ad okot az „ózonlyuk" kifejezés. Mint az a *2. ábráról* is látható, ilyen helyzetben sem tűnik el fölülünk teljesen az ózon a légkörből, csak jelentősen csökken a mennyisége. Az alsó sztrato-

szférán belül azonban valóban nulla közelivé csökkenhet a mennyisége.

Extrém alacsony az ózonmennyiség (<60%), korlátozott helyen (15-20 km magasságban, a déli 50-60. szélességi foktól délre), korlátozott ideig (szeptember-november) (*3. ábra*). Az ekkor már ismert katalitikus ózonbontás (lásd fenn) vizsgálata nem vitt közelebb a jelenség megértéséhez, bár a mérések kimutatták, hogy jelentős átrendeződés történik az Antarktisz felett sztratoszféra klórvegyület összetételében a sarki éjszaka folyamán. Oxigénatomok hiányában a klór-monoxid nem tud



2. ábra: Az antarktiszi Halley Bay állomás feletti légoszlop átlagos októberi ózontartalmának időbeli menete Dobson-egységben (DU) (Müller, 2009). A Farman és munkatársai által publikált adatokat (Farman et al., 1985) feketével kitöltött körök jelölik*



3. ábra: Változások az ózonkoncentráció függőleges eloszlásában (Déli-sark) és a teljes ózonmennyiség területi eloszlásában (Fahey and Hegglin, 2011)

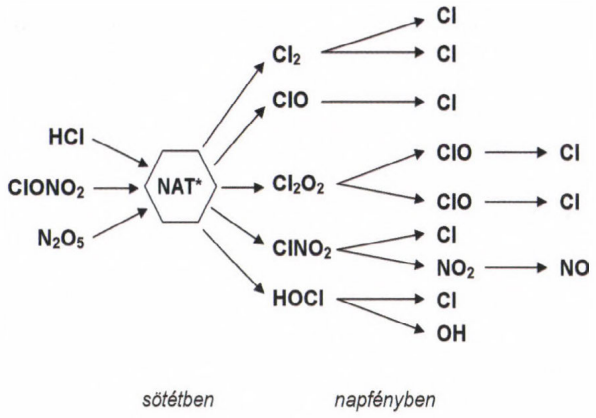
visszaalakulni klórrá (R6), így felhalmozódik. A déli-sarki tavasz kezdetén az első napsugarak hatására a keletkező oxigénatomok gyorsan felszabadítják a klórt a klór-monoxidból, ami intenzív ózonbontáshoz vezet. A viszonylag kevés klór-monoxiddal azonban nem lehetett megmagyarázni néhány százaléknál több ózonveszteséget.

Az Antarktisz feletti légkör ózontartalmának átmeneti lecsökkenésére, a globális ózonrétegen kialakuló ún. „lyuk" keletkezésére végül a sztratoszférikus felhők kémiájának tanulmányozásával sikerült megtalálni a magyarázatot. A sztratoszférában általában nincsenek felhők, mivel a felszíni párolgásból származó vízgőz légköri tartózkodási ideje annyira rövid, kb. 9 nap, hogy a sztratoszférába számottevő mennyiségben már nem jut fel. A sarkvidéki területek felett a téli időszakban huzamos ideig egyáltalán nincs besugárzás, energiabevitel, miközben a kisugárzásnak, az energiavesztésnek nincs akadálya. Ennek következtében a légkör erősen lehűl, ami leszálló légmozgást eredményez és egy, a sarkvidéki területet körülölelő légörvény, az ún. poláris örvény kialakulásához vezet. A poláris örvény lényegében megakadályozza az alacsonyabb szélességekről érkező energia-transzportot, így még inkább elősegíti a sarki régió lehűlését. Ennek következtében itt extrém alacsony, akár -80 °C-nál is alacsonyabb hőmérsékletek alakulhatnak ki. Ezen a hőmérsékleten már megindulhat a csekély mennyiségű vízgőz és a légkörben jelenlévő salétromsav együttes, ún. heteromolekuláris kondenzációja, melynek során salétromsav-trihidrát kristályok, illetve ezekből összeálló felhők keletkezhetnek a sztratoszféra alsó részében. A kristályok felületén olyan heterogén kémiai reakciók mennek végbe, melyek során a viszonylag stabil klórvegyületekből a már említett klór-monoxidhoz hasonlóan fény hatására könnyen bomló, labilis klórvegyületek keletkeznek.

A viszonylag stabil és viszonylag nagy mennyiségben jelen lévő sósavból, klór-nitrátból, dinitrogénpentoxidból a salétromsav-trihidrát kristályok felületén fény hatására könnyen bomló klórmolekulák, klór-nitrit, klór-monoxid és egyéb molekulák keletkeznek. Ezekből a fotolabilis vegyületekből fény hatására klóratom, nitrogén-monoxid és hidroxil gyök szabadul fel (*4. ábra*). Valamennyi ózonbontó katalizátor-anyag. Az ózonlyuk kialakulásához vezető kémiai folyamatokat ma is számos kutatócsoport vizsgálja. Lehetnek ugyanis még olyan kisebb jelentőségű folyamatok, amelyeket ma még nem ismerünk.

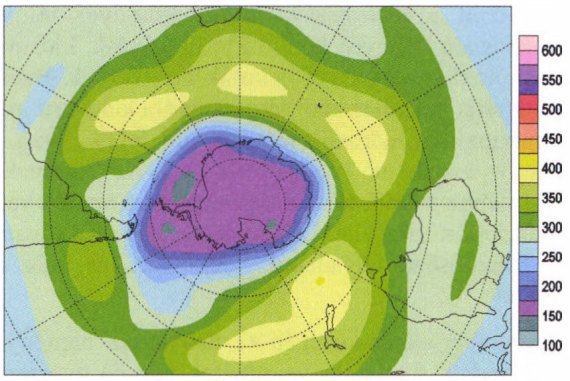
Szeptember elején-közepén az első tavaszi napfény hatására ezek a fotolabilis vegyületek nagyon gyorsan elbomlanak, egyszerre óriási mennyiségben juttatva katalizátor-anyagot a légkörbe, ami a meglévő ózonmennyiség nagy részét elpusztítja. A napmagasság növekedésével, a helyi ózonképződés megerősödésével, a katalizátor-anyagok megkötődésével és a meridionális ózontranszport megindulásával, nagyjából november végére helyreállnak az átlagos egyensúlyi állapotok.

Az 1970-es, 1980-as években egyre nagyobb mennyiségben kerültek a levegőbe olyan klórvegyületek, amelyek hozzájárultak az ózonmennyiség csökkenéséhez, az



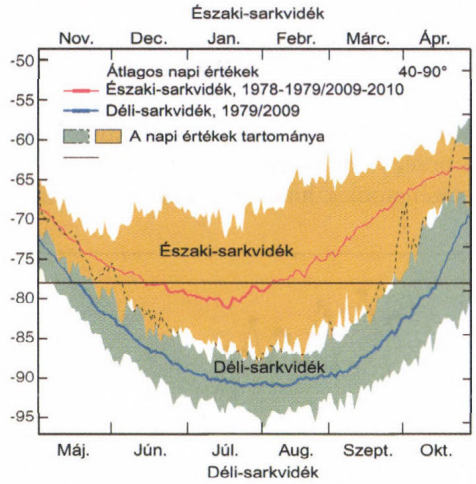
4. ábra: Az ózonlyuk jelenséghez vezető legfontosabb kémiai folyamatok (NAT = salétromsav-trihidrát kristály)

Antarktisz feletti ózonréteg időszakos elvékonyodásához, a köznyelvben ózonlyuknak nevezett jelenség kialakulásához. Definíció szerint az ózonlyuk területének azt a területet tekintjük, amelyen a légoszlop teljes ózontartalma nem éri el a 220 Dobson-egységet, azaz az 1970-es évek előtti időkhöz képest az ózonmennyiség csökkenése mintegy 40%. Ez a terület az elmúlt évtizedben szeptember-októberben elérte a 20-25 millió négyzetkilométert, gyakorta elérve Dél-Amerika legdélebbi lakott területeit is (*5. ábra*).



5. ábra: A légkör teljes ózonmennyisége Dobson-egységben a déli félgömb mérsékelt és poláris övezetében 2011. szeptember 15-én (Forrás: http://exp-studies.tor.ec.gc.ca/cgi-bin/selectMap?lang=e)

Az ózonlyuk kialakulásának két fő előfeltétele van: 1) nagyon alacsony, -78 °C-nál alacsonyabb hőmérséklet, ami lehetővé teszi a salétromsav-trihidrát kristályokból álló sztratoszférikus felhők kialakulását; 2) nagymennyiségű klórvegyület jelenléte, amelyből a kristályok felületén olyan labilis, fényre könnyen bomló vegyületek keletkeznek, amelyekből az ózonbontásban katalizátor-anyagként viselkedő atomos klór könnyen kiszabadulhat. A salétromsav-trihidrát kristályok képződéséhez szükséges igen alacsony hőmérséklet csak a sarkvidékeken alakulhat ki, ahol télen



*6. ábra: Az északi és a déli sarkvidék alsó sztratoszférájának hőmérsékleti viszonyai a téli félévben (Fahey and Hegglin, 2011) (*PSC = poláris sztratoszférikus felhő)*

huzamos ideig nincs besugárzás és a leszálló légmozgások következtében kialakuló poláris örvény a meridionális energiatranszportot is megakadályozza. Az 1980-as évek végén a légkörben található klórvegyületek több mint 80%-a antropogén eredetű volt, így az ózonréteg vékonyodásában és az antarktiszi ózonlyuk kialakulásában az emberi tevékenység felelőssége egyértelmű.

Képződhet-e ózonlyuk az Északi-sarkvidék felett is? Az ózonlyuk-jelenséggel kapcsolatban fel szokott merülni a kérdés, hogy a Földnek két sarkvidéke van, miért csak az Antarktiszról beszélünk? Mivel a Föld nem szimmetrikus, a két sarkvidék környezeti viszonyai számottevően eltérők. A Déli-sarkvidék és a fölötte lévő légkör lényegesen hidegebb, mint az Északi-sarkvidék feletti. Ennek az az egyik alapvető oka, hogy az Északi-sarkvidéket kontinensek és óceánok vegyesen veszik körül, és az eltérő felmelegedés, hőmérséklet, kisebb részben a domborzati hatások akadályozzák az olyan stabil poláris örvény kialakulását, mint amilyent az Antarktisz körül rendszeresen megfigyelhető. Az Északi-sarkvidék körüli változó intenzitású, rendszeresen deformálódó örvény nem zárja el a területet olyan mértékben az alacsonyabb szélességekről érkező energiatranszporttól, mint ahogy ez délen történik, így általában a hőmérséklet sem süllyed olyan mélyre, mint a Déli-sarkvidék felett. Ennek a cirkulációs bizonytalanságnak köszönhetően az Északi-sarkvidék felett megfigyelt átlaghőmérséklet magasabb, de a hőmérséklet-ingadozás tartománya is szélesebb (*6. ábra*). A poláris sztratoszférikus felhők kialakulásához szükséges alacsony hőmérséklet északon is kialakulhat, de általában nem marad fenn huzamos ideig, így a légkör kémiai összetételében sem következnek be akkora változások, mint délen. Átmeneti tavaszi ózoncsökkenés itt is megfigyelhető, de ez nem olyan kritikus mértékű, mint az

átellenes póluson (*Solomon et al., 2007*). Elméletileg tehát kialakulhat arktiszi ózonlyuk is, de kialakulásának valószínűsége nagyon csekély. Ennek ellenére 2011 tavaszán, márciusban, először a mérések történetében, igen közel kerültünk hozzá.

2010-2011 tele kivételesen nyugodt volt az Északi-sarkvidék felett, így a viszonylag stabil poláris örvény belsejében erősen lehűlt a levegő, huzamosabb időre kialakulhattak a salétromsav-trihidrát kristályokból álló felhők és végbemehettek mindazok a kémiai reakciók, amelyeket a Déli-sarkvidékkel kapcsolatban tárgyaltunk. A tavasz kezdetén 2 millió négyzetkilométeren süllyedt 275 DU alá a légköri ózonmennyiség az ilyenkor az 1970-es évek előtt még szokásos 400 DU feletti érték helyett, az abszolút minimumok pedig 220 és 230 DU között alakultak (*Manney et al., 2011*). Nem alakult ki tehát definíció szerinti ózonlyuk, azaz 220 DU alatti terület, de igen közel jártunk hozzá.

Az ózonréteg védelmére hozott intézkedések és várható hatásuk. Bár az ózonlyuk jelenség általában csak alig lakott, kietlen területeket érint, a sztratoszférikus ózonmennyiség általános csökkenése már komoly kockázatot jelentett a teljes bioszférára nézve, beleértve az embert is. Ennek köszönhető, hogy 1985-ben nemzetközi elvi megállapodás született a probléma megoldására, amit 1987-ben a Montreáli Jegyzőkönyv követett. Ez az ózonréteget leginkább fenyegető freonok (CFC-vegyületek) fokozatos kivonásáról, gyártásuk megszüntetéséről intézkedett. A Jegyzőkönyv előírás szerinti felülvizsgálatai fokozatosan bővítették az érintett anyagok körét és rövidítették a határidőket (http://www.unep.org/ozone).

Az intézkedések hatására az 1990-es évek közepétől már megfigyelhető a Jegyzőkönyv hatálya alá tartozó vegyületek légköri mennyiségének csökkenése. Mivel a gyártás megszűnt, a koncentráció-csökkenés üteme alapvetően az adott vegyület kémiai élettartamától függ, ami néhány anyag esetében 100 évnél is hosszabb. Kevéssé kedvező, hogy a helyettesítő anyagok légköri mennyisége viszont meredeken nő, márpedig ezek az anyagok többségükben erősen üvegházhatásúak.

Az ózonréteget károsító anyagok kibocsátásának korlátozására vonatkozó nemzetközi egyezmények hatására ezen anyagok sztratoszférikus mennyisége fokozatosan csökken. Az egyéb feltételek változatlansága esetén ez a csökkenés 2060-2080 tájára elvezethetne a déli-sarki ózonlyuk végleges eltűnéséhez. A klórvegyületek fokozatos kiürülésével az egyéb katalizátor-anyagok relatív jelentősége nőni fog. Ezek egyike a nitrogén-monoxid, ami a természetes és antropogén forrásokból származó dinitrogén-oxidból keletkezik. Kisebb mennyiség közvetlenül is bekerül a sztratoszférába a nagy magasságban haladó repülőgépek hajtóművéből. A dinitrogén-oxidnak, ennek az erősen üvegházhatású gáznak az antropogén kibocsátása folyamatosan nő, ami emeli a légköri koncentrációt és így a sztratoszférikus nitrogén-monoxid mennyiségét is. A klórvegyületek mennyiségének fokozatos csökkenésével már pár évtized múlva a nitrogén-monoxid lehet a legfontosabb ózonbontó katalizátor-anyag. Mennyiségének növekedése hátráltathatja a sztratoszférikus ózonréteg regenerációját. A részben ugyancsak a dinitrogén-oxid által keltett globális felmelegedés ugyanakkor globálisan gyorsítja az ózonréteg regenerációját, távlatilag az eredetinél magasabb sztratoszférikus ózonmennyiséget is előidézhet. Az üvegházhatású gázok magasabb koncentrációja az alsóbb légrétegek melegedésével és a sztratoszféra hűlésével jár. Az ózon katalitikus bomlása az alacsonyabb hőmérsékleten lassabb, így az egyensúlyi ózon-koncentráció magasabb lehet. Mindaddig azonban, amíg ehhez elegendő klórvegyület van a légkörben, a sztratoszféra hűlése a poláris sztratoszférikus felhők képződésén keresztül növeli az ózonlyuk-képződés kockázatát. Mindez jelzi, hogy a sztratoszférikus ózonréteg még bőven tartogat megválaszolandó kérdéseket a kutatók számára.

Irodalom

Bojkov, R. D., 1986: Surface ozone during the second half of the nineteenth century. J. Applied Meteorology 343-352.

Bozó, L. and Weidinger, T., 1995: Tropospheric ozone measurements over Hungary in the 19th century. Ambio 24, 129–130.

Divéky E., 2003: Ózonmérés Szegeden a XIX. században. Légkör 48/4, 30-35.

Fahey, D. W., Hegglin, M. I. (coordinating lead authors), 2011: Twenty questions and answers about the ozone layer: 2010 Update. In: Scientific assessment of ozone depletion: 2010, Global Ozone Research and Monitoring Project-Report No. 52, World Meteorological Organization, Geneva.

Farman, J. C., Gardiner, B. G., Shanklin, J. D., 1985: Large losses of total ozone in Antarctica reveal seasonal ClO_x/NO_x interaction. Nature 315, 207-210.

Hartley, W. N., 1881: On the absorption of solar rays by atmospheric ozone. J. of Chemical Society 39, 111-128., DOI: 10.1039/CT8813900111

Hunt, B. G., 1966: Need for a modified photochemical theory of ozonosphere. J. of Atmospheric Sciences 23, 88-95.

Manney, G. L., Santee, M. L., Rex, M., Livesey, N. J., Pitts, M. C., Veefkind, P., Nash, E. R., Wohltmann, I., Lehmann, R., Froidevaux, L., Poole, L. R., Schoeberl, M. R., Haffner, D. P., Davies, J., Dorokhov, V., Gernandt, H., Johnson, B., Kivi, R., Kyro, E., Larsen, N., Levelt, P. F., Makshtas, A., McElroy, C. T., Nakajima, H., Parrondo, M. C., Tarasick, D. W., von der Gathen, P., Walker, K. A., Zinoviev, N. S., 2011: Unprecedented Arctic ozone loss in 2011. Nature 478, 469-475.

Müller, R., 2009: A brief history of stratospheric ozone research. Meteorologische Zeitschrift 18, 3-24., DOI: 10.1127/0941-2948/2009/353

Solomon, S., Portmann, R. W., Thompson, D. W. J., 2007: Contrast between Antarctic and Arctic ozone depletion. PNAS 104, 445-449., DOI: 10.1073/pnas.0604895104

WMO, NASA, FAA, NOAA, 1982: The stratosphere 1981 – Theory and measurements. Global Ozone Research and Monitoring Project Report No. 11, World Meteorological Organization, Geneva.

A KLÍMAVÁLTOZÁSSAL KAPCSOLATOS ELEMZÉSEKNÉL AZ ADATMINŐSÉG KULCSFONTOSSÁGÚ!

DATA QUALITY HAS CAPITAL IMPORTANCE AT CLIMATE CHANGE ANALYSIS!

Lakatos Mónika és Szentimrey Tamás
Országos Meteorológiai Szolgálat; 1525 Budapest, Pf. 38.
lakatos.m@met.hu, szentimrey.t@met.hu

Összefoglaló: A globális éghajlati adatokat karbantartó meteorológiai adatközpontok egyre nagyobb hangsúlyt fektetnek a felhasznált adatok minőségére, hisz csak jó minőségű, térben és időben reprezentatív adatok alapján tehetünk megalapozott kijelentéseket a klíma megváltozására, a változás irányára és mértékére vonatkozóan. A hazai vizsgálatoknál is törekszünk erre, ugyanis az OMSZ klimatológiai adatbázisán alapuló, ellenőrzött, homogenizált adatokat használunk elemzéseinkhez. Az Európai Unió is támogatásra érdemesnek ítélte az adatminőség javításának, a hosszú idősorok homogenizálásának témáját egy COST (European Cooperation in the field of Scientific and Technical Research) akció keretében: "Advances in homogenisation methods of climate series: an integrated approach (ES0601 „HOME)". Az akció során a klimatológiai gyakorlatban használt homogenizálási eljárásokat egy teszt adatbázison vaktesztnek vetették alá. Az OMSZ Éghajlati Osztályán Szentimrey Tamás matematikus kollégánk által kifejlesztett MASH (Multiple Analysis of Series for Homogenization) módszer egyike a legjobb eredményeket produkáló eljárásoknak. A tesztadatbázis megalkotásáról és az eredményekről egy cikk jelent meg a „Climate of the Past" című online folyóirat oldalain. A cikk 31 szerzője között az OMSZ részéről Szentimrey Tamás és Lakatos Mónika szerepel. A megjelenéssel egy időben több országban sajtóközleményt adtak ki, a magyar verziót olvashatják a továbbiakban.

Abstract: The only way to establish the climate change, as well as the way and the extent of changing is to use high quality, spatially and temporally representative data. Therefore the data centers, which maintain the global climate data emphasize more and more the quality of the applied data. During our assessments it is also an important principle, namely it is used controlled, homogenized data based on the database of the Hungarian Meteorological Service. The topic of upgrading the data quality and the homogenization of long term dataseries has been supported by the European Union as well under a COST action: "Advances in homogenisation methods of climate series: an integrated approach (ES0601 „HOME)". In the action the homogenization proceedings applied in the climatological practice were subjected to a blind test on a test database. The MASH (Multiple Analysis of Series for Homogenization) method developed by our colleague, Tamás Szentimrey from the Climte Department was one of the proceedings which provided the best results. In the journal "Climate of the Past" an article was published about the compiling of the test database and the results. HMS was represented by Tamás Szentimrey and Mónika Lakatos among the 31 authors of the article. Simultaneously with the publishing, press releases have been issued in several countries. The Hungarian one is presented below.

A homogenizálás javítja az éghajlati adatok minőségét

A tanulmány leírása. Az éghajlat változékonyságának tanulmányozása műszeres mérések alapján történik. A mérések eredményeit közvetlenül nem használhatjuk, mivel az éghajlat megváltozására utaló jelek mellett az adatsorok tartalmazhatnak nem-éghajlati jeleket is, melyeket tévesen változásként értékelhetünk. Az adatok korrekciójához el kell tehát végezni ezeknek a kiszűrését. Ezt az eljárást hívjuk homogenizálásnak.

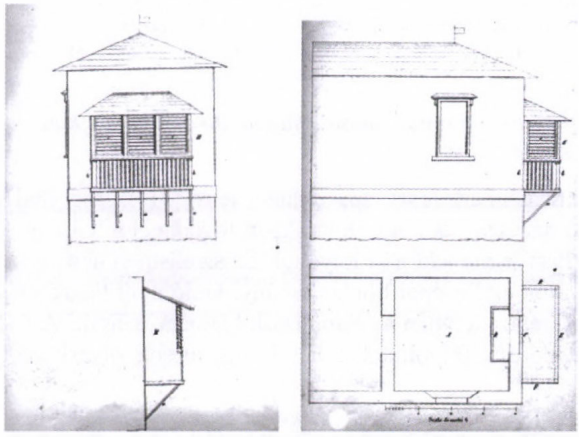
A legismertebb nem-éghajlati jel a városi hősziget hatása. A városokban – különösen éjszaka – rendszerint magasabb a hőmérséklet, mint a környező területeken, és ez a többlet várhatóan tovább emelkedik majd a városok növekedésével összhangban. Szintén nem-éghajlati jel, vagy más néven inhomogenitás a mérőállomás helyének megváltozásából adódó változás, ugyanis több állomás az átköltöztetések során kikerült a városból hűvösebb környező területekre, gyakran repterekre. Hibát okozhat ezenkívül a mérési módszer, a mérés körülményeinek változtatása is. A meteorológiai műszereket jellemzően műszerszekrényekbe telepítik, hogy óvják őket a közvetlen napsugárzástól és az időjárás viszontagságaitól. A 19. században erre a célra a legtöbb helyen az épületek északi falához erősített, fémből készült házakat használtak. Ugyanakkor az épület felmelegítheti a hőmérőházat, ezzel magasabbak lehetnek a mért hőmérsékleti értékek. Amikor ez a probléma kiderült, az úgynevezett Stevenson típusú hőmérő házat kezdték alkalmazni, amit távol az épületektől, a kertben telepítettek. Ma is ez a legelterjedtebb időjárási műszerház, jellegzetes duplazsalus ajtajával és falaival. Manapság elterjedt a költséghatékonyabb automata mérőállomások telepítése, ahol a hőmérőt fehér műanyag ernyőkkel védik. Az automatizálás során a hagyományos folyadék-üveg hőmérőkről elektromos hőmérőkre történő áttérés szükségszerűen a mért hőmérsékletek csökkenésével jár.

Ingeborg Auer (Meteorológiai és Geodinamikai Központi Intézet, Bécs, Ausztria) egy további példát említ a mérési módszer megváltozására: *„Az első műszeres mérések során, például, 1900 előtt, a feljegyzett csapadékösszegek a mai adatoknál 10%-kal alacsonyabbak, mivel a méréseket gyakran tetőkön végezték."* Abban az időben a műszereket a te-

tőre telepítették annak érdekében, hogy sose legyenek leárnyékolva. Később azonban rájöttek, hogy a tetőn a szél turbulens áramlása miatt az esőcseppek egy része, de főként a hópelyhek nem esnek bele a nyílásba. A mérések emiatt ma már talajszinten folynak.

Az éghajlat valós alakulásának megbízható tanulmányozásához ki kell tehát szűrni a nem éghajlati eredetű változásokat. Ehhez az adott állomás közvetlen szomszédjainak adatait lehet felhasználni, az adott állomás és a szomszédos állomások különbség sorait kell elemezni. Ha kicsik az eltérések, akkor nincs inhomogenitás a sorokban. Ezzel a módszerrel a nem-éghajlati jelek (rendszerint a mérőház, a mérőműszer és a mérőhely változásai) az egyes állomásokra sokkal nyilvánvalóbbak, mint egyetlen állomásnál önmagában, az éghajlat erős természetes változékonysága miatt. Ez a módszer nem működik, ha a teljes mérőhálózatra kiterjedő változásokról van szó, ugyanakkor a jelentősebb átalakítások kevésbé okoznak problémát, mivel ezek általában jól dokumentáltak.

A különböző homogenizálási módszerek tanulmányozásához a COST HOME Akció keretein belül kifejlesztettek egy tesztadatbázist mesterségesen összeállított éghajlati adatokból. A mesterséges adatok előnye, hogy az adatsort készítők számára ismertek az adatbázisban elhelyezett inhomogenitások. Ezek a tesztadatok a valóságban működő éghajlati mérőhálózatok mintájára készültek, a tesztelők számára ismeretlen valószínűséggel előforduló adathibákkal együtt. Ezeken kívül emelkedő, illetve csökkenő hőmérsékleti trend is megjelenhetett az adatokban. A módszerek objektív tesztelése érdekében vaktesztet végeztek a kutatók, ez egyben a legfőbb újdonsága ennek a tanulmánynak. A homogenizálást végzők nem ismerték a mesterséges adatbázisokat, így nem tudhatták, mely állomáson mely hiba fordulhat elő. Az adatokat előállító, majd az eredményeket elemző kutatók



1. ábra: Az Olasz Meteorológiai és Klimatológiai Központ (Italian Central Office for Meteorology and Climate) által használt „meteorológiai ablak" 1879-ben (Tacchini, 1879). Olaszországban a 19. század utolsó évtizedeiben a legtöbb megfigyelést városi környezetben, toronymagasságban, a környező épületek tetőszintje fölött, északi irányba néző, ablakszerű házikóban elhelyezett műszerekkel végezték.(Kép: Michele Brunetti, ISAC-CNR, Bologna, Olaszország)

2. ábra: SCREEN projekt, Éghajlatváltozási Központ, Rovira i Virgili Egyetem, Spanyolország

független szakértők közül kerültek ki, akik saját maguk nem végezték el a homogenizálást. Következésképpen a COST Akció teszteredményei objektív képet adnak az egyes homogenizálási algoritmusok beválásáról.

Az éghajlatváltozással kapcsolatban szkeptikus álláspontot képviselők közül sokan azt állítják, hogy a klimatológusok által alkalmazott adatkorrekciók a globális felmelegedés túlbecsléséhez vezetnek. Az eredmények egyértelműen azt mutatják, hogy a homogenizálás javítja a hőmérsékleti adatok minőségét, valamint az éghajlati trendek becslését is pontosabbá teszi. Enric Aguilar (Éghajlatváltozási Központ), Rovira i Virgili Egyetem, Tarragona, Spanyolország) kifejtette: *„Kísérleteink megerősítik, hogy a régebbi tanulmá*nyokban alkalmazott homogenizálási módszerek is nö*velik az éghajlati tanulmányok megbízhatóságát, így segítik a megbízhatóbb éghajlatváltozási értékelések elkészítését, de megállapíthatjuk, hogy a COST HOME által javasolt korszerű módszerek használatával a megbízhatóság növelhető."*

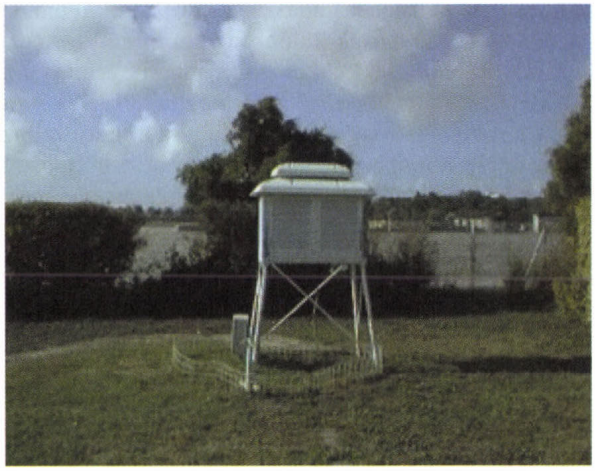
A mérési technikában történt változások miatti inhomogenitások tanulmányozásának egyik módja, hogy párhuzamos méréseket végzünk a régen használt és a jelenlegi eszközökkel. Az *1. ábrán* három meteorológiai mérőházat látunk egymás mellett Murcia-ban (Spanyolország). A jobboldali a Montsouri mérőház egy másolata, amely Spanyolországban és számos európai országban volt használatos a 19. század végén és a 20. század elején. Középen, a Stevenson típusú mérőház automata szenzorokkal, baloldalon pedig hagyományos meteorológiai műszerekkel felszerelve.

A korábbi módszereknél a homogenizálás során jellemzően egy adott állomás adatait a szOMSZédos állomások adatainak átlagértékeiből készült, úgynevezett referencia idősorral hasonlították össze. Az átlagolás miatt a nem-éghajlati jelek hatása erősen csökkent. Így, ha a referencia idősor és az adott állomás különbségsorában megjelent egy inhomogenitásra utaló ugrás, akkor azt az adott állomásnak tulajdonították, mivel a referencia sort homogénnek feltételez-

3. a ábra: Egy meteorológiai műszereknek kialakított nyitott műszerház a La Rochelle-i általános iskola udvarának szélén, 1910-ben. La Rochelle kikötőváros Nyugat-Franciaországban a Vizcayai-öbölben található.

ték. Olivier Mestre (Meteo France, Toulouse, Franciaország) megállapítása: *„Az utóbbi néhány évben a klimatológusok és a statisztikusok olyan fejlett statisztikai módszereken dolgoztak, melyekhez nem szükséges homogén referencia feltételezése.*

A hagyományos módszerek ugyan csökkentették a nem-éghajlati jelek erősségét a hőmérsékleti adatokban, a komplex, modern módszerek viszont egyértelműen sokkal jobban javítják az eredményeket." Erre a megállapításra csak a teszt adatbázis segítségével juthattunk, amely a kiterjedt mérőhálózatok hibáit is valószerűen utánozza. A tesztelés eredménye alapján a klimatológusoknak az új módszerek alkalmazását ajánljuk. Szentimrey Tamás (Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest, Magyarország) megjegyzése: *„Az ajánlások nem csupán a számszerű eredményeken alapulnak, hanem az algoritmusok mélyebb matematikai meg-*



3. b ábra: A mai állapot, egy Stevenson-hoz hasonló műszerházat, az óceánhoz közelebb, az Atlanti-óceán partján, egy „Le bout blanc" nevű helyen. A kerítés mögött a kikötő vize látható. (Kép: Olivier Mestre, Meteo France, Toulouse, Franciaország)

értésén is. Az algoritmusok matematikai alapjai kulcsfontosságúak."

A benchmark teszt tapasztalatait leíró, 31 szerző által írt tudományos cikket a közelmúltban fogadta el a 'Climate of the Past' című lektorált folyóirat. Ez az elismert nemzetközi folyóirat az Európai Földtudományi Unió nyílt hozzáférésű folyóirata, melyben a lektorálás folyamata is nyílt. A nyílt hozzáférésű folyóiratokat bárki ingyenesen olvashatja; a

4. a ábra: Az Országos Meteorológiai Szolgálat központi épületének észlelőkertje az 1950-es évek közepén.

4. b ábra: A műszerkert ma már nem létezik, lakóházak épültek a helyén. Az épület tetőterasza a mérések jelenlegi helyszíne.

publikációs díjak általában a szerzőket terhelik. A nyílt hozzáférésű közzététel megkönnyíti a szegényebb országokból származó kutatók számára is, hogy naprakészek legyenek a legújabb eredmények tekintetében és bekapcsolódjanak a tudományos kutatásokba. De a nagyközönség is profitálhat a nyílt hozzáférésű közzétételből, hiszen a szabad hozzáférés vitára indíthatja a nyilvánosságot aktuális tudományos kérdésekben a különböző újságokban és a jobban informált blogokon. Victor Venema:

A nyílt hozzáférésű közzététel egy izgalmas, új lehetőség. Különösen ebben a témában fontosnak éreztük, hogy mindenkinek lehetősége legyen elolvasni ezt a cikket.

A 'Climate of the Past' című folyóirat is követi ezt az újszerű eljárást. Mivel a bírálati folyamat publikus, bárkinek lehetősége nyílik a cikk első verziójához hozzászólni. Ezeket a hozzászólásokat mindenki elolvashatja, éppúgy, mint a kézirat hivatalos bírálóinak észrevételeit.

A „Földfelszín Hőmérséklet Nemzetközi Kezdeményezés" (ISTI) egy nyílt, globális hőmérsékleti adatbázis létrehozását és fenntartását célozta meg. A legfőbb tulajdonsága az lesz ennek az adatbázisnak, hogy minden hőmérsékleti érték visszavezethető legyen az eredeti adatra. A digitalizált adatbázis a hőmérséklet értékeket és a különböző azonosítókat tartalmazza majd egy közös formátumban, az ellenőrzött és a homogenizált adatokkal együtt. Ahhoz, hogy megfelelő szoftvert fejlesszenek ki az ISTI létrehozására és működtetésére, jó alap egy hasonló, mesterségesen előállított hőmérsékleti adatbázis létrehozása, ami a COST Akció keretin belül el is készült. Kate Willett (UK MetOffice, Exeter, Egyesült Királyság): *A HOME tapasztalatai segíteni fogják a kezdeményezésünket, hogy a lehető legjobb adatbázist állítsuk elő a homogenizációs algoritmusok validálására.*

Köszönetnyilvánítás: Ez a tanulmány nem készülhetett volna el a COST támogatása nélkül, ami az európai kutatók együttműködését finanszírozta. Ez az Akció 27 COST ország, valamint Andorra, Ausztrália és az Egyesült Államok kutatóit foglalta magába.

A cikk letölthető:
http://www.clim-past.net/8/89/2012/cp-8-89-2012.html

A HOME Akció honlapja: http://www.homogenisation.org

Köszönjük Nagy Andrea és Vincze Enikő közreműködését a sajtóközlemény magyar verziójának elkészítésében.

KÖZHASZNÚSÁGI JELENTÉS A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG 2010. ÉVI TEVÉKENYSÉGÉRŐL

Folytatás a 110. oldalról

Az Magyar Meteorológiai Társaság a hatályos Alapszabály értelmében az alábbi közhasznú tevékenységeket végzi:

- tudományos tevékenység, kutatás;
- nevelés, oktatás, képességfejlesztés, ismeretterjesztés;
- a kulturális örökség megóvása;
- környezetvédelem;
- és az euroatlanti integráció elősegítése.

A közhasznúság jegyében:

- tudományos konferenciákat, szakmai rendezvényeket és előadóüléseket szerveztünk;
- nevelési, oktatási, képességfejlesztési munkát végeztünk, előadóüléseken hallgattuk meg fiatal tagtársainkat, ifjúsági szakosztályunk önképzőköri üléseket és diákköri fórumot szervezett;
- ismeretterjesztő tevékenységet végeztünk a Légkör című, egyetlen magyar nyelvű meteorológiai folyóirat szerkesztésében és terjesztésében való közreműködéssel;
- szolgáltuk kulturális örökségünk megóvását, ápoltuk elődeink emlékét, az aktuális évfordulók kapcsán megemlékeztünk híres magyar meteorológusok szakmai tevékenységéről, közreműködtünk a Meteorológiai Múzeum gyűjteményének bővítésében, a kiállítás anyagának gondozásában;
- környezetvédelmi tevékenységünk keretében előadóüléseket tartottunk, szakmai ankétokat és konferenciákat szerveztünk;
- az euroatlanti integráció elősegítése érdekében kapcsolatban állunk európai társegyesületekkel, aktívan közreműködünk az Európai Meteorológiai Társaság munkájában.

Folytatás a 128. oldalon

A 2010. ÉV HATÁSA A BALATON VÍZHÁZTARTÁSÁRA

EFFECT OF THE YEAR 2010 ON THE WATER BALANCE OF LAKE BALATON

Fekete Péter
független Balaton-szakértő, 8230 Balatonfüred, Révész u. 19.
feketenedrtothgabi@gmail.com

Összefoglaló: A közel 6000 km^2-es Balaton-vízgyűjtő éves vízhozama döntő mértékben a Sió-csatornán keresztül távozik, és értéke minden mérőhálózatnál pontosabb képet ad e terület klímájáról. Mennyiségéről, összetevőiről közel százéves, részletes adatsor áll rendelkezésünkre. A 2010. év rendkívüli csapadékossága ezen adatsorból az 1965-ös esztendővel mérhető össze. Miközben a tóra hulló csapadék mindkét évben 900 mm érték körül mozgott, vízhozam tekintetében az 1965-ös érték 2156, míg 2010 esetében 1330 tómilliméter volt. Ez a több mint 800 mm-es eltérés több tényezőből adódhat, melyek közül nagyon lényeges, hogy a vizsgált évek „klimatikus környezete" jelentősen eltért egymástól. Míg az 1960-as évtized a Balaton legcsapadékosabb időszaka volt, a 2000-s a legszárazabb, miáltal a vízgyűjtő is kiszáradt, s így kevesebb vizet tudott a tóba szállítani. Az elmúlt 90 év adatainak elemzése kimutatja, hogy 10 éves átlagok alapján, a vízháztartás romlása az 1970-es évtizedben kezdődött, és azóta szinte folyamatosan 685 mm/év értékről 280 mm/év-re csökkent. A kialakult negatív trend következtében a 2020-as évtizedben a tó kezdődő elfogyásával kell számolni. (Lásd a tanulmány ábráját is!) Ebben a folyamatban a 2010-es év lényeges szerepet nem játszott, nedves szélsőségessége inkább kivételt jelentett.

Abstract: The surplus of the 6000 square kilometer water collecting area of the Lake Balaton flows off through the Sio-channel and it's amount draws clearer picture of the climate in the area than any other measurements. More than 100 years worth of detailed numbers available about its composition and volume. The amount of rainfall during 2010 is comparable to 1965 as the total was around 900 mm in both years, although the water balance from the collected data shows 2156 mm in 1965 while in 2010 it was only 1330 mm. The 800 mm difference could be sourced to some differences, most important is the dissimilar climate of the examined years. While the during 1960's was the precipitation at its highest level, the 2000's fist decade was the driest, causing the water collecting area to dry off, minimizing the flow-in.

Analyzing the numbers form the last 90 years it shows the water balance in 10 years averages started slipping during the 1970's and the value of 685 mm/year lowered almost constantly to 280 mm/year since then. Considering this negative trend we should expect the lake to begin drying up during the 2020's (see the chart). The year 2010 played no difference as it's exaggerated amount of rain should only be seen as an exception.

A 2010-es év a „rekordok éve"-ként került be a meteorológiai évkönyveinkbe. Extrém csapadékossága következtében évi csapadékrekord (1555 mm Jávorkút), napi csapadékrekord (157 mm Kőrishegy), évi országos csapadékrekord (969mm) született, árvizek és belvizek pusztítottak.

Vajon egy földrajzilag, vízrajzilag jól elhatárolható terület, a közel 6000 km^2-es Balaton-vízgyűjtő, mely az ország területének mintegy 6%-a, hogyan viselkedett egy ilyen, rendkívüli évben?

E vízgyűjtő „hozama", mely a Sión keresztül távozik, bármíly sűrűségű mérőhálózatnál pontosabb képet ad e terület klímájáról. Mivel ennek évenkénti mennyiségéről közel százéves adatsor áll rendelkezésünkre, bőven kínál összehasonlítási alapot. Ezen adatsorból magas vízhozamával, csapadékosságával, kiemelkedik az 1965-ös esztendő, így az összehasonlítás kézenfekvő.

Az 1965-ös év adatait a VITUKI 1976-os kiadású Balaton Atlasza és a dr. Somlyódy László által jegyzett 2003-as „Tenni, vagy nem tenni?" c. jelentés segítségével rekonstruáltam. Mindkét forrás a tóra esett csapadék tekintetében (a későbbiekben: CS) 905 mm-es értéket, a vízgyűjtőről bejövő hozzáfolyás (H) esetében 1974 mm-t ad. A harmadik fő vízrajzi elem, a párolgás (P) esetében némi eltérés van. Ennek minimumát 700, ill. 723 mm-ben közlik a fenti források, én az utóbbit vettem alapul. E három elemből már számítható az 1965-ös év vízhozama (Vh). A Vh = CS + H – P képlet alapján ez 2156 mm-t ad. Az éves vízhozam ugyanakkor számítható a leeresztés (L) és a belső készletváltozás (Kv) összegeként is. A Sión való leeresztés (L) 1791mm, a belső készletváltozás (Kv) 365 mm értékű volt. Ez utóbbi abból adódik, hogy az akkori gyakorlatnak megfelelően télkezdetkor a tavat erősen leürítették, és a januári 68 cm-es induló szinttel szemben, a rendkívüli vízhozam miatt, a folyamatos leeresztés ellenére, a decemberi zárószint 100 cm fölé emelkedett. Akkoriban az éves szabályozási cél 75 cm átlagvízszint tartása volt. Itt lehetne figyelembe venni a mai számításokban szereplő vízhasználat (Vk) hatását – ami az emberi vízkivételt veszi figyelembe –, de ez az akkori számításokban még nem szerepel, és mai értéke a Somlyódy-jelentés szerint is, csak 31 mm (ezért ettől a következőkben is eltekintek).

A 2010-es esztendő csapadékadatát, a tófelszínre vonatkozóan az interneten elérhető napi csapadékadatok

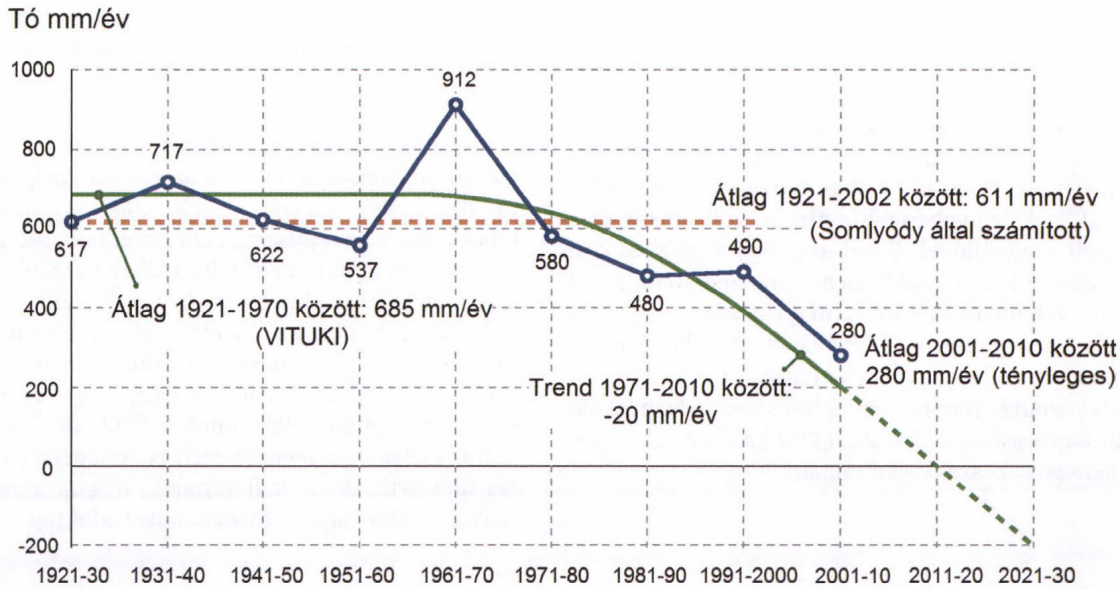
összesítésével állapítottam meg. A három Balaton-parti (Siófok, Balatonboglár, Keszthely) állomás adatainak átlagolása 873 mm-es eredményt adott, a minimum a tó középső részére adódott. Megállapítható, hogy ez az érték szinte megegyezik az 1965-ös adattal.

Mindezen csapadékadat azt valószínűsítené, hogy a továbbiakban az 1965-ös adatokhoz hasonlóakkal állunk szemben. A vízhozam (Vh) és ezen belül a leeresztés értéke azonban oly mértékben tér el a várttól, hogy ez már komolyabb elemzést igényel. Mindenesetre a kiadott hivatalos információk alapján 2010. március 4. és május 5. között mintegy 60 millió m^3, míg május 15. és december 31. között további 500 millió m^3 víz folyt le a Sión, ami tómilliméterre átszámítva adja a leeresztés (L) 930 mm körüli értékét. Ehhez hozzájön még a belső készletváltozás (Kv), mely a kezdő 88 cm-es és a záró 128 cm-es vízmérce állás különbsége, azaz 400 mm. Ezáltal a 2010. év vízhozama 1330 mm-re adódik, szemben az 1965-ös, szinte azonos tóra eső csapadékmennyiséget adó év, 2156 mm-es értékével szemben!

Ez a több mint 800 mm-es eltérés számos tényező kölcsönhatásából adódhat:

- A vízgyűjtő csapadékeloszlás szempontjából nem „konzervatív" módon működött.
- A párolgás értéke a várhatónál magasabb értékű volt.
- A csapadékos időszak hatása áthúzódott a következő évre.
- A vizsgált évek „klimatikus környezete" jelentősen eltér egymástól.

A Balaton felszínére általában a vízgyűjtőjére esőnél jelentősen kevesebb csapadék érkezik. Ennek oka részben a tó vízgyűjtőhöz viszonyított keleti (szárazabb klímájú) elhelyezkedése, északnyugati beáramlás esetén a Bakony „fön" hatása, lokális időjárási helyzet esetén a vízfelület depresszív (felhőoszlató) hatása, valamint az a nyilvánvaló tény, hogy a tó egy medence alján, alacsony tengerszint szerinti (103 m Btsz) magasságban helyezkedik el. Mindezek eredményezik, hogy hosszútávon, 1921-2003 között, a tó és a teljes vízgyűjtő csapadékaránya 617/684, valamint a konkrétan vizsgált 1965-ben 905/981 értékű volt. Ezek a „konzervatív" módon működő vízgyűjtőre jellemző hatások és arányok az elmúlt évben kevésbé érvényesülhettek, inkább a nagy áramlási rendszerek lehettek meghatározóak. Erre utal a met.hu „2010-es év rövid összefoglalója" c. tanulmányának (Kovács Tamás, Nagy Andrea, Konkolyné Bihari Zita) egyik megállapítása, mely szerint az Alpokaljától keletre (a Balaton vízgyűjtőjét érintően) átlag alatt maradt a csapadék, így a fenti arányok, bizonyára, a vízgyűjtő „kárára" módosulhattak. Mindennek, becslésem szerint, 300-400 mm körüli csökkentő hatása lehetett a hozzáfolyás (H) értékére és ezen keresztül a vízmérlegre.



1. ábra: A Balaton vízgyűjtő vízhozama (Vh) tízéves átlagok alapján 1921-2010 között

Bár hivatalos párolgási adatok még nem állnak rendelkezésemre, bizonyosnak tűnik, hogy a tavalyi adat legalább 100-150 mm-rel meghaladhatja az 1965-ös, 723 mm-es értéket. Erre utal, hogy az éves átlaghőmérséklet nem volt alacsonyabb az átlagosnál, júliusban szabályos száraz kánikula alakult ki, és az esztendő szeles jellegű volt. Ugyancsak figyelembe kell venni, hogy 1965-ben még nem volt Kis-Balatoni Tározó, viszont vízfelületének többletpárolgása van a korábbi száraz felszínnel szemben.

A 2010. év csapadékos jellege „szigetként" emelkedik ki a megelőző évek sorozatából és az idei év eleje óta tartó aszályból. Ezért célszerű megvizsgálni e csapadé-

kos időszak áthúzódó hatását is. 2011. év telén-tavaszán először február 17-ig történt 50 m^3/s-os leeresztés, ami mintegy 207 millió m^3 víz elengedését eredményezte, majd innen március 7-ig, 22 m^3/s mellett, mintegy további 20 millió m3 távozására került sor. Mindez a január 1-jei 128 cm-es kezdő vízállást zsilipzárásra 109 cm-re apasztotta. Bár ezután, áprilistól május elejéig még történt kismértékű leeresztés, de ez már nem kapcsolható szorosan a vizsgált időszakhoz. Ha e bő 14 hónap vízhozamát összesítjük, és 12 hónapra átszámítjuk, 1330 mm-t kapunk, ami azonos a 2010-es értékkel. Összességében megállapíthatjuk, hogy e 2010. január 1–2011 március 7-ig tartó időszak mintegy 1520 mm víztöbbletet biztosított, melyből a korábbi időszakokkal összehasonlítási alapot képező éves többlet változatlanul 1330 mm maradt.

A klimatikus környezet elemzése messze ható következtetések levonására késztető. Az *1.ábra* grafikonja 1921-től (a megbízható mérési eredmények kezdetétől) tízéves átlagok szerint ábrázolja a tó természetes vízkészletének (vízhozamának) változását. Az ábrából azonnal kitűnik, hogy az 1960-as évtized a Balaton újkori időszakának legnedvesebb évtizede volt, mélyrétegekig átázott vízgyűjtővel. Ezzel szemben a 2000-es évtized e sorban a legszárazabb, és a száraz mélyrétegek feltöltődése, véleményem szerint, magyarázza a még fennálló, közel 300 mm-es differenciát. Az ábrából azonban további fontos információk is leolvashatók:

- A vízháztartás romlása az 1970-es évtizedben kezdődött, egybeesően a klímaváltozás kezdetét ide helyező nemzetközi szakirodalommal
- A folyamat már 40 éve tart, és ez alatt az éves vízhozam az első 50 év 685 mm-es átlagáról szinte folyamatosan, mára 280 mm-re zuhant. Ez az érték 540- 550 mm/év körüli csapadékátlagot (CS) valószínűsít az 1970-ig tartó 50 év 633 mm/éves átlagával szemben.
- E szárazodó trend azt mutatja, hogy ha a folyamat nem változik, a vízhozam hosszútávú értéke a 2021-gyel kezdődő évtizedben, lefelé átlépi a 0 értéket, és innentől a tó elfogyásával kell számolnunk. A 0 Vh értékhez 520 mm/év csapadék (CS), 500 mm/év hozzáfolyás (H) és 1000 mm/év értéket meghaladó párolgás (P) tartozhat, főként az utóbbi száraz évek adatai alapján.

Összességében a 2010. év a Balaton újkori időszakának egyik legcsapadékosabb éve volt, amely bár vízhozamában – a fenti okok következtében –elmaradt az elvárhatótól, így is a kiemelkedő évek közé sorolható. Az elmúlt 90 év adatsorában a már elemzett 1965-ös 2156, az 1940-es 1700, az 1937-es 1650 és az 1966-os 1400 mm-es értékeket követően az ötödik. Ez a víztöbblet azonban csak a mostani évtized már-már rendkívül aggasztó, statisztikáját javította az említett, még elfogadható, 280 mm/év értékre. A 2000–2003-as száraz időszak hibás értékelése (egyszeri, nem ismétlődő, ezért nem kell semmit sem tenni) miatti felkészületlenségünk, technikai eszközeink hiánya következtében e többletvíz elengedésre került, és hiánya már az idei, valószínűleg ismét negatív vízhozamú, esztendőben érződik. Klimatikus környezetének elemzése azt valószínűsíti, hogy nedves szélsőségessége rendkívülibb, mint a 2000–2003-as időszak száraz szélsőségessége, és ezért ismétlődésére valószínűleg újra évtizedeket kell várnunk, míg az aszályos időszakok gyakorisága várhatóan növekedni fog.

KISLEXIKON

Folytatás a 102. oldalról

QNH: a repülésmeteorológiában használt, tengerszintre számított légnyomás. Ennek segítségével állapítható meg a repülőgép tengerszint feletti magassága, így például landoláskor a műszer a repülőtér tengerszint feletti magasságát mutatja. A meteorológiában és a repülés során használt tengerszintre átszámított légnyomás közötti különbség a kezdeti értékek megadásában rejlik (eltérő vertikális hőmérsékleti gradienssel és talajszinti hőmérséklettel számol) (Wantuch F, Csermely I: Budapest Ferihegy Nemzetközi Repülőtéren a 2. futópálya zajterhelésének alakulása)

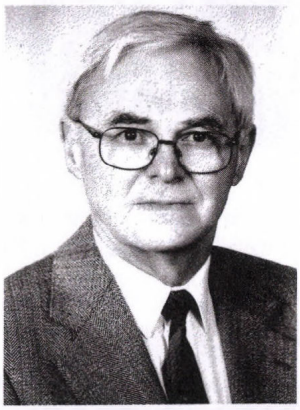
Porozitási index: a pórus eloszlást fejezi ki egy index-számérték formájában. A pórus eloszlás az egységnyi talajszelvényben előforduló különböző méretű szemcsék közti pórustér szemcseméret függő eloszlása. Az eloszlás függvény helyettesíthető egy mérésekből meghatározott skalárral, ez a porozitási index. (Breuer H, Laza B, Ács F, Rajkai M, Horváth Á, Weidinger T: A planetáris határréteg magasság és a talajtextúrák közötti kapcsolat vizsgálata)

Folytatás a 127. oldalon

METEOROLÓGIA AKADÉMIAI SZINTEN
(Interjú Dr. Major Györggyel 2011. decemberben)

METEOROLOGY ON ACADEMIC LEVEL
Interview with Dr. György Major in December 2011.

lejegyezte: Sáhó Ágnes
Országos Meteorológiai Szolgálat, 1024 Budapest, Kitaibel Pál u. 1.
saho.a@met.hu



Dr. Major György kutatóprofesszor, az Országos Meteorológiai Szolgálat nyugalmazott munkatársa, elsősorban meteorológiai sugárzástani, illetve műholdmeteorológiai tevékenységével vívott ki tiszteletet a szakmában. 2010. novemberben 75. születésnapja apropóján köszöntötték őt egykori kollégái, növendékei, tanítványai – határokon belül és távoli földrészről is. Megható volt hallani, olvasni, miként emlékeznek róla, a vele töltött időszakról, az általa átadott értékekről azok, akik tőle tanulták a szakmát és a kitartó munkát. Ő sokszor magát és beosztottait nem kímélve a maximum elérésére törekedett, ezeknek a gyümölcsét időnként csak később értékelték a beosztottai és közvetlen munkatársai. Most arra kértük Gyurkát, röviden foglalja össze szakmai pályafutását a Légkör folyóirat számára.

Általános iskolai és gimnáziumi tanulmányaimat Szekszárdon végeztem. Az Eötvös Lóránd Tudományegyetem Természettudományi Karának matematika-fizika szakára 1959-ben vettek fel. Egyetemi tanulmányaim első évében kezdtem meteorológiát is tanulni, így 1964-ben a tanári oklevéllel együtt meteorológusi oklevelet is szereztem.

Egyetemi szakdolgozatom az akkor induló műholdmeteorológiai témakörhöz tartozó feladatot dolgozott fel. Ennek ellenére 1964. augusztus 1-én az Országos Meteorológiai Intézet Agrometeorológiai Osztályán kezdtem meg munkásságomat. Ebben a témakörben a növény és az időjárás közötti kapcsolat matematikai formája érdekelt elsősorban.

1966 áprilisában az intézet Sugárzási Osztályára kerültem. Itt több mérési és statisztikai adatfeldolgozási feladat várt. Ezek megoldásainak eredményeként 1969-ben egyetemi doktori címet szereztem az ELTE-n. Disszertációm annak a műszernek a megtervezéséről és mérési adatok feldolgozási módszerének kifejlesztéséről szólt, amely a Nap körüli égbolton található intenzív szórt sugárzási kúpban méri meg a sugárzás irány szerinti eloszlását.

1969. december 1-én kezdtem meg egyéves ENSZ-ösztöndíjas tanulmányutamat. Feladatom a meteorológiai mesterséges holdak által mért sugárzási adatok hasznosítási módszereinek megismerése volt. Az ösztöndíj első felét a Szovjetunióban, második részét az Egyesült Államokban töltöttem. Mindkét országban a meteorológiai sugárzástan szakterület világhírű képviselői mellett dolgozhattam, így pályafutásom meghatározó eseménye volt ez az ösztöndíj. Nemcsak szakmai ismereteket, hanem kutatói magatartást és munkamódszert is tanultam.

1970-ben az Országos Meteorológiai Intézet átalakult: neve Országos Meteorológiai Szolgálattá vált, amely intézetekre bontva végezte munkáját.

1971. januártól az OMSZ Légkörfizikai Intézetében működő Sugárzási Osztály vezetője lettem. Arra törekedtem, hogy a munkatársaim az alaptevékenységet jelentő hazai mérések és adatgyűjtések mellett a szakterület elméletével is, ezen belül pedig főként a műholdas alkalmazásokkal foglalkozzanak. Az ösztöndíjas úton szerzett ismereteim eredményeként az osztályra kerülő fiatal szakemberek néhány év alatt nemzetközileg is számottevő kutatóvá váltak. Az első 10 év alatt mintegy 10 szakember kezdte mellettem a pályafutását. Későbbiekben a mellettem kezdők száma gyarapodott, emlékezetem szerint megközelíti a 30-at. Közülük jelenleg 7 az Egyesült Államokban dolgozik.

1975-ben védtem meg kandidátusi értekezésemet. Témája: a Föld-légkör rendszerhez érkező napsugárzásból mekkora részt nyel el közvetlenül a felszín és mekkorát a légkör. Akkoriban ez volt ebben a témában a legtöbb mért adatot felhasználó vizsgálat.

1976-ban kineveztek a Légkörfizikai Intézet igazgatóhelyettesévé, öt és fél évig végeztem ezt a munkát. Feladataim közé került a meteorológiai műholdas kutatások koordinálása. Erőfeszítéseket tettem annak érdekében, hogy a meteorológiai mesterséges holdakról érkező analóg adásokat digitalizáljuk, archiváljuk, illetve számítógéppel feldolgozzuk. Az akkori számítástechnikai körülményekhez képest elég jó eredményeket értünk el. Pl. akkor indult meg a televízióban a felhőképek rendszeres bemutatása.

A hetvenes években eljutottam néhány nagy nemzetközi tudományos szimpóziumra. Az ott bemutatott előadásaim és a külföldi folyóiratokban megjelent cikkeim hatására 1979-ben az International Associationon of Meteorology and Atmospheric Physics Sugárzási Bizottsága tagjává választott.

1980-ban készült az akadémiai doktori értekezésem. Ennek témája *a napsugárzásmérő műszerek hitelesítésekor fellépő cirkumszoláris hiba kiküszöbölése* volt, ugyanis rendszeresen vettem részt nemzetközi sugárzásmérő hitelesítési rendezvényeken, sőt idehaza is több összehasonlításra került sor. Ezen alkalmakból tartott előadásaim ebben a szakmai körben tettek jól ismertté a világban. Ennek következtében 1984 és 1990 között tagja voltam a Meteorológiai Világszervezet Comission for Instruments and Methods of Observations sugárzási munkacsoportjának.

Az 1980-as évtized a világban a napenergia hasznosításának eddig nem látott fellendülését hozta magával. Magyarországon is volt egy program, amelyet az OMFB és az EVM finanszírozott. Munkatársaimmal ennek keretében végeztük el 1981-85 között a hazai napenergia hasznosításhoz szükséges meteorológiai megalapozást. Az ENSZ energia témájú, 1982-ben tartott konferenciájára a Meteorológiai Világszervezet a felszínen elérhető napsugárzási energia világtérképeit készíttette el. A munkát mi végeztük.

A nyolcvanas évtized második felében a napenergia hasznosítók, valamint épület-tervezők és üzemeltetők számára úgynevezett tipikus meteorológiai évet szerkesztettünk OTKA témaként, amely nemcsak az átlagos értékeket, hanem az átlagok körüli várható változékonyságot is reprezentálja. Ugyancsak ebben az öt évben készültünk fel, egy OMFB megbízás keretében a meteorológiai műholdakról jövő digitális információ hazai hasznosítására.

Milyen pozíciókat töltött be a különböző hazai és nemzetközi szervezetekben?

A Magyar Asztronautikai Társaság főtitkára voltam 1985 és 1993 között, majd elnöke 1997-től 2000-ig.

A Magyar Meteorológiai Társaságnak a főtitkára 1994-től, s ezt követően, 2006-tól ennek elnöke 2010-ig.

Ezen kívül az ICSU/IUGG/IAMAS/International Radiation Commission tagja 1979-1987, majd 1996-2004 között. (Ebbe a bizottságba azokat választják a már bent lévő tagok 4-4 évre, akik a meteorológiai sugárzástan tudományos részével foglalkoznak, mint ilyen, a legmagasabb létező fórum ebben a szakmában.)

A 90-es évtizedben kezdődött meg a meteorológiai műholdak adásainak hazai digitális vétele és feldolgozása. Ennek technikai feltételei igen nehezen alakultak ki, és a számítástechnikai kapcsolati oldal ma is fejlődik. Fiatal munkatársaim az eredményeiket számos nemzetközi rendezvényen mutatják be sikerrel.

2000. májusi nyugdíjba vonulása óta milyen szakmai feladatokat végzett?

Az OMSZ elnökei megtiszteltek azzal, hogy felkértek az OMSZ Tudományos Tanácsa elnöki teendőnek folytatására, így ezt 2010-ig végeztem. Az MMT-vel kapcsolatos feladatokat is igyekeztem elfogadhatóan elvégezni. Természetesen a korábban megfogamzott, de világra nem hozott szakmai munkákat is igyekezetem egyenként közlésre alkalmas állapotra hozni akár írásban, akár előadásban. Mostanra talán a végére jutottam, de soha nem lehet tudni, mi kezdi el belülről piszkálni az embert.

Gazdag szakirodalmi tevékenység jellemzi. Mit tudhatunk erről?

Az általam összegyűjtött sugárzástani és műholdas szakirodalom javát, valamint a saját munkáimat az OMSZ Könyvtár részére összerendeztem és katalogizáltam 2007-tel bezárólag. Az anyag a Könyvtár Gilice téren lévő szekrényeiben található. A CD-re írt katalógusok megtekinthetők a Könyvtár központi épületben lévő részlegénél is és a Gilice téren lévő szekrényekben is (ahol a Valkó Pétertől kapott anyag és annak egyszerűbb katalógusa is van).

1993-ban a Magyar Tudományos Akadémia megtisztelt azzal, hogy a Földtudományi Osztály levelező tagjává, majd 1998-ban rendes tagjává választott.

Az egyetemi oktatásban 1972 és 1990 között vettem részt az ELTE Meteorológiai Tanszéken. A meteorológiai sugárzástanról szóló tananyagomat Bencze Pállal és Mészáros Ernővel közösen írt könyvben jelentettem meg. A sugárzásmérési műszeres tapasztalataimat és tudásomat egyetemi jegyzetben foglaltam össze.

Megkérdezhetjük, dolgozik-e még mostanában is?

Évek óta azt gondolom, hogy most már nem jön elő semmi szakmai „csinálni való", de eddig még mindig megjelent valami a múltból vagy akár a jelenből, amin dolgozni kellett…

2011 NYARÁNAK IDŐJÁRÁSA

WEATHER OF SUMMER 2011

Móring Andrea
Országos Meteorológiai Szolgálat, 1525 Budapest, Pf. 38.
moring.a@met.hu

Az elmúlt nyár a szokásosnál melegebb volt. A hónapok között volt a sokéves átlagnál jóval szárazabb és jóval csapadékosabb is, összességében azonban egy átlagos csapadékú nyártól búcsúzunk.

Június. Hazánk egész területén melegebbnek bizonyult az idei június, az ország nagy részén a havi átlaghőmérséklet meghaladta a 20 °C-ot. Az országos átlagban vett napi középhőmérséklet erősen ingadozott a sokéves átlag körül. A legintenzívebb lehűlés 18-áról 19-ére következett be, amikor a hazánk fölött átvonuló hideg front hatására mintegy 8 °C-kal esett vissza a hőmérséklet. 3 nappal később tapasztaltuk a hónap legmelegebb napját, ekkor a középhőmérséklet országos átlaga 24 °C fölötti volt.

Nyári napból 21-et számláltunk a hónapban országos átlagban, ami 6-tal több a szokásosnál, és a jellemző 3 helyett 4 hőség napot tapasztaltunk.

A hónap során mért legmagasabb hőmérséklet:
34,4 °C *Túrkeve (Jász-Nagykun-Szolnok megye,) június 22.*
A hónap során mért legalacsonyabb hőmérséklet:
3,4 °C *Zabar (Nógrád megye), június 26.*

A csapadék területi eloszlása nagy változatosságot mutatott. A legszárazabb a Balaton környéke, illetve a délkeleti országrész volt. A csapadékban szegény vidékeken nagy területen a szokásos havi mennyiség fele sem hullott le, helyenként még a negyedét sem regisztráltuk. A bőséges csapadékú régiókban (pl. Borsod-Abaúj-Zemplén megye területe) viszont a csapadékösszeg az átlagérték kétszeresét is megközelítette.

Eső országos átlagban 13 napon esett, ami kettővel több a sokéves átlagnál. A nyári szezon intenzív zivatartevékenységére utal a 8 zivataros nap, ami a szokásosnak éppen a kétszerese.

A hónap legnagyobb csapadékösszege:
174,5 mm *Jakabszállás (Bács-Kiskun megye)*
A hónap legkisebb csapadékösszege:
13,4 mm *Mernye (Somogy megye)*
24 óra alatt lehullott maximális csapadék:
94,0 mm *Sajószentpéter (Borsod-Abaúj-Zemplén megye), június 9*

Július. Az ország nagy részén 20 °C-nál magasabb középhőmérséklet uralkodott, és az értékek nem sokkal tértek el a sokéves átlagtól, a különbség többnyire -0,5 - +0,5 °C körül alakult. A hónap elején az átlagosnál hűvösebb időjárás volt jellemző, majd július 2-ától 10-éig mintegy 14 °C-ot emelkedett az országos átlagban vett napi középhőmérséklet. A kánikula idején három alkalommal is megdőlt a napi melegrekord, 9-én Pécsett 37,9 °C-ot, 10-én Túrkevén 39,1 °C-ot, 14-én Pakson 37,9 °C-ot mértünk. Egészen 19-éig melegebb volt a szokásosnál, majd ezután egy intenzívebb lehűlést követően a hőmérséklet az átlag alá süllyedt, és a hónap végéig alatta is maradt.

Míg nyári napból kevesebbet számoltunk (16-ot a szokásos 21 helyett), forró napból többet (összesen 10-et a 8 helyett), és az átlagtól eltérően idén hőségnapunk is volt júliusban, méghozzá összesen 2 darab.

A hónap során mért legmagasabb hőmérséklet:
39,1 °C *Túrkeve (Jász-Nagykun-Szolnok megye), július 10.*
A hónap során mért legalacsonyabb hőmérséklet:
4,6 °C *Kékestető (Heves megye), július 2.*

Hazánk nagy részén több csapadék hullott a szokásosnál, ez alól kivételt csupán a Dunántúl nyugati része és az Alföld déli határa jelentett. Követve a csapadék eloszlását, a szokásostól mért legnagyobb eltérések a legcsapadékosabb területeken rajzolódtak ki. Míg a Dunántúlon a 100 mm fölötti összegek 2-3-szoros mennyiséget képviseltek, a Tiszántúlon a helyenként 180 mm-t is meghaladó csapadékhozamok a szokásos érték 4-szeresét is megközelítették. 19-én, 20-án, 28-án és 29-én az országos átlagban vett csapadékösszeg a 10 mm-t is meghaladta. Mind a négy napon kaptunk jelentést 40 mm-t megközelítő vagy azt meghaladó csapadékösszegről.

Országos átlagban 15 napon esett eső, mely 6-tal több a sokéves átlagnál, emellett a zivatartevékenység is intenzívebb volt a szokásosnál, 4 helyett jellemzően 6 napon észleltünk légköri elektromos tevékenységet.

A hónap legnagyobb csapadékösszege:
232,6 mm *Földes (Hajdú-Bihar megye)*
A hónap legkisebb csapadékösszege:
36,2 mm *Szeged külterület (Csongrád megye)*
24 óra alatt lehullott maximális csapadék:
112,6 mm *Földes (Hajdú-Bihar megye), július 29.*

Augusztus. A középhőmérséklet ebben a hónapban javarészt 21 és 24 °C között alakult hazánkban, ennél alacsonyabb hőmérséklet az ország északi részében, illetve az Alpokalján volt csak jellemző. Országszerte melegebb volt az idei augusztus, a sokéves átlaghoz képest a különbség mindenütt meghaladta a +0,5 °C-ot. Míg a hónap első felében országos átlagban a szokásosnál hidegebb, a második felében a szokásosnál melegebb napokat tapasztalhattunk. A leghűvösebb nap a 11-e volt, amikor az

e napra jellemző minimumhőmérsékleti rekord alá, 5,1 °C-ra süllyedt a hőmérséklet Nagykanizsán. A kánikula időszakában kétszer is megdőlt a maximumhőmérséklet napi rekordja, 24-én Bugacon 39,1 °C-ot, 25-én Baja Csávoly állomásunkon 39,2 °C-ot is mutatott a hőmérő.

A szokásosnál forróbb nyárra utalnak a hőmérsékleti küszöbnapok is. A szokásos 20 helyett 25 nyári napot, a szokásos 8 helyett 11 forró napot és a szokásos 1 helyett két hőségnapot tapasztaltunk.

A hónap során mért legmagasabb hőmérséklet:

39,2 °C *Baja Csávoly (Bács-Kiskun megye), augusztus 25.*

A hónap során mért legalacsonyabb hőmérséklet:

5,1 °C *Nagykanizsa (Zala megye), augusztus 11.*

A csapadék területi eloszlása meglehetősen szélsőséges volt ebben a hónapban, és ennek megfelelően széles határok között mozgott a havi csapadéknak a sokéves átlaghoz viszonyított aránya is. Összességében azonban egy az átlagnál szárazabb hónapot zártunk. A Duna-Tisza közében a csapadékösszegek a szokásos mennyiség 25%-át sem érték el, míg az északnyugati országrészben az ország többi részét jelentősen elhagyva, másfélszeres, kétszeres mennyiségek is megjelentek. Országos átlagban jelentősebb mennyiségű csapadék 4-én hullott. Ekkor a nagy mennyiségű csapadék a Dunántúl nyugati felét érintette, Villány állomásunkon a napi csapadékösszeg rekordja is megdőlt, 114,4 mm-rel.

Csapadékos napunk országos átlagban mindössze 5 volt, 3-mal kevesebb a sokéves átlagnál.

A hónap legnagyobb csapadékösszege:

136,5 mm *Lövő (Győr-Moson-Sopron megye)*

A hónap legkisebb csapadékösszege:

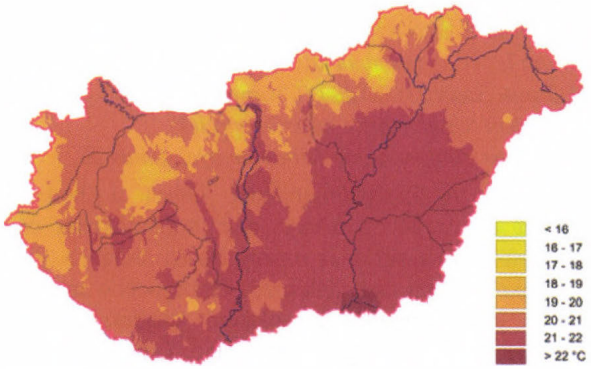
0,0 mm *Magyarcsanád Bökény (Csongrád megye)*

24 óra alatt lehullott maximális csapadék:

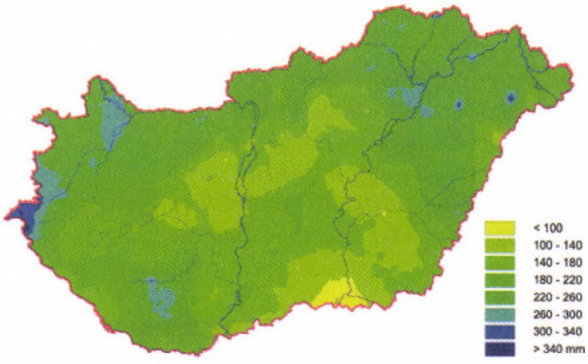
114,4 mm *Villány (Baranya megye), augusztus 4.*

1. táblázat: 2011. nyár időjárási adatainak összesítője

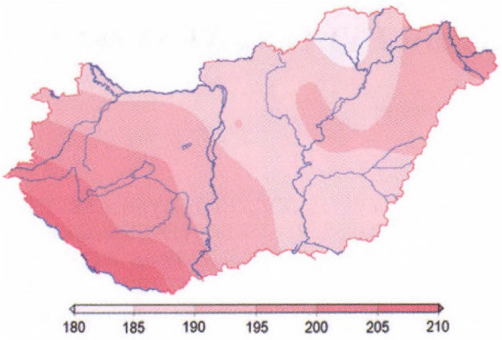
Állomás	Napsütés (óra)		Hőmérséklet (°C)						Csapadék (mm)			Szél
	Évsz. össz.	Eltérés	Évsz. közép	Eltérés	Max.	Napja	Min.	Napja	Évsz. össz.	Átlag %-ban	1mm < napok	Viharos napok
Szombathely	795	77	20.0	1.6	35.3	2011.07.09	7.4	2011.08.11	287	126	28	8
Nagykanizsa	-	-	20.2	1.4	36.6	2011.08.24	5.1	2011.08.11	190	78	22	4
Siófok	871	57	21.9	1.7	36.6	2011.07.14	11.9	2011.07.03	122	64	18	22
Pécs	889	70	21.6	1.8	36.3	2011.07.10	9.4	2011.07.03	197	95	22	11
Budapest	863	86	21.4	1.3	38.0	2011.08.25	8.5	2011.08.11	165	99	22	6
Miskolc	802	87	20.6	1.6	34.7	2011.07.10	9.4	2011.07.03	244	117	28	7
Kékestető	734	-17	15.6	1.5	27.7	2011.07.10	4.6	2011.07.02	191	72	31	15
Szolnok	849	46	22.0	2.0	36.9	2011.08.25	9.6	2011.07.02	151	88	23	-
Szeged	920	112	21.8	1.7	38.3	2011.08.25	7.2	2011.07.02	60	33	17	3
Nyíregyháza	-	-	20.8	1.4	35.6	2011.07.10	9.4	2011.07.02	161	84	25	14
Debrecen	881	87	21.1	1.6	35.5	2011.07.10	9.3	2011.06.20	221	108	21	8
Békéscsaba	928	116	21.6	1.8	37.2	2011.07.10	7.3	2011.07.03	168	87	20	5



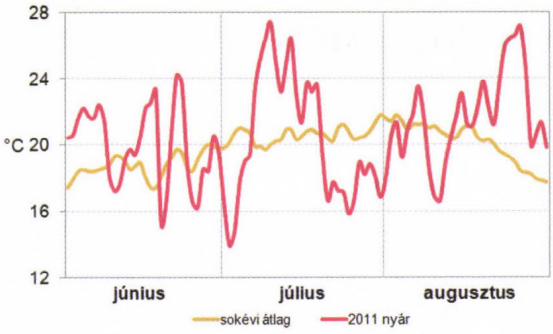
1. ábra: A nyár középhőmérséklete (°C)



2. ábra: A nyár csapadékösszege (mm)



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



4. ábra: A nyár napi középhőmérsékletei és a sokéves átlag (°C)

Helyreigazítás

A 2011. 1. számban a 2010/11-es tél időjárásainak összesítője helyett tévesen a 2009/10-es tél összesítőt közöltük. Köszönjük az észrevételt Fövényi Attilának

2. táblázat: 2010/11. tél időjárási adatainak összesítője

	Napsütés (óra)		Hőmérséklet (°C)						Csapadék (mm)			Szél
Állomás	Évsz. össz.	Eltérés	Évsz. közép	Eltérés	Max.	Napja	Min.	Napja	Évsz. össz.	Átlag %-ban	1mm < napok	Viharos napok
Szombathely	223	20	-0.8	-0.3	15.3	2011.02.07	-16.1	2010.12.18	56	66	14	4
Nagykanizsa	-	-	-0.1	-0.1	16.9	2010.12.08	-20.6	2010.12.19	58	45	10	1
Siófok	220	19	-0.4	-0.6	16.3	2010.12.08	-16	2010.12.19	44	38	10	8
Pécs	208	-11	0.2	0.0	15.9	2010.12.24	-12.7	2010.12.19	86	74	19	6
Budapest	191	4	-0.6	-0.5	15	2011.02.07	-14.6	2010.12.19	61	59	18	5
Miskolc	158	12	-2.3	-0.7	10.9	2010.12.09	-15.1	2010.12.19	121	133	23	3
Kékestető	213	-48	-4.0	-0.3	9.3	2011.02.07	-14.7	2010.12.17	136	84	29	30
Szolnok	153	-43	-0.3	-0.2	14.6	2011.02.07	-17.2	2010.12.28	97	104	22	-
Szeged	181	-18	-0.2	-0.1	14.5	2010.12.23	-15.4	2010.12.19	95	102	21	4
Nyíregyháza	-	-	-1.8	-0.5	13.2	2010.12.09	-14.3	2010.12.16	124	136	20	9
Debrecen	163	-19	-1.2	-0.3	12.8	2010.12.08	-15.2	2010.12.19	127	115	20	2
Békéscsaba	167	-28	-0.6	-0.1	14.3	2010.12.24	-14.3	2011.01.05	123	106	22	2

KISLEXIKON

Folytatás a 122. oldalról

Dobson-egység: ha egy adott alapterületű légoszlopból a teljes ózonmennyiséget a felszínen egyenletesen eloszlatnánk, akkor 1 bar nyomáson és 0 Celsius fok hőmérsékleten 1 DU ózon 0,01 mm vastagságú réteget képezne. A légkör átlagos ózontartalma 300 DU, ami 3 mm vastagságú ózonrétegnek felel meg a talajon (Haszpra L: Az ózonlyuk jelenség)

Heterogén kémiai reakció: olyan kémiai folyamat, amely során a kémiai átalakulás két fázis határán, vagyis egy határfelületen zajlik. Többlépéses sorozatos reakciónak tekinthető, amelynek során a reagáló anyagok konvekció vagy diffúzió útján a határfelületre jutnak, ahol végbemegy a kémiai reakció. Az így keletkezett reakciótermékek pedig eltávoznak valamely fázis felé (általában a folyadékfázis irányába) (Haszpra L: Az ózonlyuk jelenség)

KÖZHASZNÚSÁGI JELENTÉS A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG 2010. ÉVI TEVÉKENYSÉGÉRŐL

Folytatás a 119. oldalról

6. Számviteli beszámoló

KETTŐS KÖNYVVITELT VEZETŐ EGYÉB SZERVEZETEK KÖZHASZNÚ EGYSZERŰSÍTETT ÉVES BESZÁMOLÓJÁNAK MÉRLEGE **2010. ÉV**

A beszámolót Pusztainé H. Magdolna bejegyzett mérlegképes könyvelő készítette. Nyílvántartási száma: PM 168451
A mérleg könyvvizsgálattal nincs alátámasztva.

adatok E Ft-ban

	A tétel megnevezése	Előző év	Tárgyév
1.	**A. Befektetett eszközök**	**69**	**32**
2.	I. IMMATERIÁLIS JAVAK	36	32
3.	II. TÁRGYI ESZKÖZÖK	33	0
4.	III. BEFEKTETETT PÉNZÜGYI ESZKÖZÖK	0	0
5.	IV. BEFEKTETETT ESZKÖZÖK ÉRTÉKHELYESBÍTÉSE	0	0
6.	**B. Forgóeszközök**	**4.677**	**3.599**
7.	I. KÉSZLETEK	0	0
8.	II. KÖVETELÉSEK	1.104	32
9.	III. ÉRTÉKPAPÍROK	3.149	2.620
10	IV. PÉNZESZKÖZÖK	424	947
11	**C. Aktív időbeli elhatárolások**	**364**	**45**
12	**ESZKÖZÖK (AKTÍVÁK) ÖSSZESEN**	**5.110**	**3.676**
13	**D. Saját tőke**	**2.563**	**1.174**
14	I. INDULÓ TŐKE/JEGYZETT TŐKE	1.042	1.042
15	II. TŐKEVÁLTOZÁS/EREDMÉNY	2.982	1.521
16	III. LEKÖTÖTT TARTALÉK	0	0
17	IV ÉRTÉKELÉSI TARTALÉK	0	0
18	V. TÁRGYÉVI EREDMÉNY ALAPTEVÉKENYSÉGBŐL (KÖZHASZNÚ TEVÉKENYSÉGBŐL)	-1.461	-1.389
19	VI. TÁRGYÉVI EREDMÉNY VÁLLALKOZÁSI TEVÉKENYSÉGBŐL	0	0
20	**C. Céltartalék**	**0**	**0**
21	**F. Kötelezettségek**	**1.835**	**2.402**
22	I. HOSSZÚ LEJÁRATÚ KÖTELEZETTSÉGEK	1.311	1.250
23	II. RÖVID LEJÁRATÚ KÖTELEZETTSÉGEK	524	1.152
24	**G. Passzív időbeli elhatárolások**	**712**	**100**
25	**FORRÁSOK (PASSZÍVÁK) ÖSSZESEN**	**5.110**	**3.676**

Tájékoztató adatok (E Ft-ban)

MEGNEVEZÉS	ÖSSZEG
A. Személyi jellegű ráfordítások	**2.693**
1. Bérköltség	1.873
ebből: - megbízási díjak	0
- tiszteletdíjak	0
2. Személyi jellegű egyéb kifizetések	306
3. Bérjárulékok	514
B. A szervezet által nyújtott támogatások	**0**
ebből: A korm.rend. 16.§(5) bekezdése szerint kötelezettségként elszámolt és továbbutalt, illetve átadott támogatás	0

KETTŐS KÖNYVVITELT VEZETŐ EGYÉB SZERVEZETEK KÖZHASZNÚ EGYSZERŰSÍTETT ÉVES BESZÁMOLÓJÁNAK EREDMÉNYKIMUTATÁSA **2010 ÉV**

adatok E Ft-ban

	A tétel megnevezése	Előző év	Tárgyév
1.	**A. Összes közhasznú tevékenység bevétele**	**5.920**	**3.791**
2.	1. Közhasznú célra, működésre kapott támogatás	1.206	98
3.	a) alapítótól	-	-
4.	b) központi költségvetésből	-	-
5.	c) helyi önkormányzattól	-	-
6.	d) egyéb, ebből 1% 98	1.206	98
7.	2. Pályázati úton elnyert támogatás	624	334
8..	3. Közhasznú tevékenységből származó bevétel	1.468	1.059
9.	4. Tagdíjból származó bevétel (egyéni és jogi)	2.001	2.229
10.	5. Egyéb bevételek	621	71
11.	**B. Vállalkozási tevékenység bevétele**	**0**	**0**
12.	**C. Összes bevétel**	**5.920**	**3.791**
13.	**D. Közhasznú tevékenység ek ráfordításai**	**7.381**	**5.180**
14.	1. Anyagjellegű ráfordítások	120	18
15.	2. Személyi jellegű ráfordítások	4.370	2.693
16.	3. Értékcsökkenési leírás	100	46
17.	4. Egyéb ráfordítások	2.696	2.338
18.	5. Pénzügyi műveletek ráfordításai	95	85
19.	6. Rendkívüli ráfordítások	0	0
20.	**E. Vállalkozási tevékenység ráfordításai**	**0**	**0**
21.	1. Anyagjellegű ráfordítások	-	-
22.	2. Személyi jellegű ráfordítások	-	-
23.	3. Értékcsökkenési leírás	-	-
24.	4. Egyéb ráfordítások	-	-
25.	5. Pénzügyi műveletek ráfordításai	-	-
26.	6. Rendkívüli ráfordítások	-	-
27.	**F. Összes ráfordítás**	**7.381**	**5.180**
28.	**G. Adózás előtti eredmény**	**-1.461**	**-1.389**
29.	**H. Adófizetési kötelezettség**	**0**	**0**
30.	**I. Tárgyévi vállalkozási eredmény**	**0**	**0**
31.	**J. Tárgyévi közhasznú eredmény**	**-1.461**	**-1.389**

Információ a mérleg adatokhoz:

Időbeli elhatárolások:

- Aktív időbeli elhatárolás 45 e
- Kincstárjegyek időarányos kamata 45e
- Passzív időbeli elhatárolás 100e
- December havi könyvelési díj; januárban lett kiszámlázva 34e
  NCA fel nem használt része 66e

Követelések vevők: 24e

Kötelezettségek 2.402 e

- Hosszú lejáratú kötelezettség 1.250e Róna alapítvány
- Rövid lejáratú kötelezettség 1.152e

Szállítók 871e
ÁFA 9e
SzJA, TB decemberi bér 212e
Róna díj (jan-ban átutalva) 60e

7. Az Ellenőrző Bizottság jelentése

Az Ellenőrző Bizottság folyamatosan figyelemmel kísérte a Magyar Meteorológiai Társaság tevékenységét. Megállapítható, hogy a Társaság az Alapszabályban lefektetett célok érdekében működik. Jelentősen hozzájárul a meteorológia iránt érdeklődő főként szakmai közösség életben tartásához, fejlesztéséhez. Szűkebb szakterületekhez illetve területi egységekhez kapcsolódóan szakosztályokat és területi csoportokat működtet. A szakosztályok tudományos üléseket illetve ankétokat szerveznek. Kiemelkedő volt 2010-ben az Agro- és biometeorológiai Szakosztály tevékenysége, melynek szervezésében 5 alkalommal összesen 21 előadás került megtartásra. A területi csoportok közül a szombathelyi csoport aktivitása a legnagyobb, mely csoport tevékenységét nemcsak a szűkebb értelemben vett meteorológia, hanem a társtudomány földrajz területén is kifejti.

Kiadások:	***2009 tény***	***2010 terv***	***2010 tény***	***2011 terv***	***Megjegyzés***
Működés					
anyag ktg. , irodaszer	110*	100	18	40	*ebből 108e érem és tok
Posta,telefon	302	350	249	440	
pénzügyi, számviteli szolg.	410	410	408	408	
egyéb szolg.ktg.,internet	125	120	88	0	
belf.kiküld.	36	30	0	0	
bér	2.029	2.040	1.873	2.040	
megbízási díj	380	0	0	0	
bérjárulékok	679	594	514	550	
könyvutalványok, díjak	30	55	0	0	
Éghajlati pályázati díjai	1.000	0	0	0	
repi	29	50	81	20	
étk. ktg.tér.	120	120	96	0	
BKV bérlet	90	0	0	0	
ÉCS	100	60	46	30	
MTESZ tagdij m^2	784	800	746	0	
bank ktg.	95	100	85	80	
egyebek	109*	146	133	0	
EMS tagdij	115	120	118	120	
nem visszaig ÁFA	229	250	289	150	
Összes működési ktg.	*6.772*	*5.345*	*4.744*	*3.878*	
Rendezvényi kiadások	*609*	*700*	*436*	*0*	
Összes kiadás	**7.381**	**6.045**	**5.180**	**3.878**	
Működési eredmény:	***-1.735***	***-1.375***	***-1.886***	***-1.282***	
Rendezvényi eredmény:	***+ 274***	***+50***	***+497***	***0***	
Tárgyévi összeredmény:	***-1.461***	***-1.325***	***-1.389***	***-1.282***	

2010-ben egyedül a Repülésmeteorológiai Szakosztály nem mutatott aktivitást.

A Társaság által megjelentetett Légkör című folyóirat főszerkesztője és szerkesztőbizottsága is megújult 2010-ben. A szakmai

Bevételek:	***2009 tény***	***2010 terv***	***2010 tény***	***2011 terv***	***Meg-jegyzés***
Működés:					
Egyéni tagdij	631	1.000	929	1.000	
Jogi tagdij	1.370	1.400	1.300	800	
SZJA 1%	(254) 76	300	(326) 98*	300	*228e vándorgyűlésre
MTESZ támogatás	0	0	0	0	
NCA tám. működésre	500	500	334*	466	*66e eltéve 2011-re
Mecenatura tám. tagdijra	124	120	0	0	
Kamat	266	150	64	30	
Éghajlati pályázat	1.000	-	-	-	
Egyéb KH bevétel	1.070	500	133	-	
Működés összesen:	*5.037*	*3.970*	*2.858*	*2.596*	
Rendezvény	*883*	*750*	*933**	*0*	**ebből 406e SZJA 1%*
Összes bevétel:	**5.920**	**4.720**	**3.791**	**2.596**	

cikkekkel szemben támasztott új követelmények (angol nyelvű összefoglaló, kulcsszavak) a folyóirat lektorált, referálható folyóirattá vált, mely a megjelentetett publikációk értékét növeli.

Meg kell említeni az MMT honlapjának megújulását. Jól szerkesztett és karban tartott honlap található a www.mettars.hu címen.

A 2010-ben Egerben megrendezett XXXIII. Vándorgyűlés sikeres rendezvény volt, jelentősen hozzájárult a szakmai közösség fejlesztéséhez.

A Társaság gazdasági tevékenységét az Ellenőrző Bizottság 2011. április 14-i ülésén vizsgálta a már gazdaságilag lezárt adatok alapján. Megállapításai az alábbiak voltak:

A taglétszám 2009. december 31-én 550 fő volt, 2010-ben belépett 120 fő és kilépett, illetve törölve lett 103 fő nemfizetés miatt. Végeredményként a jelenlegi létszám 567 fő. Az elmúlt évben a tagdíjfizetési morál enyhén romlott: 8 főnek kétévi, 78 főnek egyévi elmaradása volt. Ennek ellenére az egyéni tagdíjakból származó bevétel 300 ezer Forinttal nőtt a tagdíjemelés miatt.

Az összes bevétel több mint 2 millió Forinttal csökkent, ennek ellenére a Vándorgyűlés bevételének köszönhetően a hiány kevesebb lett, mint 2009-ben, bár most is jelentős (1.389.000 Ft).

A működési kiadások jelentősen csökkentek (2 millió Ft) a takarékossági intézkedések eredményeképpen. **Az MMT működőképessége a jelenlegi gazdálkodás mellett nem tartható fent a teljes évben, ezért az EB sürgős változtatásokat javasol.**

Az EB a könyvelési bizonylatokat és a leltári nyilvántartást rendben levőnek találta. A fentiek alapján az Ellenőrző Bizottság javasolja a Közgyűlésnek az elnöki beszámoló elfogadását.

8. A Magyar Meteorológiai Társaság 2010. évi gazdálkodását bemutató táblázat és a 2011. évi költségvetése

MMT vagyon kimutatása 2009 dec.31.-én :

Kincstárjegyben	3.148.753 Ft, ebből	1.140.000 Ft Róna alapítvány
Bankszámlán	401.862 Ft, ebből	106.613 Ft Róna alapítvány
Pénztárban	22.659 Ft	
Összesen:	**3.573.274 Ft, ebből**	**1.246.613 Ft Róna alapítvány**

MMT vagyon kimutatása 2010 dec.31.-én:

Kincstárjegyben	2.620.281 Ft, ebből	1.118.734 Ft Róna alapítvány
Bankszámlán	831.680 Ft, ebből	104.692 Ft Róna alapítvány
Pénztárban	14.911 Ft	
Összesen:	**3.466.872 Ft, ebből**	**1.223.426 Ft Róna alapítvány**

9. Jelen közhasznúsági jelentést az MMT 2011. május 12.-i Közgyűlése elfogadta.

Dr. Dunkel Zoltán sk.
elnök

REFLEXIÓ KOPPÁNY GYÖRGY: „KÉRDŐJELEK KLÍMAÜGYBEN" CÍMŰ ÍRÁSÁVAL KAPCSOLATBAN

(*LÉGKÖR* **56** (2), 73-75, 2011)

REFLECTION ON ARTICLE OF GYÖRGY KOPPÁNY: „QUESTIONS CONCERNING CLIMATE AFFAIRS"

(APPEARED IN LÉGKÖR 56 (2), 73-75, 2011)

Horváth László

Országos Meteorológiai Szolgálat, H-1181 Budapest, Gilice tér 39, *horvath.l@met.hu*

Koppány György nem tartozik a klímaszkeptikusok közé. Cikkét olvasva, olybá tűnik, mintha az előre jelzett globális felmelegedést már-már készpénznek venné és talán pozitív hatásúnak is gondolná (l. *„...miért kell féltenünk az élővilágot az éghajlat melegedésétől?* [sic!]_*Egy esetleges lehűlés sokkal több kárt okozna az élővilágnak!*").

A cikkben feltett 8 kérdésére nem válaszolnék, viszont néhány alapvető – nem csak a szakmában, hanem a köztudatban is ismert - tényt fel szeretnék vázolni.

Tény, hogy a Föld légkörének szén-dioxid tartalma (pontosabban összes üvegház tartalma) egyes korokban jóval magasabb volt, mint manapság. A földi bioszféra is ehhez alkalmazkodott, tulajdonképpen a földtörténet során úgynevezett „kvázistacionárius" állapotok sorozatai alakultak ki. Ez nem azt jelenti, hogy nem volt változás (pl. az üvegházgázok koncentrációjában) hanem azt, hogy a bioszféra alkalmazkodási képessége és a változások sebessége olyan arányú volt, hogy a Föld élővilága kényelmesen adaptálta még a nagy a változásokat is. Volt rá ideje. Az ökológiai egyensúlyt viszont hirtelen változásokkal nagyon könnyű felborítani. A paleo-légkör üvegházgáz tartalmának jelentősebb változása évmilliós nagyságrendű időskálán zajlott le, a manapság tapasztalható ÜHG-koncentráció emelkedése – és a feltételezhetően ennek rovására írható változás a szárazföld-óceán-légkör sugárzás-egyenlegében – százéves nagyságrendű időskálán változik (4 nagyságrend különbség!). Én is hadd kérdezzek egyet, Koppány György el tudja-e képzelni, hogy egy nagyjából 4-5 emberöltőnyi idő alatt hogyan alkalmazkodnak a változásokhoz a hosszú élettartamú magasabb rendű fajok?

Az, hogy az üvegházhatás növekedésének káros hatása (csak) az éghajlat globális melegedésével jár, mára már elavult nézet. Ismeretterjesztő előadásokban is hangsúlyozzák ennek helytelenségét. Hiszen szerző is jól tudja, hogy a légkört is magában foglaló hármas rendszerben (szárazföld-óceán-légkör) nem egyenletesen oszlik el a többletenergia-bevétel, más a helyzet a sarkvidékeken, más az egyenlítő környékén, más a helyzet a troposzférában, más a sztratoszférában, a lényeg mégis az, hogy mind horizontális, mind vertikális irányban változik az energiaszállítás, az általános légkörzés és az óceáni áramlatok egyidejű megváltoztatásával. Hogy ez lokális, vagy nagyobb, de nem globális skálán melegedést vagy hűlést, kevesebb, vagy több csapadékot okoz-e, a hely függvénye, a lényeg, hogy az éghajlat megváltozik. Csak egy példa: további jelentős területek elsivatagosodásától kell tartanunk, melynek jelei már eddig is megmutatkoztak. Egy esetleges népvándorlás 100 milliós nagyságrendben mozgósíthat népcsoportokat, láthatóan *nem örülve az éghajlat melegedésének.*

Bevezetőjében ezt írja: *„A szerző a klímaváltozás veszélyével kapcsolatban a légkör összetételének változását és az éghajlat ingadozását* ***szélesebb látókörben*** *vizsgálja, ...*" Véleményem szerint ezt a látókört tovább kellett volna szélesíteni, bár nehezen tudom elképzelni, hogy egy ilyen kiváló szakember, mint Koppány György a fenti, már-már közhelyszámba menő tényeket ne ismerné. Ha mégis ismeri és ennek ellenére leírta cikkében azokat a sorokat, akkor a helyzet még rosszabb.

Ez a sommás véleményem, mint a „klímaügy" egyik „hirdetőjének". Az *Al Gore* filmet viszont nem láttam, nem szeretem a „hollywoodi" propagandát.

Prof. Horváth László, MTA doktora (meteorológia)

TÖRTÉNELMI ARCKÉPEK

HISTORICAL PORTRAITS

Varga Miklós
Országos Meteorológiai Szolgálat, 1525 Budapest, Pf. 38.
varga.m@met.hu

ELSŐ IGAZGATÓNK
Dr. SCHENZL GUIDO O.S.B.

1823.szept.23. Haus (Tirol) - 1890.nov.23. Graz

Gimnáziumi tanulmányait Jugenburgban kezdte meg az admonti bencések vezette iskolában. A természettudományos érdeklődésű ifjú belép a Szt. Benedek Rendbe és az Admont-i rendházban készül hivatására, és az ott lévő meteorológiai műszerekkel megfigyeléseket is folytat. 1845-ben fogadalmat tett, és a rend főnöke visszaküldte a Grazi Egyetemre, ahol matematika-fizika és bölcseleti tárgyakból doktorál, majd 1851-ben Bécsben államvizsgázik. A bécsi kultuszminisztérium felajánlja neki a budai Főreál Iskola természettani tanszékét. Schenzl 28 évesen Budára költözik, és 34 évig marad hazánkban. 1855-től a Reál Iskola (mai Toldy Gimnázium) igazgatója és fizika tanára lett. 1861-től az oktatás mellett rendszeres meteorológiai és földmágnességi megfigyeléseket is végzett, amelyet az MTA is támogatott.

Az 1867-es kiegyezés után az Akadémia kezdeményezte a független magyar megfigyelő-hálózat és önálló meteorológiai intézet létesitését. Schenzl résztvett az előkészületekben és a szervezeti szabályzat kidolgozásában, amit Ferenc József magyar király 1870. április 8.-án szentesített, majd kinevezte Schenzlt az új intézet igazgatójává. Ezt a feladatot 1870. július 12-től 1886. július 1-ig látta el. Munkássága elsősorban hálózat szervezésére és adat gyüjtésére irányult. 1885-ben jelent meg a „*A magyar korona országainak csapadék viszonyai*" című, 241 állomás méréseire alapuló térképekkel illusztrált összefoglaló munkája.

1886-ban a Bencés Rend visszarendelte Admontba, hogy segítse a betegeskedő apát munkáját. 1890-ben pápai engedéllyel apáttá szentelték, de még abban az évben elhunyt.

1993-ban a hálás utókor nevében a környezetvédelmi és területfejlesztési miniszter „***SCHENZL GUIDO DÍJ***"-at alapított, amelyet évenként a Meteorológiai Világnapon adományoznak a kimagasló tudományos, kutatási és szakmai eredmények elismerésére.

LÉGKÖR

56. évfolyam

2011. 4. szám

Dési Frigyes élete...

Docskál Frigyes érettségi képe

IGAZOLVÁNY

Docskál Frigyes

Pázmány Péter

Budapest

Nikolmann G.

Docskál Frigyes egyetemi diákigazolványa

Mi

a budapesti kir. magyar Pázmány Péter tud.-egyetem

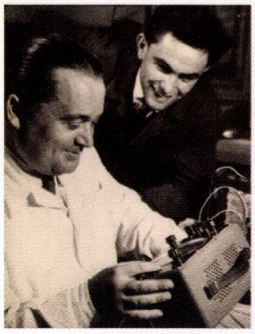
Rektora

Docskál Frigyes egyetemi leckekönyvének első oldalai

Az OMI Dési számára kiállított 1. sorszámú munkahelyi igazolványa

Dési Frigyes
az Országos Meteorológiai Intézet, illetve Szolgálat elnöke
1950. XII. 15 – 1974. IV. III.31.

Dési Frigyes
a magyar királyi Légierő tisztje



Dési Barát Józseffel
a műszerlaboratóriumban

Dési Frigyes
a Magyar Néphadsereg tisztje (1948)

ORSZÁGGYŰLÉSI KÉPVISELŐVÁLASZTÁS

BUDAPEST FŐVÁROS

országgyűlési választókerület

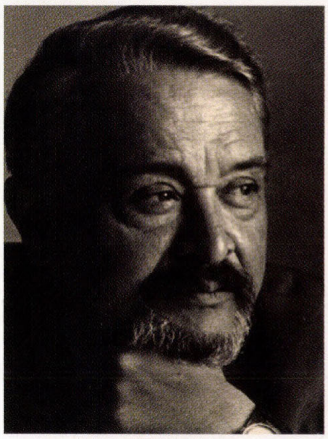
1958. november 16.

Szavazólap

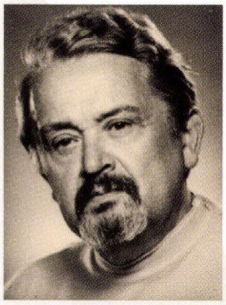
A HAZAFIAS NÉPFRONT

KÉPVISELŐJELÖLTJEI:

Országgyűlési képviselői szavazólap
(Dési a 61. számú jelölt)



Dési Frigyes
1974. szeptember 12.



Dési Frigyes
1974. tavasza

Folytatás a 175. oldalon...

LÉGKÖR

56. évfolyam
2011. 4. szám

Felelős szerkesztő:
Dunkel Zoltán
a szerkesztőbizottság elnöke

Szerkesztőbizottság:
Bartholy Judit
Bihari Zita olvasó szerkesztő
Haszpra László
Hunkár Márta
Móring Andrea operatív szerkesztő
Sáhó Ágnes technikai szerkesztő
Somfalvi-Tóth Katalin kislexikon
Szudár Béla
Tóth Róbert

ISSN 0 133-3666

A kiadásért felel:
Dunkel Zoltán
az OMSZ elnöke

Készült:
HM Térképészeti Nonprofit Kft.
nyomdájában
800 példányban
Megjelent: 2012. június

Felelős vezető:
Németh László
üv. igazgató

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

AZ ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT ÉS A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG SZAKMAI TÁJÉKOZTATÓJA

TARTALOM

CÍMLAPON: Őszi köd a Kevélyen, *Kolláth Kornél, 2006.*
Dési Frigyes élete képekben (Poszter: Móring Andrea) 134
Varga Miklós: **Dr. Szilágyi Tiborné, sz. Lakatos Teréz** 136

TANULMÁNYOK
Babolcsai György: **A decemberi országos havi átlaghőmérséklet előrejelzése távkapcsolatok alapján** 137
Hollósi Brigitta, Pongrácz Rita, Bartholy Judit, Török Orsolya: **Milyen aszály-viszonyokra számíthatunk a Kárpát-medencében a XXI. században?** 140
Rybár Olivér: **Cholnoky Jenő meteorológiai és klimatológiai eredményei** 144
Rajnai Márk, Homokiné Ujváry Katalin: **A HAWK-3, az Országos Meteorológiai Szolgálat megjelenítő rendszere** 149
Németh Ákos: **2011. Július: Halálos hőhullám az Egyesült Államokban** 153

KRÓNIKA
Somfalvi-Tóth Katalin: **Kislexikon .....** 139
Dunkel Zoltán: **Száz éve született Dési Frigyes** 156
Czelnai Rudolf: **Dr. Dési Frigyes emlékezete** 159
Dési Frigyes: **Édesapám: Dr. Dési Frigyes** 161
Dunkel Zoltán: **Mezősi Miklós emlékezetére** 164
Mezősi Miklós, Mezősi László: **Egy rendíthetetlen szerzetes, akit „illatos és kemény fából faragtak"** 166
Németh Ákos: **A Magyar Meteorológiai Társaság hírei** 171
Móring Andrea: **2011 őszének időjárása** 172
Varga Miklós: **Történelmi arcképek** 174

LIST OF CONTENTS

COVER PAGE: Kornél Kolláth, Autumn Fog in Kevély, *Hungary, 2006*
Life of Frigyes Dési in pictures (Posters: Andrea Móring) 134
Miklós Varga: **Dr. Szilágyi Tiborné sz. Lakatos Teréz** 136

STUDIES
György Babolcsai: **Prediction of the Average Temperature of Hungary for December based on Teleconnections** 137
Brigitta Hollósi, Rita Pongrácz, Judit Bartholy, Orsolya Török: **What Drought Conditions are Projected for the Carpathian Basin for the 21th Century?** 140
Olivér Rybár: **Meteorological and Climatological Achievements of Jenő Cholnoky** 144
Márk Rajnai, Kalalin Homokiné Ujváry: **HAWK-3, Visualisation system of the Hungarian Meteorological Service** 149
Ákos Németh: **July 2011: Deadly Heat Wave int he United States** 153

CHRONICLE
Katalin Somfalvi-Tóth: **Pocket Encyclopaedia** 139
Zoltán Dunkel: **Frigyes Dési was born Hundred Years ago** 156
Rudolf Czelnai: **Memory of Dr. Frigyes Dési** 159
Frigyes Dési: **My Father Dr. Frigyes Dési** 161
Zoltán Dunkel: **Memory of Miklós Mezősi** 164
Miklós Mezősi,László Mezősi: **Remembrance of Miklós Mezősi in two voices.** 166
Ákos Németh: **News of the Hungarian Meteorological Society** 171
Andrea Móring: **Weather of Autumn 2011** 172
Miklós Varga: **Historical Portraits** 174

DR. SZILÁGYI TIBORNÉ SZ.: LAKATOS TERÉZ Aranydiplomás meteorológus

1935 - 2012

Varga Miklós
Országos Meteorológiai Szolgálat, H-1525 Budapest, Pf. 38., *varga.m@met.hu*

Rokonok, jó barátok és kollégák fájó szívvel kísérték utolsó útjára Szilágyiné Lakatos Terézt a Fiumei úti temetőben.

A miskolci Kilián György Gimnáziumban töltött évek után az ELTE Meteorológiai Szakán kapott diplomát. 1957-ben az Országos Meteorológiai Szolgálatnál, mint gyakornok került a Biometeorológiai Osztályra, ahol aktívan bekapcsolódott az akkor induló Balaton kutatási programba. 1959-ben rövid ideig a miskolci időjelző állomás munkájával ismerkedett meg. Ebben az időszakban kötött házasságot Szőke Istvánnal, aki a Külügyminisztériumban dolgozott, és kérte a visszahelyezését Budapestre. A további munkáit a Ferihegyi Repülő előrejelző osztályon folytatta. Férje bagdadi külszolgálati beosztása miatt 1961 és 1664 között Terike fizetés nélküli szabadságon volt. Házasságának kényszerű feladása miatt a közben született István fiát a rokonok és szülei segítségével nevelte fel. A fizetés nélküli szabadság után megfeszített munkával pótolta szakmai lemaradását. 1990-ig mint szinoptikus előrejelző dolgozott Ferihegyen.

Életének második felében Szilágyi Tiborral kötött házasságot, aki kitartóan támogatta Őt a hanyatló értelmével való küzdelmében. Tibor halála után gyorsan romlott állapota, és István fia és társa, valamint rokonai szeretettel ápolták.

A szeretet nem cselekszik éktelenül, nem keresi a maga hasznát, nem gerjed haragra, nem rója fel a gonoszt. A szeretet örök.

Terike, 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 ábraaláírásokat. 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 foglakozunk.

A közlésre szánt szöveg tartalmazza a magyar és angol címet, a szerző nevét, munkahelyét, levelezési és villanyposta címét. 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.

A DECEMBERI ORSZÁGOS HAVI ÁTLAGHŐMÉRSÉKLET ELŐREJELZÉSE TÁVKAPCSOLATOK ALAPJÁN

PREDICTION OF THE AVERAGE TEMPERATURE OF HUNGARY FOR DECEMBER BASED ON TELECONNECTIONS

Babolcsai György

Országos Meteorológiai Szolgálat, H-1525 Budapest, Pf. 38., *babolcsai.gy@met.hu*

Összefoglalás: A szeptember magyarországi csapadékossága és az eurázsiai hótakarós terület kiterjedésének ősz eleji növekedési mértéke együttesen hazánk decemberi átlaghőmérsékletének nagy megbízhatóságú előrejelzőjének bizonyult az elmúlt harminc évre visszatekintve. Amennyiben e távkapcsolat a továbbiakban is működik, a hosszútávú előrejelzés egy nagyon hasznos eszközének bizonyulhat.

Abstract: Precipitation conditions of the month September in Hungary and the rate of snow coverage increase in the beginning of autumn in Eurasia together have been proved as reliable predictors of the average temperature of the month December in Hungary regarding the previous 30 years. Should this teleconnection also work in the future, it might prove to be a very useful tool for long range forecasting.

Bevezetés. A hosszútávú (havi, évszakos) előrejelzési módszerek között az utóbbi egy-két évtizedben a numerikus modellek mellett mind komolyabb figyelem övezi az egyremásra felfedezett idő- és térbeli távkapcsolatokat. Az immár klasszikus ENSO mellett számos kutatás foglalkozik manapság a hó- és jégborítottság változásának, vagy éppen az indiai nyári monszun lefolyásának távoli vidékeken kimutatható későbbi hatásaival.

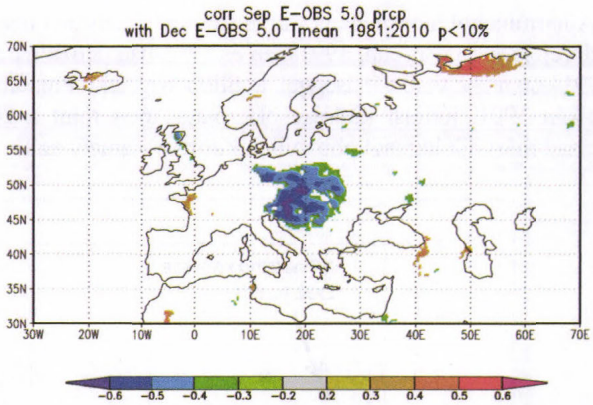
Vizsgálataim során egy, a magyarországi decemberi havi átlaghőmérsékletre vonatkozó, nagyon komoly hosszútávú előrejelzési lehetőséggel kecsegtető távkapcsolatot ismertem fel.

A vizsgálati módszer és az eredmények. Vizsgálatomhoz az Országos Meteorológiai Szolgálat adatbázisából 1981-től 2010-ig a decemberi országos havi átlaghőmérsékletet (figyelembe vett 200 méter alatti főállomások átlagos száma: 90–95) és a szeptemberi országos havi csapadékösszeget (figyelembe vett 200 méter alatti fő- és csapadékmérő-állomások átlagos száma: 550–600), valamint a világ egyik legmegbízhatóbb és legtöbbet publikált hó-adattárával rendelkező Rutgers University Global Snow Lab (USA) adatbázisából az eurázsiai hótakarós terület kiterjedésének heti bontású idősorát használtam fel.
(http://climate.rutgers.edu/snowcover/files/wkcov.eurasia.txt.)

Minél csapadékosabb volt a szeptember Magyarországon, és minél nagyobb volt az eurázsiai hótakaró növekedésének mértéke a 37. és 40. hét (hozzávetőleg szeptember második és október első hete) között, a vizsgált időszakban általában annál hidegebb volt a december Magyarországon.

A csapadékösszeg és a decemberi átlaghőmérséklet közti korreláció –0,63, az eurázsiai hótakarós terület növekedési mértéke és a decemberi átlaghőmérséklet közti pedig –0,48. Mindez figyelemreméltó előrejelző potenciált sejtetett.

Az *1. ábra* a European Climate Assessment reanalízise *(http://climexp.knmi.nl/)* alapján a szeptemberi csapadékösszeg és a decemberi átlaghőmérséklet közti korrelációt mutatja be Európában (1981–2010). A magas korreláció a Kárpát-medence környékére korlátozódik.

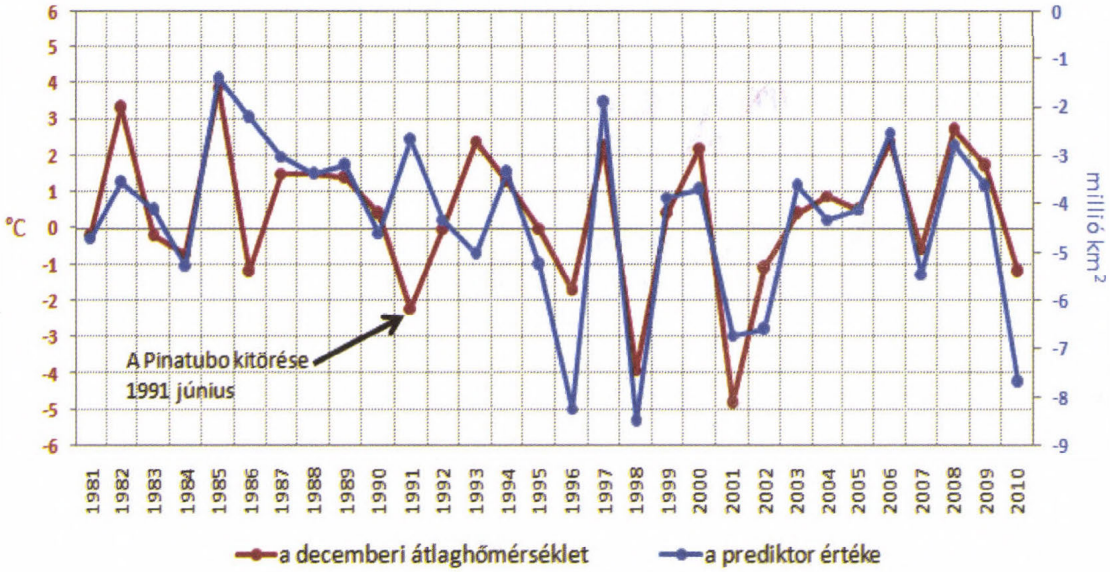


1.ábra: A szeptemberi csapadékösszeg és a decemberi átlaghőmérséklet közti korreláció Európában (1981-2010)

A *2. ábrán* már a csapadékösszeget és a hótakarós terület növekedési mértékét azonos súllyal figyelembe vevő index (továbbiakban prediktor) és a mért havi átlaghőmérséklet alakulása látható. Korrelációjuk 0,70.

A prediktor számítása:

$$P = \frac{\left(-\frac{CS}{CS_{á}} \cdot N_a\right) - N}{2},$$



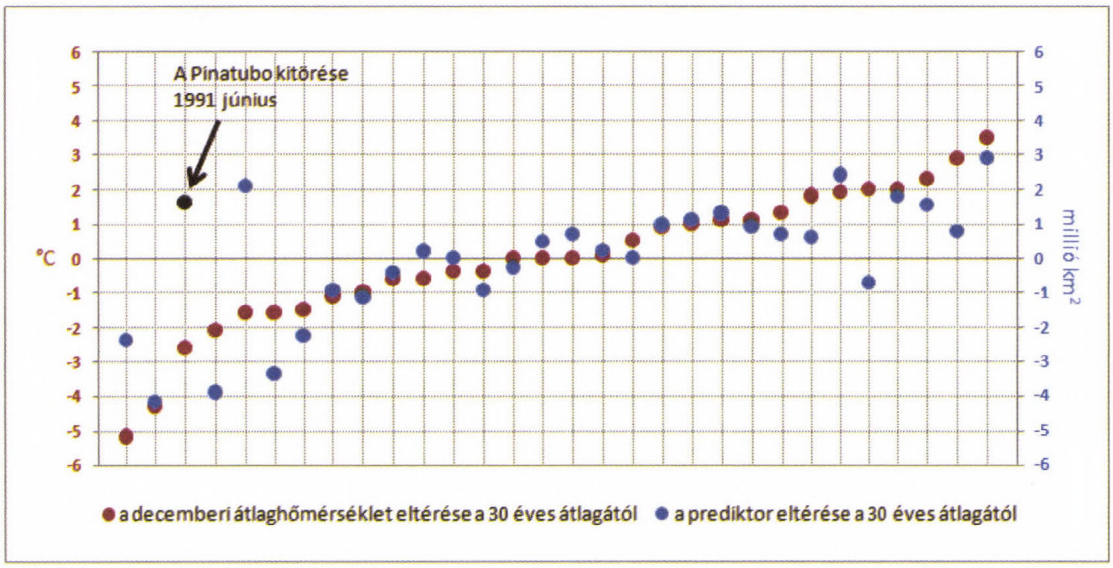
2. ábra: A prediktor és a tényleges decemberi országos havi átlaghőmérséklet (1981-2010)

ahol *CS* a szeptemberi magyarországi átlagos csapadékösszeg az aktuális évben (mm), CS_a a szeptemberi magyarországi átlagos csapadékösszeg 1981-2010-ig (mm), N_a az eurázsiai hótakarós terület átlagos növekedése a 37. és 40. hét között 1981–2010-ig (km^2), *N* pedig az eurázsiai hótakarós terület átlagos növekedése a 37. és 40. hét között az aktuális évben (km^2). Tehát a prediktor dimenziója km^2.

A harmincból három alkalommal fordult elő teljesen rossz „előrejelzés": 1986-ban, 1991-ben és 1993-ban. Közülük az 1991-est nagy valószínűséggel a fülöp-szigeteki Pinatubo vulkán 1991. júniusi kitörése okozhatta, mert mint a 20. század második legnagyobb vulkánkitörése – amely az El Nino és La Nina események mellett a tudományos konszenzus szerint a legnagyobb éghajlati anomáliákért volt felelős (a következő évben mintegy 0,5 °C-kal csökkentette a Föld átlaghőmérsékletét) –, jó eséllyel megzavarhatta a távkapcsolatot. Az 1991-es év nélkül számolt korreláció 0,77. Az utóbbi 17 évben komoly hiba (ellenkező előjelű anomália) nem fordult elő.

A *3. ábrán* a mért havi átlaghőmérsékletek és a hozzájuk tartozó prediktor értékek az előbbi növekedése szerint lettek sorba rendezve, a függőleges tengely a 30 éves átlaguktól vett eltéréseiket mutatja.

A *3. ábra* szerint 1°C-ot (tényleges átlaghőmérsékletbeli



3. ábra: A prediktor és a tényleges decemberi országos havi átlaghőmérséklet eltérései az 1981-2010-es átlaguktól (az évek a tényleges átlaghőmérséklet szerinti emelkedő sorrendbe rendezve)

anomália) 1 millió km^2-rel (prediktor anomáliája) megfeleltetve a következő megállapításokat tehetjük.

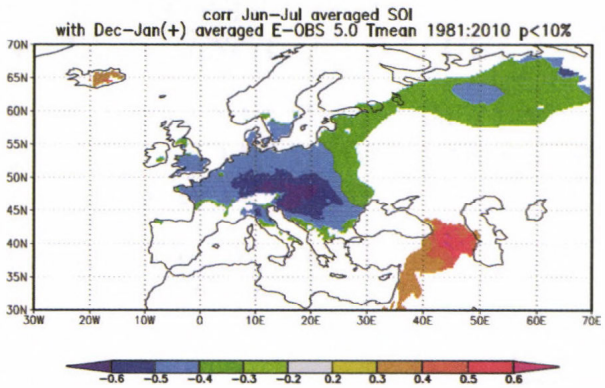
Az átlagosnál hidegebb decembert jelző tizenegy predikcióból kilencszer helyesnek bizonyult az anomália iránya (egyszer tizedre átlagos lett az átlaghőmérséklet). Az ominózus 1991-es évet nem számítva, az átlagosnál ténylegesen hidegebb tizenhárom december közül pedig két esetben, 1983-ban (+0,2 °C) és 1986-ban (+2,1 °C) volt példa pozitív anomáliát előrevetítő, téves előrejelzésre.

Az átlagosnál enyhébbnek bizonyult tizenhárom december mindössze egyikéhez (1993) tartozott negatív előjelű előrejelzés.

A hat leghidegebb és a hét legmelegebb évet leszámítva nem fordult elő 1 °C-ot elérő eltérés! A legalább 2 °C negatív anomáliát elérő mind az öt predikcióhoz 1,5 °C és 5,2 °C közötti tényleges negatív hőmérsékleti anomália tartozott.

Mindezen eredmények annak fényében különösen figyelemreméltóak, hogy a decemberi átlaghőmérséklet egyik évről másikra való változása a vizsgált 30 év során átlagosan 2,5 °C volt, és az ilyentájt nem ritka „hidegpárnás" időjárási helyzetek speciális nehézséget jelenthetnek az előrejelzés beválásában.

A távkapcsolat fizikai magyarázata jelenleg még nem tisztázott. Előfordulhat, hogy az eurázsiai hótakaró ősz eleji növekedési mértéke és a Kárpát-medence szeptemberi csapadék- és decemberi hőmérsékleti viszonyai szorosabb kapcsolatban lehetnek a Déli Oszcillációval. Erre utalhat a SOI (Southern Oscillation Index) június-júliusi értéke és a december-januári átlaghőmérséklet közti igen magas korreláció éppen a Kárpát-medence környékén az NCEP és a European Climate Assessment reanalízise (*http://climexp.knmi.nl/*) alapján *(4. ábra)*.



4. ábra: A június-júliusi SOI és a december-januári átlaghőmérséklet közti korreláció Európában (1981-2010)

Összefoglalás. A szeptemberi magyarországi csapadékosság és az eurázsiai hótakaró területének ősz eleji növekedése együttesen hazánk decemberi hőmérsékleti viszonyainak nagy megbízhatóságú előrejelzőjének bizonyult az elmúlt harminc évre visszatekintve. Amennyiben e távkapcsolat a továbbiakban is hasonló pontossággal működik, annak a decemberi hőmérsékleti anomália korai előrejelzésére történő jövőbeli alkalmazhatósága jelentős felismerésnek bizonyulhat.

Utószó. A 2011-es év decemberére a prediktor +1,9 °C-os anomáliát jelzett előre, a valóság +2,2 °C lett.

KISLEXIKON

POCKET ENCYCLOPAEDIA

Somfalvi-Tóth Katalin

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

AMDAR (*Aircraft Meteorological DAta Relay*) **:** repülőgépeken elhelyezett műszerekkel mért meteorológiai adatok. Naponta 130.000 észlelés történik ily módon. A mért paraméterek általában a hőmérséklet és szél, de egyre több információ érkezik a nedvességről, a vertikális szélsebességről és a turbulenciáról. A hőmérséklet- és széladatokat bemenő adatként felhasználják a numerikus időjárás-előrejelző modellekben *(Rajnai et al: A HAWK-3, az Országos Meteorológiai Szolgálat megjelenítő rendszere)*

Aneroid barométer: az aneroid görög szó, jelentése folyadékmentes. Az első aneroid barométert 1844-ben tervezte és alkotta meg Lucien Vidie francia mérnök. Alapját egy fémdoboz képezi, aminek egyik, körkörösen hullámosított oldala a nyomásváltozás hatására benyomódik, illetve kidudorodik attól függően, hogy a külső légnyomás vagy a dobozban uralkodó belső nyomás a nagyobb. A doboz belsejéből a levegő egy részét kiszivattyúzzák. A koncentrikus körök legnagyobb elmozdulása azok közös középpontjában van. Ennek az elmozdulásnak a nagysága alakítható át nyomásegységekre, így egy skála és egy mutató segítségével megtudható a tényleges légköri nyomás *(Rybár: Cholnoky Jenő meteorológiai és klimatológiai eredményei)*

Folytatás a 148. oldalon

MILYEN ASZÁLYVISZONYOKRA SZÁMÍTHATUNK A KÁRPÁT-MEDENCE TÉRSÉGÉBEN A XXI. SZÁZADBAN? – A VÁRHATÓ VÁLTOZÁSOK ELEMZÉSE REGCM-SZIMULÁCIÓK ALAPJÁN

WHAT DROUGHT CONDITIONS ARE PROJECTED FOR THE CARPATHIAN BASIN FOR THE 21TH CENTURY? – ANALYSIS OF SIMULATED CHANGES ON THE BASIS OF REGCM RESULTS

Hollósi Brigitta, Pongrácz Rita, Bartholy Judit, Török Orsolya
ELTE Meteorológiai Tanszék, 1117 Budapest Pázmány Peter sétány 1/A
hollosi.brigitta@gmail.com, prita@elte.hu, bari@ludens.elte.hu, orsitorek@gmail.com

Összefoglalás: Vizsgálataink során a Kárpát-medence csapadékviszonyainak és aszályhajlamának múltbeli és jövőbeli alakulását elemeztük különböző aszályindexek segítségével. Az indexek meghatározásához az ECHAM5 modellbe ágyazott 10 km-es horizontális rácsfelbontású RegCM regionális klímamodell szimulált hőmérsékleti és csapadék adatsorait használtuk fel. A futtatások az 1961–1990 referencia időszakra, valamint a 2021–2050 és a 2071–2100 célidőszakokra, az A1B szcenárió figyelembevételével készültek. Eredményeink alapján térségünkben az aszályhajlam jövőbeli növekedésével kell számolni.

Abstract: The main focus of this study is on the analysis of precipitation-related climatic conditions in the Carpathian Basin. For this purpose we use different types of drought indices. In order to calculate the time series of these indices, simulated temperature and precipitation datasets of the 10 km horizontal resolution RegCM driven by the ECHAM5 global climate model outputs as boundary conditions are used. In the regional climate model experiments for the time slices of 1961–1990 (as the reference period), 2021–2050 and 2071–2100 (as future target periods) are analyzed taking into account the SRES A1B emission scenario. According to the results significant drying is projected in the region.

1. Bevezetés. A szárazabb években kialakuló aszály, valamint a szélsőségesen csapadékos években bekövetkező belvíz kiemelt fontosságú a magyarországi mezőgazdasági termelés stabilitása, jövedelmezősége és minősége szempontjából. Az ország csapadék- és aszályviszonyainak minél jobb megismerése elengedhetetlen ahhoz, hogy az ellenük való küzdelem eredményes legyen, s az ilyen jellegű károk mérséklődéséhez vezessen. A belvizek és aszályok kialakulását, periodikusságát, térbeli kiterjedését és időbeli lefolyását elsődlegesen az éghajlat, illetve az időjárás, valamint a domborzati- és a talajviszonyok szabják meg. A globális felmelegedés nagymértékben befolyásolhatja egy térség hőmérsékleti és csapadékjellemzőit, ennélfogva előnytelen esetben fokozhatja az adott terület aszályosságát.

Kutatásaink során az átlaghőmérséklet és a csapadékmennyiség egymáshoz viszonyított múltbeli és jövőbeli alakulását elemeztük különféle aszályindexek (csapadékindex, SAI, De Martonne-féle szárazság index, Thornthwaite-féle agrometeorológiai index, Lang-féle esőzési index, Ped-féle aszályindex, valamint Foley által definiált anomália index) segítségével a Kárpát-medence térségére vonatkozóan. A vizsgálathoz az egyesült államokbeli Légköri Kutatások Nemzeti Központjában kifejlesztett 10 km-es horizontális rácsfelbontású és 18 vertikális szintet alkalmazó RegCM (**Reg**ional **C**limate **M**odel) modell (*Giorgi, 1989; Dickinson et al., 1989*) outputjait használtuk fel. Az Eötvös Loránd Tudományegyetem Meteorológiai Tanszékén a modell Kárpát-medencére történő adaptálására (*Torma et al., 2008; 2011*) a CECILIA (Central and Eastern Europe Climate Change Impact and Vulnerability Assessment) Európai Uniós projekt keretében került sor. A futtatások az 1961–1990 referencia időszakra, valamint a 2021–2050 és a 2071–2100 célidőszakokra készültek, melyekhez a szükséges kezdeti- és peremfeltételeket a hamburgi ECHAM5 globális éghajlati modell (*Roeckner et al., 2006*) outputjai biztosították. Az adaptált modell a jövőre vonatkozóan az A1B szcenáriót vette figyelembe, mely a fosszilis tüzelőanyagok és a nem fosszilis energiaforrások kiegyensúlyozott felhasználását feltételezi, s ennek eredményeképpen a CO_2 becsült légköri koncentráció szintje 2050-re 532 ppm, míg 2100-ra 717 ppm lesz (*Nakicenovic és Swart, 2000*). Vizsgálatainkhoz a havi átlaghőmérséklet és havi csapadékösszeg mezősorait választottuk le a Kárpát-medencét reprezentáló 45,15°–50,20° É.sz. és a 14,10°–24,96° K.h. koordinátapárok által határolt területre.

2. Aszályindexek. Az aszály meglehetősen összetett, többféle oldalról közelíthető természeti jelenség, melynek jellemzésére számtalan definíció született, hiszen számos tudományág foglalkozik az aszály tárgykörével, és mindegyik terület másként értelmezi azt. Az egyes aszálydefiníciók közös eleme az átlagosnál kevesebb csapadék, melynek a különféle szakterületekre (pl. a vízgazdálkodásra vagy a mezőgazdaságra)

gyakorolt hatásával kapcsolatos a kidolgozott meghatározás. A tömérdek aszálydefinícióból adódóan az aszály mérőszámaira is sokféle javaslat született, és a gyakorlatban is különféle mérőszámokat használnak (*Dunkel, 2009*). A számszerűsítésre az egyik legegyszerűbb eszközként az aszályindexek használata terjedt el (*Faragó et al., 1988*), melynek segítségével leírható az aszály időbeli és térbeli kiterjedése, valamint a súlyossága is meghatározható. Az alkalmazott indextípusokat az *1. táblázat* összegzi.

Jelen cikkben terjedelmi korlátok miatt a felsorolt indexek

Indexfajta	Jellemzés	Példák
Csapadék indexek	- Alkalmas a száraz és nedves időszakok éghajlati elkülönítésére, változékonyság meghatározására - Egyszerűek - Kis adatigényűek - Nem mindig tükrözik megfelelően az aszályhelyzetet	- Csapadékindex (*Kane és Trivedi, 1986*) - Relatív anomália index (*Bunting et al., 1976*) - Standardizált csapadék anomália index (*Katz és Glantz, 1986*) - Standardizált csapadékindex (*Faragó et al., 1988*) - Csapadék anomália index (*Bhalme és Mooley, 1980*)
Mérleg indexek	- Kifinomultabb, precízebb mutatószámok - A vízegyenleg beviteli oldalán kívül a kiadási oldalt is figyelembe veszik	- Lang-féle esőzési index (*Lang et al., 1999*) - De Martonne-féle ariditási index (*De Martonne, 1926*) - Thornthwaite-féle agrometeorológiai index (*Kemp, 1990*)
Rekurzív indexek	- Számításuk során a megelőző időszak adatait is felhasználják - Hosszabb időszakot jellemeznek	- Foley-féle anomália index (*Foley, 1957*) - Palmer-féle aszály index (*Palmer,1965*)
Talajnedvességi indexek	- Alkalmasak terméskiesés és vízhiány vizsgálatára, hidrológiai aszály becslésére - Összetettek - Rövidebb időszak leírására is megfelelőek	- Ped-féle aszályindex (*Bagrov, 1983*) - Relatív talajnedvességi index (*Nemes, 1993*)

1. táblázat: Az aszályindexek osztályozása és jellemzése Faragó et al. (1988) nyomán.

közül kettőre (a mérleg indexek csoportjába sorolható Thornthwaite-féle agrometeorológiai indexre és a talajnedvességi indexek közé tartozó Ped-féle indexre) mutatunk be részletes elemzést.

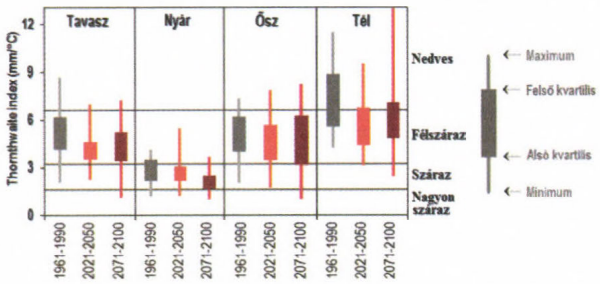
3. Eredmények. A regionális éghajlatváltozás elemzésekor minden vizsgált index esetén a magyarországi rácspontok évszakos átlagértékeiből képezünk területi átlagot, s ezeket az idősorokat ábrázoljuk a referencia időszakra, valamint a 2021–2050 és a 2071–2100 jövőbeli időszakokra. E cikkben az egyes évek közötti változékonyságot és az átlagos értékeket is reprezentáló ún. Box-Whisker diagramokat mutatjuk be. A grafikonok jól szemléltetik a szimulációk alapján az indexértékek eloszlásában várható eltolódásokat. A várható változások területi eloszlását évszakonként külön-külön térképeken jelenítjük meg, melyek lehetővé teszik, hogy az éghajlati viszonyokban valószínűsíthető változások elemzésekor a Kárpát-medence térségén belül meghatározzuk a régiónkénti különbségeket.

3.1. A Thornthwaite-féle agrometeorológiai index (TAI). A havi csapadékösszeg (P [mm]) és a havi átlaghőmérséklet (T [°C]) korrigált hányadosaként állítható elő a Thornthwaite-féle agrometeorológiai index (*Kemp, 1990*):

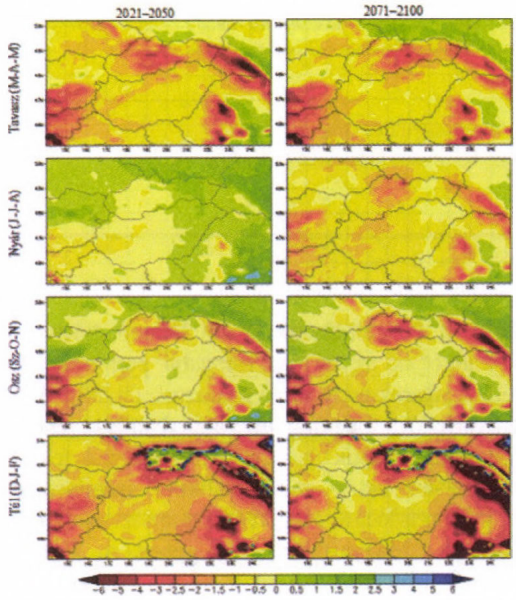
$$TAI = 1{,}65\left(\frac{P}{T+12{,}2}\right)^{\frac{10}{9}}$$

A definíció alapján minél kisebb az index értéke, annál erősebb a szárazság. Ebből adódik, hogy a negatív irányú változások az aszályhajlam erősödésére utalnak, míg a pozitívak a csapadékosabbá válást jelzik. Az *1. ábrán* a Thornthwaite index magyarországi rácspontokra leválasztott évszakos szimulált értékeit láthatjuk az 1961–1990 referencia időszakra, valamint a 2021–2050 és a 2071–2100 célidőszakra. Jól látható, hogy a nyári hónapok alkotják az év legszárazabb periódusát hazánk területén. A nyarak nagy része száraznak tekinthető, mely a jövőben várhatóan még nagyobb arányban lesz jellemző. A tavaszi és őszi hónapok elsősorban félszáraznak tekinthetők a Thornthwaite index szimulációkból számított értékei alapján, bár szélsőséges esetekben száraz tavaszok és őszök is előfordultak Magyarország térségében. A XXI. század végén ennél szárazabb éghajlati viszonyok, akár nagyon száraz, minimális TAI értékű időszakok is felléphetnek. A referencia időszak alapján a telek nedvesek vagy félszárazak voltak hazánkban, mely a jövőben is várhatóan így lesz, ám szélsőséges téli hónapokban akár a száraz TAI értékek is előfordulhatnak. A RegCM modell szimulációi alapján a legnagyobb átlagos változás a közelebbi jövő időszelete esetén tavasszal és télen, míg a század végi időszakra tavasszal, nyáron és télen valószínűsíthető. Nyáron 2021–2050-re a Thornthwaite index értékeiben történő átlagos módosulás csekély mértékű (országos átlagban mintegy 3,5%) a referencia időszakhoz képest, míg a század végére nagyobb mértékű (–25%) csökkenésre számíthatunk. A modellszimulációk eredményei alapján várhatóan nagyon megnövekszik az indexértékek változékonysága télen és ősszel.

A *2. ábrán* a Thornthwaite-féle agrometeorológiai index várható évszakos módosulásainak térbeli eloszlása látható a referencia időszakhoz viszonyítva. Megállapítható, hogy a 2021–2050 és a 2071–2100 időszakok esetén a szárazodás szempontjából potenciálisan leginkább érintett területek megegyeznek, s csupán mértékbeli különbség valószínűsíthető. A szimulációk alapján a XXI. század közepére elsősorban télen és tavasszal valószínűsíthető egész országra kiterjedő szárazodás. Ősszel a hegy- és



1. ábra: A Thornthwaite-féle agrometeorológiai index (mm/°C) magyarországi rácspontok figyelembevételével számított évszakos értékei a RegCM szimulációk alapján.

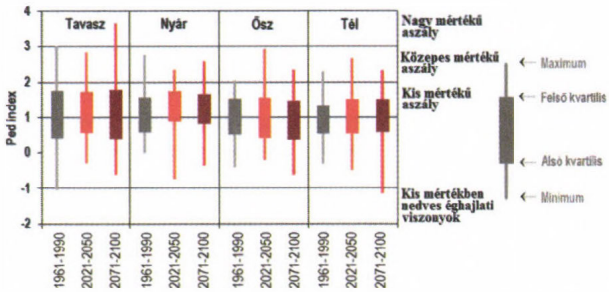


2. ábra: A Thornthwaite index 2021–2050-re és 2071–2100-ra várható évszakos változása (mm/°C) a Kárpát-medence térségére a RegCM szimulációk alapján, referencia időszak: 1961–1990.

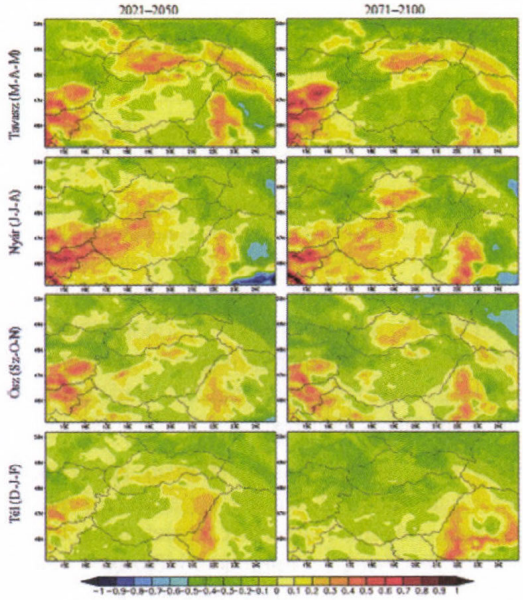
dombvidékek térségében számíthatunk szárazabb éghajlati viszonyokra, míg nyáron csak kismértékű (statisztikailag nem szignifikáns) változásokat jelez a RegCM modell. A századvégi időszakban tavasszal, nyáron és télen egyaránt jelentős szárazodás prognosztizálható. Az évszázad második felében (azaz a két vizsgált időszelet közötti időszakban) becsült változások különösen nyáron nagy mértékűek.

3.2. A Ped-féle talajnedvességi index (PNI). A Ped-féle talajnedvességi index az átlaghőmérséklet (T [°C]) és annak szórással (d(T) [°C]) vett hányadosa, valamint az átlagos csapadékmennyiség (P [mm]) és annak szórással (d(P) [mm]) vett hányadosa különbségeként állítható elő (Bagrov, 1983):

$$PNI = \frac{\Delta T}{d(T)} - \frac{\Delta P}{d(P)}$$



3. ábra: A Ped-féle talajnedvességi index magyarországi rácspontok figyelembevételével számított évszakos értékei a RegCM szimulációk alapján.



4. ábra: A Ped index 2021–2050-re és 2071–2100-ra várható évszakos változása a Kárpát-medence térségére a RegCM szimulációk alapján, referencia időszak: 1961–1990.

Az előző indexszel ellentétben a Ped index 0-nál nagyobb, illetve kisebb értékei rendre száraz, illetve nedves éghajlati viszonyokat jellemeznek. A pozitív irányú változások az aszályosodásra utalnak, a negatív előjelű változások pedig az éghajlat csapadékosabbá válását jelzik. A *3. ábrán* a Ped index szimulált évszakos átlagértékeit és változékonyságát láthatjuk a 2021–2050 és a 2071–2100 időszeletre, valamint a referencia időszakra vonatkozóan.

A magyarországi rácspontok alapján számított területi átlagok változását illusztráló diagramon jól látható, hogy a Ped index értékei 1 körüliek, vagyis a „kis mértékű aszály" kategóriába sorolhatók. A mérőszám átlagos évszakos változásának mértéke ugyan nem haladja meg a 0,1 értéket, ám általánosságban véve az aszályhajlam erősödésének irányába mutatnak a várható módosulások. A század végére a legnagyobb változékonyság tavasszal valószínűsíthető (ekkor akár nagy mértékű aszály is előfordulhat szélsőséges esetekben), míg a legkevésbé változékonynak a nyár ígérkezik.

A *4. ábrán* a Ped index várható évszakos változásának területi eloszlását figyelhetjük meg a Kárpát-medence térségére a RegCM modell szimulációinak figyelembevételével. Ez alapján tavasszal és ősszel a hegy- és dombvidékeinken számíthatunk aszályosság növekedésre mind a 2021–2050, mind a 2071–2100 időszakra vonatkozóan. A század végére az index értékeinek növekedése, s így a szárazabbá válás már kisebb térségre korlátozódik. Nyáron aszályhajlam-növekedés valószínűsíthető az ország jelentős részén, ez alól csupán az északkeleti országrész kivétel, ahol inkább csapadéknövekedés várható mindkét vizsgált időszakban. Télen a közeljövőben az ország keleti részein számíthatunk aszályosodásra, s a nyugati térségben csapadékosabb viszonyokra. A XXI. század végére a várható változás szerkezete módosul: az északi régiókban valószínűsíthető csapadéknövekedés.

4. Összefoglalás. Vizsgálatainkban a Kárpát-medence csapadékviszonyainak és aszályhajlamának jövőben várható tendenciáit vizsgáltuk a RegCM klímamodell szimulációinak felhasználásával. Elemzéseink alapján levonhatjuk azt a következtetést, hogy a bemutatott indexek esetén valamelyest eltérőek a várható változások. A Thornthwaite index figyelembevételével az aszályhajlam várható növekedése nagyobb mértékű, mint a Ped index esetén. Az évszázad végére az előbbi alapján mind a négy évszakban szárazabb éghajlati viszonyokra számíthatunk. A Ped index felhasználásával az aszályosodás várhatóan kisebb területen valószínűsíthető, és legfőképp nyáron, hazánk nyugati részében jelenthet problémát.

Köszönetnyilvánítás. Kutatásainkat támogatta az MTA TKI Alkalmazkodás a klímaváltozáshoz című (2006/TKI/246) programja, az OTKA K-78125 számú pályázata, az EU VI. keretprogram CECILIA projektje (GOCE-037005), az SH/2/1 számú svájci-magyar közös kutatási program keretében megvalósuló Felső-Tisza árvíz-megelőzési rendszer fejlesztési projektje, valamint az Európai Unió és az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával az „Európai Léptékkel a Tudásért, ELTE–TÁMOP–4.2.1/B–09/ 1/KMR–2010–0003. A felsőoktatás minőségének javítása a kutatás-*fejlesztés-innováció-oktatás fejlesztésén keresztül*" pályázat.

Irodalom

Bagrov, N. A. (1983): On the meteorological index of yields. Meteorologiya i Gidrologiya, 11, 92–99.

Bhalme, H. N., Mooley, D. A., Jadhav, S. K. (1983): Fluctuations in drought/flood are over India and relationships with the Southern Oscillation. Monthly Weather Review, 111, 86–94.

Bunting, A. H., Dennett, M. D., Elston, J., Milford, J. R. (1976): Rainfall trends in the West African Sahel. Q. J. Royal Meteorological Society, 102, 59–64.

Kemp, D. (1990): Global environmental issues: a climatological approach. Routledge, London and New York, 241p.
de Martonne, E. (1926): Une nouvelle fonction climatologique: L'Indece d'aridite. La Meteorologie, 2, 449–458.

Dickinson, R. E., Giorgi, F., Bates, G. T. (1989): A regional climate model for the western United States. Climatic Change, 15, 383–422.

Dunkel, Z. (2009): Brief surveying and discussing of drought indices used in agricultural meteorology. Időjárás, 113, 23–37.

Faragó, T., Kozma, E., Nemes, Cs. (1988): Quantifying droughts. In „Identifying and coping with extreme meteorological events". Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest, 62–111.

Foley, J.C. (1957): Droughts in Australia: Review of Records from Earliest Years of Settlement to 1955. Australian Bureau of Meteorology Bull, 43, 281p.

Giorgi, F. (1989): Two-dimensional simulations of possible mesoscale effects of nuclear war fires. J. Geophysical Research Letters, 94, 1127-1144.

Im, E. S., Kwon, W. T., Ahn, J. B., Giorgi, F. (2007): Multi-decadal scenario simulation over Korea using a RegCM one-way double-nested system. Part 1: Recent climate simulation (1971–2000). Climate Dynamics, 28, 759–780.

Kane, R. P., Trivedi, N. B. (1986): Are droughts predictable? Climate Change, 8, 209–223.

Katz, R. W., Glantz M. H. (1986): Anatomy of a rainfall index. Monthly Weather Review, 114, 764–777.

Lang, M., Ouardab, T. B. M. J., Bobee, B. (1999): Review: Towards operational guidelines for over-threshold modeling, Journal of Hydrometeorology, 225, 103–117.

Nakicenovic, N., Swart, R. (2000): Special Report on Emissions Scenarios. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, USA, 570p.

Nemes, Cs. (1993): A kukorica terméseredménye és az aszály. Egyetemi doktori értekezés. ELTE TTK, Budapest, 54p.

Palmer, W.C. (1965): Meteorological Drought. Research Paper, 45, US Weather Bureau, Washington, DC, 58p.

Roeckner, E., Brokopf, R., Esch, M., Giorgetta, M., Hagemann, S., Kornblueh, L., Manzini, E., Schlese, U., Schulzweida, U. (2006): Sensitivity of simulated climate to horizontal and vertical resolution in the ECHAM5 atmosphere model. Journal of Climate, 19, 3771–3791.

Torma, Cs., Bartholy, J., Pongrácz, R., Barcza, Z., Coppola, E., Giorgi, F. (2008): Adaptation and validation of the RegCM3 climate model for the Carpathian Basin. Időjárás, 112, 233–247.

Torma, Cs., Coppola, E., Giorgi, F., Bartholy, J., and Pongrácz, R. (2011): Validation of a High-Resolution Version of the Regional Climate Model RegCM3 over the Carpathian Basin. Journal of Hydrometeorology, 12, 84–100.

CHOLNOKY JENŐ METEOROLÓGIAI ÉS KLIMATOLÓGIAI EREDMÉNYEI

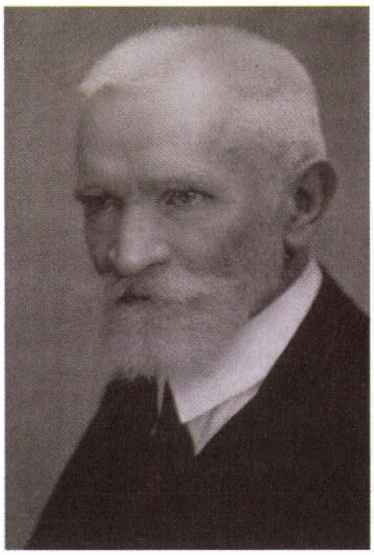
METEOROLOGICAL AND CLIMATOLOGICAL ACHIEVEMENTS OF JENŐ CHOLNOKY

Rybár Olivér
8200, Veszprém, Vécsey Károly u. 6/D, *rybar.oliver@gmail.com*

Összefoglalás: Cholnoky Jenőt nem mint meteorológiai írót tartjuk számon, mégis jelentőset alkotott e tudományterületen is. Az alapvetően természetföldrajzi beállítottságú geográfus számos írást szentelt szeretett témájának, az időjárásnak. Jelentős felfedezést tett az eurázsiai monszun jelentőségének magyarázatával, és pontos, máig időtálló megállapításai voltak a szél felszínformálásával kapcsolatban is. Az éghajlati és magassági övek különbözőségének okát a csapadékviszonyokkal magyarázta.

Abstract: Jenő Cholnoky is not especially a meteorological writer, however he has significant work in this area as well. The fundamentally geographic minded geographer devoted a lot of writing to his beloved topic: the weather. He described the phenomenon of Eurasian monsoon, he had accurate statements about the surface formation by the wind. He explained the reason of the differences between climate and altitude belts by the precipitation conditions.

Bevezetés. Cholnoky Jenő (1870–1950) professzor *(1. ábra)* a hazai földrajztudomány egyik legkiemelkedőbb alakja. Munkássága szerteágazó, jelentőset alkotott a geomorfológia és a hidrológia terén is. Kevésbé ismert életművének azon része, mely a légkörrel és annak jelenségeivel foglalkozik. Ezidáig Péczely (1970) és Székely (1996) foglalkozott behatóbban Cholnoky ezirányú munkásságával. Pedig Cholnoky számos írását a meteorológiai problémák feltárásának szentelte. Önálló könyve is megjelent a légkörrel kapcsolatban. Jelen írás célja bemutatni Cholnoky Jenő meteorológiai és klimatológiai eredményeit, teljesebb képet adva ezzel a tudós hatalmas életművéről.



1. ábra: Cholnoky Jenő (1870-1950)

Cholnoky kapcsolata a meteorológiával. Cholnoky Jenő első meteorológiai írása 1902-ben született, de ezt megelőzően is foglalkozott már a légkör jelenségeivel. Már gyerekkorában megmutatkozott érdeklődése a légkör jelenségei iránt. Szülővárosa, Veszprém ideális volt a földrajz iránt érdeklődő gimnazista kirándulásaihoz és kutatásaihoz. Cholnoky itt kezdte meteorológiai és természetföldrajzi megfigyeléseit, méréseit, vízméréseket. „Kis meteorológiai állomást is rendeztem be a nyaraló udvarán, s minden nap pontosan elvégeztem a terminusleolvasásokat. Volt hőmérőm, aneroidám, esőmérőm, magam szerkesztette szélmérőm és hajszálhigrométerem (…). A felhők megfigyelésével, a szél irányának változásaival, a légnyomás változásaival foglalkozva temérdek tapasztalatot szereztem, s valóságos orákulum voltam, a szomszédságból is átjöttek megkérdezni, hogy milyen idő lesz, s amit mondtam nagyon komolyan vették, pedig még csak hetedikes gimnazista voltam. A Balatonnal is ekkor kezdtem el foglalkozni, amikor még az ilyenféle tanulmányokhoz nagyon kevés lehetett a tudásom." (*Cholnoky, 1945*).

Később, műegyetemi hallgató korában – ahol, mint vízépítő mérnök végzett – folytatta a meteorológiai méréseit. „A természet tanulmányozása, különösebben technikus koromban öltött komolyabb alakot." (*Cholnoky 1945*). Maga szerkesztette szélmérőt is készített: „ez állványon lengő bádoglap volt, amelyet a szélnyomás függőleges állásából kinyomott. A kitérés nagysága egy szögbeosztáson leolvasható volt. Sokat vesződtem vele, mert persze folyton lebegett, s a lökések sokszor túlságosan kilendítették, tökéletesítése nekem sem, de másoknak sem sikerült. A szél nem egyenletesen fúj, hanem lökésekben, s valami módon számtani közepet kellene a mozgásokból venni. Ez forgó, szélmalom szerű műszerekkel némileg sikerül is ma már. A felhőzetet úgy jegyeztem le, hogy valóságos kis térképet rajzoltam a felhőkről, mintha a felhők fölött lévő magasságokból nézném. Nem rossz gondolat, sokat okultam belőle." (*Cholnoky 1945*). A Műegyetem elvégzése után eljutott Kínába id. Lóczy Lajos (1849–1920) segítségével, ahol a monszun-jelenséget és a szél felszínformálását tanulmányozta. Az 1900-as évek elején bekapcsolódott a Balaton tudományos tanulmányozásába, ekkor a Balaton deflációs kialakulását vetette fel, illetve vizsgálta a tó színtüneményeit, a balatoni szeleket is. 1905-től Cholnoky a Kolozsvári Egyetem tanára és tanszékvezetője lett, erdélyi évei során 1912. május 13-án nagy tornádó-pusztítás

történt, melyet könyvében is megörökített. Teleki Pál (1879–1941) barátjával még ebben az évben az USA-ban járt, ahol William Morris Davis volt vezetőjük az Észak-Amerikát átszelő tanulmányút során. Itt a sivatagi, félsivatagi formákat, a szél felszínformálását tanulmányozta. 1920–1940 között a budapesti Pázmány Péter Tudományegyetem tanára volt.

Cholnoky meteorológiai-klimatológiai eredményei. Cholnoky jelentős eredményeket ért el a talajhőmérséklettel kapcsolatos megfigyelések terén (*Cholnoky, 1904a*). „A Föld felszínére jutott napsugár nem egyformán melegíti föl a felszínt, hanem a felszín anyagi minősége szerint különbözőképpen. Sötét tárgyak (...) pl. a fekete szikla (bazalt) jobban; ezzel szemben a fényes, vagy fehér felületű dolgok kevésbé (pl. a mészkő) melegszenek föl." (*Cholnoky, 1903*). „A szárazföld talajában a hőmérséklet ingadozása nem hat le mélyen, a napi ingadozása még egy fél méterre sem, az évi ingadozása 2-2.5 m-re" (*Cholnoky, 1903*). Cholnoky a Deliblát homokpusztában végzett megfigyeléseket, Péczely így fogalmaz: „Mintaszerűek a homoktalajok hőmérsékleti állapotáról írott tanulmányai." (*Péczely, 1970*).

Cholnoky könyveiben (*Cholnoky, 1903, 1923a, 1940a*) és írásaiban (*Cholnoky, 1939*) foglalkozik a *hegy-völgyi szél* keletkezésével is. Cholnoky szerint ez egy naponta váltakozó szél. Oka az eltérő felmelegedésben keresendő, nappal hamarabb melegszik fel a hegytetőn lévő levegő, ezért megindul a síkság felől a hegy felé. Ekkorra hegyi felhőképződés történik, a „hegyek pipáznak" (*Cholnoky, 1923a,1940a*). Éjjel ellentétes folyamat indul el. Első írásában egy másik elméletet is közöl: „A hegyeket környező sikságok felmelegedése folytán a sikságok felett a levegő kiterjed s az izobar felületek felemelkednek. A levegőoszlop, a mely a síkság felett emelkedik, hosszúságával arányosan terjed ki s ezzel arányos az izobarfelületek felemelkedése is. A hegyeken, vagy azoknak oldalán nem olyan hosszú a légoszlop, mint a síkság felett, mivel a levegő egy része helyett szilárd kőzet foglalja el a tért. Ennek a kiterjedésnek tehát hosszának arányában kisebb lesz, mint a síkági légoszlopoké, tehát az izobárfelületek sem fognak a hegyoldalakon olyan magasra emelkedni, mint a síkságon, sőt azokon a helyeken, a hol valamenyik izobarfelület épen metszi a hegy oldalát, ott ennek az izobarfelületnek semmiféle emelkedése sem lesz. Eszerint tehát az izobarfelületek lejtősödést mutatnak a hegy felé, a melynek megfelelően gradiens irányúl a hegyoldalnak s a völgyeken fölfelé s megindul a szél." (*Cholnoky, 1903*). Cholnoky valójában HANN (1879) elméletét írja le, sőt bírálja is. Eredményeit leíró munkájában úgy fogalmaz: „továbbá megállapítottam a titokzatos hegyi szél és völgyi szél okát" (*Cholnoky é.n.*). A mai felfogás szerint a hegy-völgyi szél kialakulásának oka a lejtő és a völgy felmelegedésének különbözősége. A lejtőn gyorsabban melegszik fel a levegő, illetve gyorsabban is hűl le, mint a völgyben, így hőmérséklet-különbség alakul ki. Magasabb hőmérsékleten a levegő sűrűsége kisebb, tehát adott magasságban a nyomás is kisebb. Nappal adott magasságban a lejtőn kisebb a nyomás, mint a völgy fölött, vagyis az izobár felületek a völgy fölött felpúposodnak. Éjjel a lejtő közelében púposodnak fel az izobár felületek. A kialakuló nyomáskülönbség hatására megindul a légáramlat az alacsonyabb nyomás irányába, ami nappal völgyi szelet (völgyből gerinc felé fúj), éjszaka hegyi szelet (gerincről a völgybe fúj) hoz létre. Láthatjuk, hogy Cholnoky elmélete saját korában nem állt messze az igazságtól. Cholnoky a lokális szelek leírásánál visszatér szeretett tájához, a Balatonhoz, ahonnan a Vázsonyi-szél jelenségét írja le. „A Balaton bóraszerű, erős NNW szele, amely a veszprémi platóról zuhan le a Balaton mélyedésébe. A zalai halászoknak kellemetlen, mert leveri őket a déli partra (...) különösen Tihany szenved az erős széltől. Az Óvár északi oldalának bazalt-tufa sziklafalai olyan világos jelét mutatják a deflációnak (...) hogy ilyet csak a sivatagokon lehet látni." (*Cholnoky, 1940a*). Cholnoky ezt balatoni főszélnek is nevezi, a népnyelv után : „A balatoni nép ezt főszélnek is nevezi, nem azért mert ez a fő, hanem azért, mert „főső", „föjjürű" jön, tehát felső-szél." A tudós helyesen magyarázza a Balaton déli partján kialakult turzásokat is „A Boglári-berek, a Nagy-berek stb. ilyen turzásokkal elrekesztett lagúnák." (*Cholnoky, 1940a*). A Balaton kapcsán a tó színtüneményeivel is foglalkozik, ezeket saját maga által festett akverellekkel illusztrálja (*2. ábra*) (*Cholnoky, 1906*).

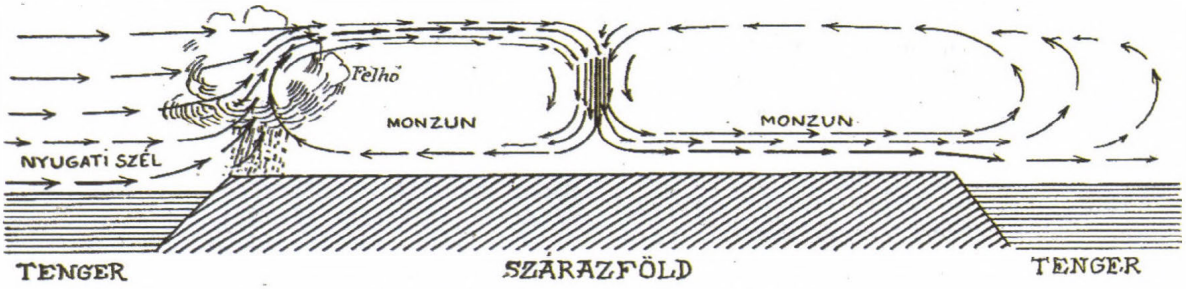
2. ábra: Nádas ősszel Balatonfüredné! (Cholnoky akvarellje) (MFM, leltári szám 147-86)

Az egyik legjelentősebb eredményét az eurázsiai monszun (*Cholnoky, 1913, 1915, 1942*) illetve a magyarországi medárd-napi jelenségek (*Cholnoky, 1902a, b, c, 1904b, 1943a, 1944*) leírásával érte el. „Szárazföld és óczeán nem egyenletesen melegszik fel" (*Cholnoky, 1903*). Télen gyorsabban és erősebben lehűl a kontinens a környező óceánokhoz képes, ezáltal cirkuláció keletkezik (a földfelszínen a kontinensek felől

áramlik a levegő az óceánok felé, fenn a magasban az óceánokról a kontinensek felé) a jelenség nyáron fordítottan jön létre (*3. ábra*). „Az előbbi szelet, amely télen fúj a kontinensekről az óceán felé, téli monzúnnak nevezzük, a másodikat, amely nyáron fúj az óceánok felől a kontinensekre, nyári monzúnnak nevezzük" (*Cholnoky 1903*).

szeptember végén megint fölemelekedik a hőmérséklet (vénasszonyok nyara)." (*Cholnoky, 1940a*).

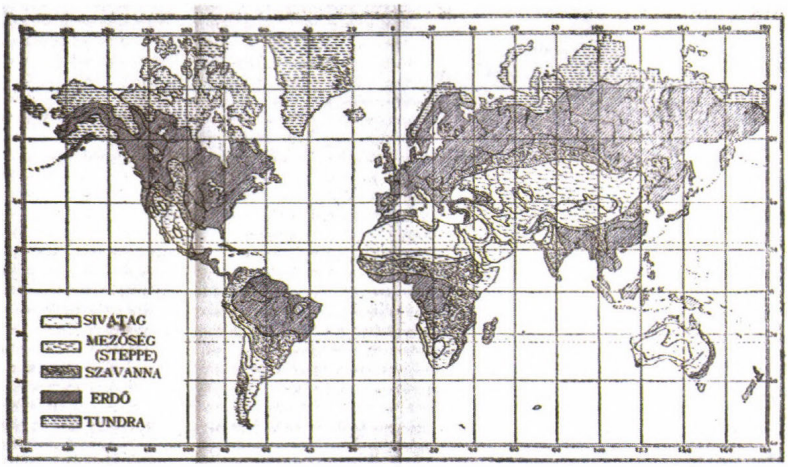
Cholnokynak valóban elévülhetetlen eredményei vannak a monszun jelenség magyarázatában, „ma is helyes megállapításait csak később fogadták el." (*Péczely, 1970*). Ma már a Medárd napi időjárás kialakulását másként



3. ábra: Az eurázsiai monszun (Cholnoky 1940)

A jelenséget ázsiai útja során is megfigyelte. Cholnoky az eurázsiai monszun felfedezését az 1913-ban megrendezett római földrajzi kongresszuson adta elő. Előadása nagy sikert aratott. „Az akkor élő legnagyobb meteorológus, a kitűnő orosz Voeikov, előadás után megölelt, magával vitt s ez a zord, senkivel sem barátkozó öreg úr majdnem hogy fiának fogadott, annyira föllelkesült a dolgon. Hisz ez Kolombus tojása! Hajtogatta..." (*Cholnoky, 1940a*). Sajnos a háború miatt előadása nem jelent meg nyomtatásban, ez okozott kisebb problémát is a tudósnak. „Egy német diák azonban (...) doktori értekezést csinált belőle, mintha ő találta volna ki (...) Almberg úr a doktorandus, azonban egy szóval sem említ..." (*Cholnoky, 1940a*). A Medárd-napi jelenségek okát az alábbi módon magyarázza „Rendesen június elején, Medárdus napja táján jelenik meg a nyári monzún, a nép is ismeri a szokását, mert ha Medárdus napján pontosan megjelenik az eső, akkor tartós lesz a paraszt-regula szerint (...) A június elején mutatkozó munzúnt a nedves atlanti óceáni légáramlás megjelenése okozza (...) ennek megszüntével

magyarázzák, miszerint a perzsa-öböli minimum nyár elején hat, amikor a termikus egyenlítő északra tolódik, a Perzsa-öböl környékén magas hőmérséklet jön létre. A levegő felszáll, és ez egyfajta szívóhatást (ciklont) fejt ki Európa légkörére, és ez elősegíti a nyugati páradús óceáni légtömegek uralomra jutását. Ennek következtében csapadékos időjárás jön létre (*Gyuricza, 2005*). Cholnoky Jenő az elsők között tett kísérletet egy, a növényzet alapján történő éghajlati osztályozás megalkotására (*4. ábra*). Ezzel Cholnoky a „klimatikus morfológia alapjait veti meg" (*Péczely, 1970*). Fontos szerepet tulajdonított a felhő-megfigyeléseknek is. Már gyerekkorában felhőket rajzolt, és mindig úgy tartotta, a felhők megfigyelése fontos az időjárás előrejelzéssel kapcsolatban (*5. ábra*). „Korszakalkotó lesz az a fiatal tudósunk, aki alapos mechanikai ismeretekkel, és jó, sőt kitűnő észlelőképességgel fogja tanulmányozni a felhők változásait, s ezeket megmagyarázva olyan eszközt szolgáltat a tudomány kezébe, amely minden műszernél biztosabban segít bennünket a prognózisban" (*Cholnoky, 1941*).

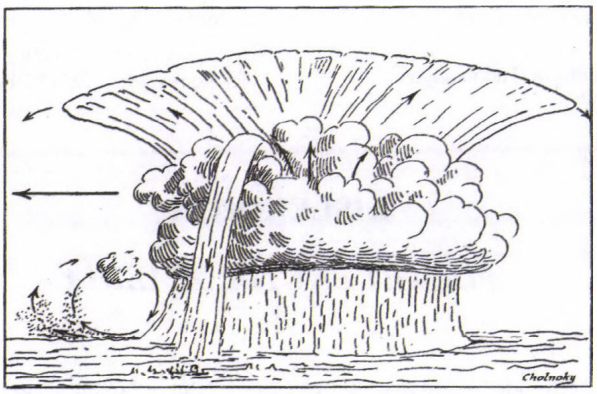


4. ábra: Klimatikus tájképtípusok Cholnoky szerint (Cholnoky 1923a)

Meteorológiai munkásságának talán legismertebb eredménye a szél és annak felszínformáló hatásával kapcsolatos megfigyelései. Azért is, mivel Cholnokyt elsősorban mint geomorfológust tartja számon a földrajztudomány, és a szél hatását geomorfológiai formák kialakulásában írja le. A szél kapcsán foglalkozik a futóhomok törvényszerűségeivel. (*Cholnoky 1902d, 1923b*). „A pornak (...) felhalmozódását ezen az utamon alkalmam volt igen behatóan tanulmányozni és világosan látni" (*Cholnoky é.n.*) írja Ázsiai útja kapcsán. Egzakt matematikai pontossággal írja le a jelenségeket, mely mérnöki szemléletének köszönhető. „Itt említem meg azt a fölfedezésemet is, hogy a homokfodrok

szélessége a térszín hosszmetszetének második differenciál-hányadosával arányos" (*Cholnoky, 1903*). A homok és szél kapcsán nem csak felhalmozódási formákról (barkánok, homokbuckák) hanem kifújásos (deflációs) formákról is ír. Helyesen magyarázza a sivatagban létrejövő deflációs medencék kialakulását. Cholnoky szerint a Somogy-zalai meridionális völgyek is deflációs formák „tektonikus törések mentén keletkezett óriási szélbarázdák" (*Cholnoky, 1929*). Sőt, a Balaton kialakulását is nagyrészt deflációs okokra vezeti vissza (*Cholnoky, 1943b*). Szülővárosának szűkebb környezetében megfigyelhető sziklaformák létrejöttét is a szélnek tulajdonítja, így a Séd-völgy aszimmetrikus völgyét, a Veszprém-várpalotai fennsík dolomit kúpjait mind deflációsan létrejött geomorfológiai képződménynek tartja. „A dolomit nagyszerű deflációs jelenségeit Veszprém és Várpalota körül mindenfelé tanulmányozhatjuk. Különös területek ezek" (*Cholnoky, 1940a*). Kijelenthetjük, hogy a szélnek eltúlozta szerepét, számos forma létrejötte nem köthető közvetlenül a szél munkájához. Valószínűleg az USA-ban megfigyelt jelenségeket próbálta átültetni hazai példákra, ez nem minden esetben állja meg a helyét, a formák kialakulása többnyire komplex eredetű.

Cholnoky Jenő tevékenyen részt vett a Magyar Meteorológiai Társaság életében. 1924-től - tanítványával Réthly Antallal - tagja a társaságnak, melyet 1939–1943 között elnökként is vezet. 1941-ben elnöki megnyitójában a felhődinamika problémáira hívja fel a figyelmet. 1935-ben jelent meg a Földrajzi Közlemények Cholnoky Jenő ünnepi füzete, melyben 25 tanulmányból 3 cikk meteorológiai témájú, és nem kisebb szerzők tisztelegnek a tudós tanárságának 30. évfordulója előtt, mint Réthly Antal, Róna Zsigmond és Száva-Kováts József. Cholnoky a meteorológia egyetemi és középiskolai tanítása mellett is kiáll: „Az érettségi vizsgán mindent kell tudnia annak a fiatalembernek, amit ma a műveltség elengedhetetlen alkatrészének tekintenek, de azt nem kell tudnia, hogy miért esik az eső, miért fúj a szé." (*Cholnoky, 1940b*).



5. ábra: A zivatar szerkezete Cholnoky szerint (Cholnoky, 1940)

Cholnoky irodalmi munkássága. Cholnoky Jenő tanársága során később híres meteorológusokat is oktatott. Réthly Antal (1879–1975) egyetemi tanár 1912-ben Cholnokynál doktorált Kolozsváron, Száva-Kováts József (1898–1980) meteorológus, a légkör- és éghajlattan első hazai tanszékvezető professzora is tanítványa volt. A hazai tudósok közül meg kell említenünk Róna Zsigmond (1860–1941), Hegyfoky Kabos (1847–1919), Karvázy Zsigmond (1874–1919), Raum Oszkár (1866–1934), Héjas Endre (1867–1934), Sáringer János Candid (1871–1915), Kakas József (1909–1994) nevét, kiknek munkái forrásként szolgáltak művei megírásakor. Nem csak hazai, hanem külföldi tudósok munkáiból is merített: Julius Ferdinand von Hann (1839–1921), William Morris Davis (1850–1934), illetve Aitken, Homén, Voeikov stb. írásait vette alapul.

Élete során 56 publikációja jelent meg a légkör és éghajlat tan tárgykörében. Írásainak témáját tekintve az éghajlattal általában 12, a monszun jelenséggel 10, a hó és jég jelenségeivel 6, a széllel 5, a zivatarok kialakulásával 5, a csapadékkal 4, a meteorológiai megfigyelésekkel 3, a háború és az időjárás kapcsolatáról 2 publikációja jelent meg. Két önálló kötetet is szentelt a tudományterületnek. 1903-ban látott napvilágot „A levegő fizikai földrajza" című műve. A könyv megszületésére így emlékszik vissza: „A Természettudományi Közlöny leveles rovatában megjelent az a kérdésem, hogy ha a levegőben van árapály, melyik műszer fogja azt megmutatni, aneroida vagy a barométer? Feleletet sosem kaptam rá, mert abban az időben a meteorológia tudománya igen gyenge lábakon állt hazánkban. Hisz még egyetemi asszisztens koromban is hiába kérdeztem Lóczyt, Kövesligethyt, Krukoly Miklóst (távoli rokonunkat), senki sem tudta megmondani, hogy miért esik több eső a hegyekben, mint a síkságon. Ezért feküdtem neki különös kedvvel a meteorológiának, s megírtam egyik első nagyobb szabású munkámat: „A levegő fizikai földrajza" címmel." (*Cholnoky, 1945*). Péczely György „az első, komoly igényű meteorológiai tankönyv Magyarországon" jelzővel minősítette 70 évvel később. 1940-ben megjelent négykötetes műve „A csillagoktól a tengerfenékig" címmel, ennek második kötete a „Meteorológia" címet viseli. Két könyvfejezet „A magyar éghajlat és a folyók vízjárása" (*Magyar Föld – Magyar Faj I. kötet*), illetve az „Általános földrajz, I. kötet – 1. rész: A levegő" is Cholnoky munkáját dicséri. Péczely professzornak nem volt igaza mikor azt írta, Cholnoky a század tizes évei után már nem írt jelentőset. Tény, hogy 1902–1905 között jelent meg 12 írása, viszont elnöksége idején, 1939–1943 között 16 ismert munkája jelent meg e tárgykörben.

Egész élete során vissza-visszatér a meteorológiához. „Az éghajlat mindig szívügye maradt. Mint a meteorológiai ismeretek népszerűsítője azonban továbbra is rendkívül értékes munkát fejt ki." (*Péczely 1970*).

Irodalom

Cholnoky, J., 1902a: A Medárdusnapi időváltozásról. Matematikai és Fizikai Lapok 11. pp. 157-164

Cholnoky, J., 1902b: Der Witterungswechsel am Medarditage. Mathem. und. Phys. Blatter,

Cholnoky, J., 1902c: A Medárdusnapi időváltozásról. Az Időjárás 6, 10. f. pp. 388-400.

Cholnoky, J., 1902d: A futóhomok mozgásának törvényei – Földtani Közlöny, 32. 1-4. sz. pp. 6-38.

Cholnoky, J., 1903: A levegő fizikai földrajza (A tudományos földrajz kézikönyvei 2. fizikai földrajz 1.) Magyar Földrajzi Intézet Rt. Budapest, 335 p.

Cholnoky, J., 1904a: A deliblati homok napi hőmérsékletingadozása, Mathematikai és Természettudományi Értesítő, XXI. kötet, 1. füzet, pp. 36-44.

Cholnoky, J., 1904b: Der Witterungswechsel am Medarditag. Meteorol. Zeitschrift, Juli S. pp. 329

Cholnoky, J., 1906: A Balaton szintüneményei – In: Lóczy Lajos (szerk.): A Balaton tudományos tanulmányozásának eredményei I. kötet, V. rész, 2. szakasz, Kilián Frigyes M. K. Egyetemi Könyvárus Bizománya, Hornyánszky ny, Budapest, 51 p.

Cholnoky, J., 1913: Klimatische Wirkung des grossen asiatischen Monsunsystems in Europa. X. Congresso internazionale di Geografia, Roma,

Cholnoky, J., 1915: Klimatische Wirkung des grossen asiatischen Monsunsystems in Europa – Roma.

Cholnoky, J., 1923a: Általános földrajz, I. kötet – 1. rész: A levegő (Tudományos Gyűjtemény 2.) Pécs-Budapest, Danubia, 144 p.

Cholnoky, J., 1923b: Meteorológiai és klimatológiai megfigyelések kapcsolatban az Alföld fásításának kérdésével – Erdészeti Lapok 62. 2. sz. pp. 58-67.

Cholnoky, J., 1929: Magyarország földrajza, Tudományos Gyűjtemény 101. Danubia, Pécs, 167 p.

Cholnoky, J., 1939: A völgyi és hegyi szél keletkezésének magyarázata – Az Időjárás 43. 1-2 sz. pp. 2-6.

Cholnoky, J., 1940a: Meteorológia – (Csillagoktól a tengerfenékig I-IV. II. kötet) Budapest, Franklin, 432 p.

Cholnoky, J., 1940b: A meteorológia egyetemi és középiskolai: Elnöki megnyitó a Magyar Meteorológiai Társaság 1940. évi 15. közgyűlésén – Az Időjárás 44. 3-4 sz. pp. 57-62.

Cholnoky, J., 1941: A felhőmegfigyelések fontosságáról: Elnöki megnyitó a Magyar Meteorológiai Társaság 1941. IV. 30-án tartott XVI. rendes közgyűlésén – Időjárás 45. 3-4 sz. pp. 47-51.

Cholnoky, J., 1942: Nyári és téli monszun – Pesti Hírlap, IX. pp. 17.

Cholnoky, J., 1943a: Medárdus napja – Pesti Hírlap, VI. pp. 12.

Cholnoky, J., 1943b: A szél munkája – Balatoni Szemle 2. 8. sz. pp. 238-243. 9. sz. pp. 272-275 11. sz. pp. 335-341.

Cholnoky, J., 1944: Medárdus napja – Pesti Hírlap, VI. pp. 8.

Cholnoky, J., é.n.: Tudományos eredményeim – Kézirat, ELTE Természetföldrajzi Tanszék Irattára, 23 p.

Cholnoky, J., ,1945: Önéletrajz – in: Géczi János (szerk.) (1998): Cholnoky Jenő, Vár ucca tizenhét VI/2. Veszprém, p. 246.

Gyuricza, L., 2005: Európa természeti földrajza I. Egyetemi jegyzet. A kétciklusú képzés bevezetése a magyar felsőoktatásban a természettudományi szakokon. Alkalmazkodás a munkaerőpiac igényeihez. HEFOP-3.3.1-P-2004-06-0016/1.0 Pécs, PTE TTK FI 165 p.

Hann, J. F., 1879: Zur Theorie der Berg- und Thalwide - Zeitschr. d. Oest. Ges. für Meteorologie XIV. kötet 444 p.

Péczely, Gy., 1970: Cholnoky Jenő születésének századik évfordulójára – Időjárás, pp. 5-6.

Székely, A., 1996: Cholnoky Jenő életműve (1870-1950) – Földrajzi Közlemények CXX. (XLIV.) kötet, 1. szám, pp. 49-66.

KISLEXIKON

POCKET ENCYCLOPAEDIA

Folytatás a 139. oldalról

Defláció: latin szó, jelentése kifúvódás, elfúvás. A defláció a szél felszínalakító tevékenysége, a talaj és kőzetek eróziója. A szél a kőzetszemcséket elhordja, ezáltal mélyedések keletkezhetnek (pl. deflációs medence), illetve a széllel hordott szemcsék a súrlódás következtében koptatják a szélnek kitett felszíneket, és változatos formákat hoznak létre (pl. deflációs tanúhegy, kőgomba). *(Rybár: Cholnoky Jenő meteorológiai és klimatológiai eredményei)*

Déli Oszcillációs Index (SOI): a Déli Oszcilláció (ENSO) jellemzésére és előrejelzésére szolgál. Két állomás (Tahiti és a tőle 8000 km-re fekvő Darwin) nyomáskülönbségéből számítható. Az El Niño időszakok alatt a SOI negatív értékeket vesz fel, ugyanis ekkor Tahitiban a légnyomás az átlagosnál alacsonyabb, míg Darwinban az átlagosnál magasabb értékeket mutat. (*Babolcsai: A decemberi országos havi átlaghőmérséklet előrejelzése távkapcsolatok alapján*)

ENSO vagy **El Niño/La Niña Déli Oszcilláció:** kváziperiódikus éghajlati jelenség együttes, ami a Csendes-óceán trópusi térségeiben a tengerfelszín hőmérsékletében és a légnyomásban fellépő anomáliákhoz köthető. Nagyskálájú folyamat, ami nemcsak az érintett terület, hanem távolabbi tájak időjárására is hatással van. Az El Niño a meleg, míg La Niña a hideg periódust jelenti. A ciklus 2-7 évente ismétlődik, és időtartama átlagosan 9 hónaptól 2 évig terjedhet. Az El Niño jelentése „Kisfiú" vagy „Gyermek Krisztus", mert általában karácsony környékén figyelték meg a jelenséget. Ellentéte a La Niña, vagyis „Kislány". (*Babolcsai: A decemberi országos havi átlaghőmérséklet előrejelzése távkapcsolatok alapján*)

Folytatás a 155. oldalon

A HAWK-3, AZ ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT MEGJELENÍTŐ RENDSZERE

HAWK-3, VISUALISATON SYSTEM OF THE HUNGARIAN METEOROLOGICAL SERVICE

Rajnai Márk és Homokiné Ujváry Katalin
Országos Meteorológiai Szolgálat, H-1525 Budapest Pf. 38., *rajnai.m@met.hu; homoki.k@met.hu*

Összefoglalás: Az Országos Meteorológiai Szolgálatnál kifejlesztett és használt meteorológiai megjelenítő rendszer bemutatása.

Abstract: An overview of the meteorological visualisation system designed and used at the Hungarian Meteorological Service.

A HAWK-3 története. Az Országos Meteorológiai Szolgálatnál immár hagyománynak tekinthető, hogy az előrejelző munkatársak helyi fejlesztésű szoftvert használnak munkájukhoz az elmúlt és előrejelzett időjárás nyomon követéséhez. A térképen megjeleníthető információk nagy részét mintegy másfél évtizede HAWK munkaállomásokon keresztül érik el. Ez nem egyetlen rendszer használatát jelenti, ugyanis a HAWK-nak ez idő alatt immár három különböző változata került használatba. Ezek egymástól teljesen függetlenek, céljuk azonban azonos: minél többféle meteorológiai információ együttes megjelenítése, ami részletes, átfogó képet nyújt a légkör pillanatnyi állapotáról és annak változásáról. Ez azt jelenti, hogy a meteorológiai információkból képeket kell előállítani (amik lehetnek térképek, grafikonok), és ezeket úgy kell bemutatni, hogy az egyes adatok időbeli viszonyát is jól kifejezze a rendszer. Ezek a megjelenítő szoftverek – vagy hívjuk meteorológiai munkaállomásoknak (*Horváth, 1998*) – egymást váltották az elmúlt egy-másfél évtizedben. A hazai munkaállomás fejlesztése 1994-ben kezdődött, felhasználva az USA Nemzeti Légköri és Óceáni Hivatalánál szerzett tapasztalatokat. A meteorológiai munkaállomás a HAWK nevet kapta (Hungarian Advanced Weather worKstation). A hazai implementáció azonban az amerikaitól eltérően az akkor megjelenő Motif grafikus rendszerre épült, összhangban az európai időjárási központokban megindult fejlesztésekkel (*Horváth és Duska, 1994*).

Ez a cikk a legújabb, HAWK-3 megjelenítő szoftvert hivatott bemutatni, melyet 2009-től teszt jelleggel, 2011 elejétől pedig operatívan használnak az előrejelzők. Az átállás a korábbi, HAWK-2 rendszerről (*Kertész, 2001*) nem egyik napról a másikra történt, hanem folyamatosan, hónapról hónapra használták egyre többen és egyre többet az új rendszert. A korábbi átállás hasonló módon ment végbe 2000 körül.

A HAWK-3 rendszert az hívta életre, hogy elődjét, a HAWK-2-t – ami egyébként nagy népszerűségnek örvendett az előrejelzők körében – struktúrája miatt nem érte meg továbbfejleszteni, miközben számos, elsősorban rugalmasságot növelő igény merült fel a programmal kapcsolatban. A továbbfejlesztéshez a forráskód olyan mértékű átírására lett volna szükség, hogy egy új rendszer kialakítása ésszerűbb lépésnek tűnt. A korábbi rendszer működési elvének előnyeit megtartva és a fejlesztés során gyűjtött tapasztalatokat felhasználva a HAWK-3 alapja 2005-ben született meg, ekkor indult el a fejlesztés.

A rendszer fejlesztése. A korábbi évek kedvező tapasztalata és az átállással járó kellemetlenségek minimalizálása egyaránt amellett érvelt, hogy az új rendszer is Linux operációs rendszeren működjön. A rendszer egy önálló programként testesül meg, melynek fejlesztése C++ nyelven történik. A program alapvető szerkezetét úgy alakítottuk ki, hogy lehetőség szerint később is bővíthető legyen újfajta adattípusokkal, illetve az egyes adattípusokat akár többféle formátumú állományból is be lehessen olvasni. Fontos szempont volt az is, hogy a korábbi rendszerek olykor előre rögzített paramétereit rugalmasan állítható paraméterek váltsák fel, és bizonyos funkciókat tekintve egyetlen, előre rögzített eljárásmód helyett különböző alternatívákat is felkínáljon a felhasználónak. Példaként említve egy adatréteg létrehozása során többféle szempont szerint lehet időpontokat kiválasztani, többféle módon lehet az időpontra vonatkozó adatokat egymáshoz illeszteni, vagy adott esetben egy bizonyos adat többféle módon is ábrázolható a képen. Az effajta általánosítások növelik a program rugalmasságát, de ezzel együtt növelik bonyolultságát. Ugyanis minél több paramétert állíthat be a felhasználó, annál összetettebb és bonyolultabb interfész kell a kezeléshez, miközben a programnak felhasználóbarátnak kell maradni. Ezenkívül az általánosított megoldások több tervezési és többnyire több programozási munkával járnak, miközben az erőforrások és a megvalósításra rendelkezésre álló idő véges. A program fejlesztésekor az egyik legnagyobb kihívás az általánosítás optimális mértékének felismerése, hogy kellően rugalmas és sokoldalú legyen a program, ugyanakkor könnyen kezelhető maradjon, és a

terveket szűkös erőforrások mellett is meg lehessen valósítani.

A fejlesztés során további szempont a gyors és stabil működés. A légkör állapotát leíró adatok tér- és időbeli felbontástól függően olykor hatalmas mennyiségű információt jelentenek, aminek feldolgozásához gyors, hatékony algoritmusokra van szükség, hogy az előrejelző vagy kutató is hatékonyan végezhesse feladatát. A stabilitás szintén elengedhetetlen feltétele a programnak, hiszen elég, ha csak arra gondolunk, hogy a rendszernek éjjel-nappal fennakadás nélkül ki kell szolgálnia az előrejelzőket, hétvégén és ünnepnapokon is. Ezért a működés közben fellépő hibák javítása, amennyire lehetséges, mindig előnyt élvez a további fejlesztésekkel szemben.

Itt említjük meg, hogy maga a HAWK-3 úgy lett kialakítva, hogy nem foglalkozik az adatok forgalmával, kizárólag annak felhasználásával. Ennélfogva az adatok elérhetővé tételéről független rendszernek kell gondoskodni. Más meteorológiai munkaállomások a megjelenítésen kívül ezt a feladatot is elláthatják.

A HAWK-3 2012 elején. Több évnyi fejlesztés után a HAWK-3 2012-re elért állapota a vázlatszerűen:

Megjelenített adattípusok:

- rácsponti adatréteg (mérésből vagy modell előrejelzésből), térképen és vertikális térbeli metszeten,
- radarképek és műholdképek (egyedi csatornák és kompozit képek),
- felszíni mérések, megfigyelések,
- rádiószonda mérések és AMDAR adatok (térképen és termodinamikai diagramon, hodográffal),
- villámlokalizációs adatok,
- frontvonalak (szerkesztéssel),
- képi adatok (webkamera) térképen és önálló képként.

Megjelenítési típusok:

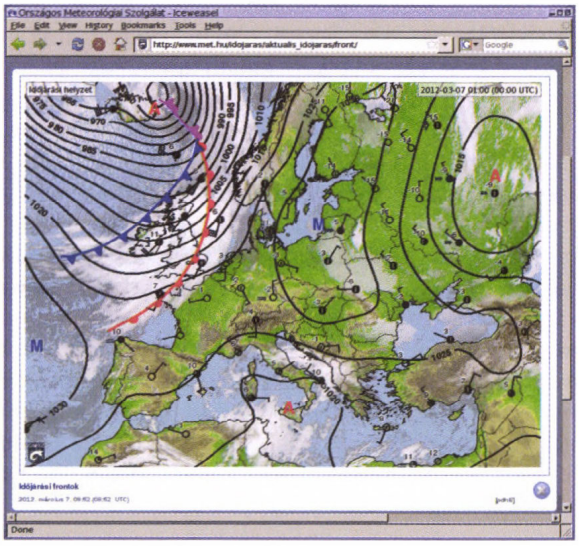
- térképes (6 féle beépített vetülettípus),
- vertikális térbeli keresztmetszet,
- termodinamikai diagram (emagram, skew-t, tefigram, Stüve diagram).

A rendszer további tulajdonságai:

- tetszőleges ablakelrendezés, ablakok időbeli összehangolása,
- képek, képsorozatok mentése,
- adat mintavétel, távolságmérés, nagyítás, kép eltolás, hurokfilm,
- különböző adatrétegek együttes, egymáson történő megjelenítése, tetszőleges grafikai, színezési beállítással,
- származtatott adatok megjelenítése (műveletek végzése – elsősorban – rácsponti adatokon),
- ablakelrendezést, adatrétegeket és grafikai tulajdonságokat magába foglaló munkafolyamatok, vagy ún. makrók mentése és visszatöltése,
- automatikus adatfrissítés,
- nyomtatás,
- futtatás nem interaktív módban (képgyártáshoz, nyomtatáshoz),
- több processzor/mag használata számításigényes műveletekhez,
- kiterjeszthető nyelvi támogatás,
- telepített gépeken automatikusan frissülő rendszer.

Az adatforrásokat tekintve is széles a paletta, a HAWK-3-ban jelenleg az ALADIN, AROME, DWD, ECMWF, GFS, WRF modell determinisztikus előrejelzései érhetők el, valamint az ALADIN és az ECMWF valószínűségi előrejelzései. Távérzékelési adatok között elérhetők a EUMETSAT geostacionárius és kvázipoláris műholdképei, illetve ezek származtatott produktumai, hazai és európai kompozit radarképek, valamint villámszenzorok adatai. És természetesen a nemzetközileg elérhető szinoptikus felszíni és rádiószonda mérések sem hiányozhatnak, de megtekinthetők európai repülőgépes mérések eredményei is. A frontvonal analízist pedig egyenesen a program segítségével állítja elő az előrejelző.

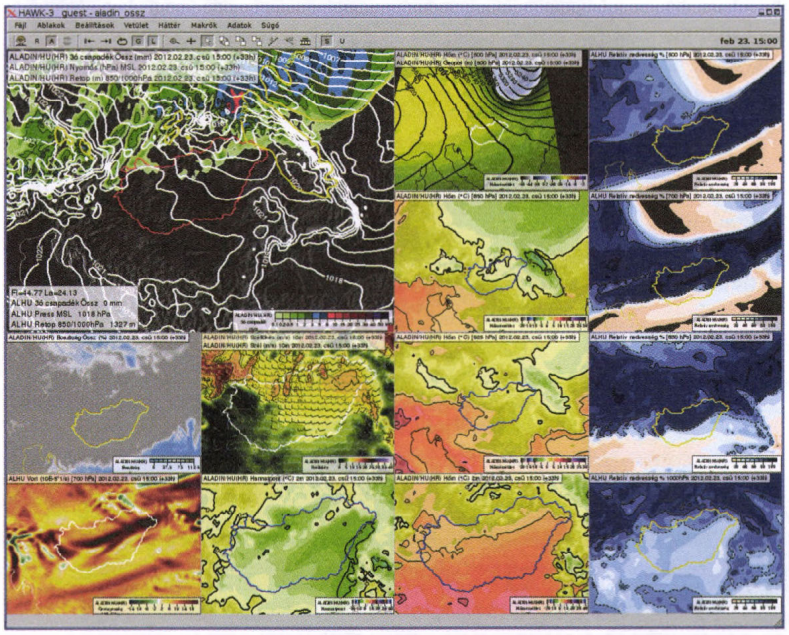
A rendszert kutatási és időjárás előrejelzési célra összesen mintegy 50 aktív felhasználó veszi igénybe az OMSZ központban és a regionális központokban, ezenkívül a Nyugat-dunántúli és Észak-dunántúli Vízügyi Igazgatóságnál is használatban van. Az OMSZ-nál tucatnyi számítógépen lett telepítve (személyi



1. ábra: HAWK-3-mal készült frontanalízis kép az Országos Meteorológiai Szolgálat honlapján

számítógépen és szerveren), melyeken a konfigurálási, karbantartási feladatot egy erre a célra kifejlesztett szoftver könnyíti meg. A HAWK-3-at az előrejelző szakemberek folyamatosan, a nap 24 órájában használják, az elmúlt egy-másfél év alatt több ezernyi makrót készítettek, és naponta több tízezer kép készül vele.

Az OMSZ új honlapjára kerülő térképek is nagyrészt a HAWK-3-al készülnek. Mindez automatizált módon történik az Informatikai Alkalmazások Osztály felügyelete alatt. Az *1. ábra* egy kiragadott példát mutat: frontvonal analízis térkép a honlapon.

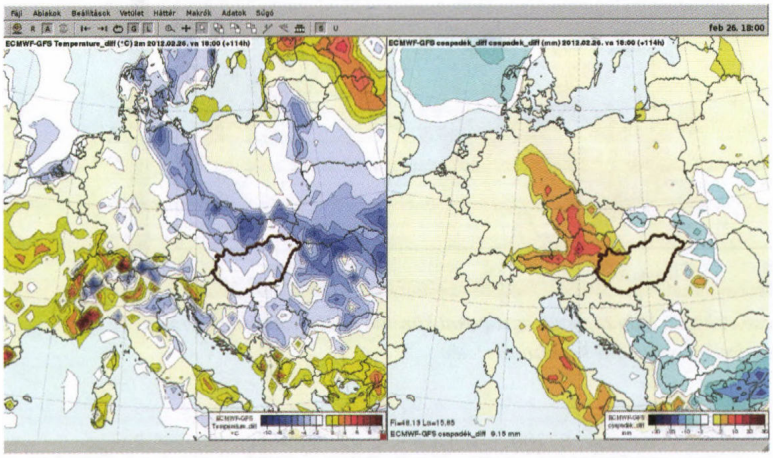


2. ábra: A program tipikus felhasználása: többféle mező különböző magassági szinten. Az ablakok elrendezése, térképvetületek, adatrétegek és színek beállítása olykor nem kevés időt vesz igénybe, de makróként elmentve később mindez gyorsan újra elérhető

A HAWK-3 előrejelzői szemmel. A mindennapi előrejelző munka - időjárási helyzettől függetlenül – nagy számú mérési, megfigyelési, illetve előrejelzett adat áttekintését kívánja meg. 30-40 éve, az akkor rendelkezésre álló eszközökkel, ez szinte megoldhatatlan feladat elé állította volna az előrejelzőt. A megjelenítő rendszerek minőségi változást hoztak az előrejelző munka hatékonyságában, hiszen az egyre több numerikus modelleredmény nélkülük áttekinthetetlen lenne. A HAWK rendszerekkel rövid idő alatt szinte hihetetlen mennyiségű mérési, megfigyelési adat, előrejelzett mező nézhető meg, a HAWK különböző verziói jelentős segítséget jelentenek az előrejelző munkában.

A rövid és középtávú prognózis a kiindulási időjárási helyzet elemzéséből, a rendelkezésre álló numerikus előrejelzési modellek megismeréséből, a szinoptikus tapasztalataiból, klimatológiai sajátosságokból formálódik. A szinoptikus bizonyos alapmezőket, mint a talajnyomás, csapadék, hőmérséklet, szél, főizobár szintek adatai stb. mindig átnéz. Ezek a speciális helyzetnek megfelelő mezőkkel egészülnek ki, mint pl. nyáron a labilitási paraméterek, vagy télen a halmazállapot meghatározását segítő prediktorok. A megjelenítő rendszerekben előállítható úgynevezett „makrók" segítségével az információk gyors, ismételt átnézése vált lehetővé.

A mintegy 15 éve rendelkezésre álló HAWK munkaállomás „életében" 2011-től történt egy nagy változás, ekkortól operatív a HAWK-3. A megelőző verzió, a HAWK-2 is jól bevált a mindennapok során, és az új változat kezdetben kissé nehézkesnek, bonyolultabbnak tűnt, de az „ellenérzés" nagyon hamar elszállt, ma már általános a HAWK-3 használata. Az úgy gondolt „nehézkességében" van tulajdonképpeni előnye, hiszen sokkal több minden állítható, variálható benne, mint elődjében. Mihelyt a kellő gyakorlatot megszerzi az előrejelző, látja a rendszer sokrétűségét, alkalmazhatóságát.

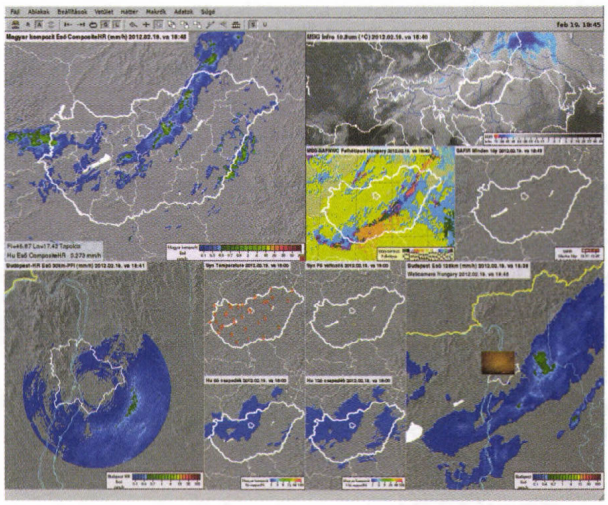


3. ábra Példa származtatott adatra: ECMWF és GFS modell eredménye közötti különbség 2m-es hőmérséklet (bal oldal) és 12 órás csapadék mezőre (jobb oldal). Ilyen térképet használva közvetlenül látható, hogy hol, milyen mértékű különbségek adódnak az egyes modellek között. Hasonló térkép készíthető egyazon modell két futásának eredményéből.

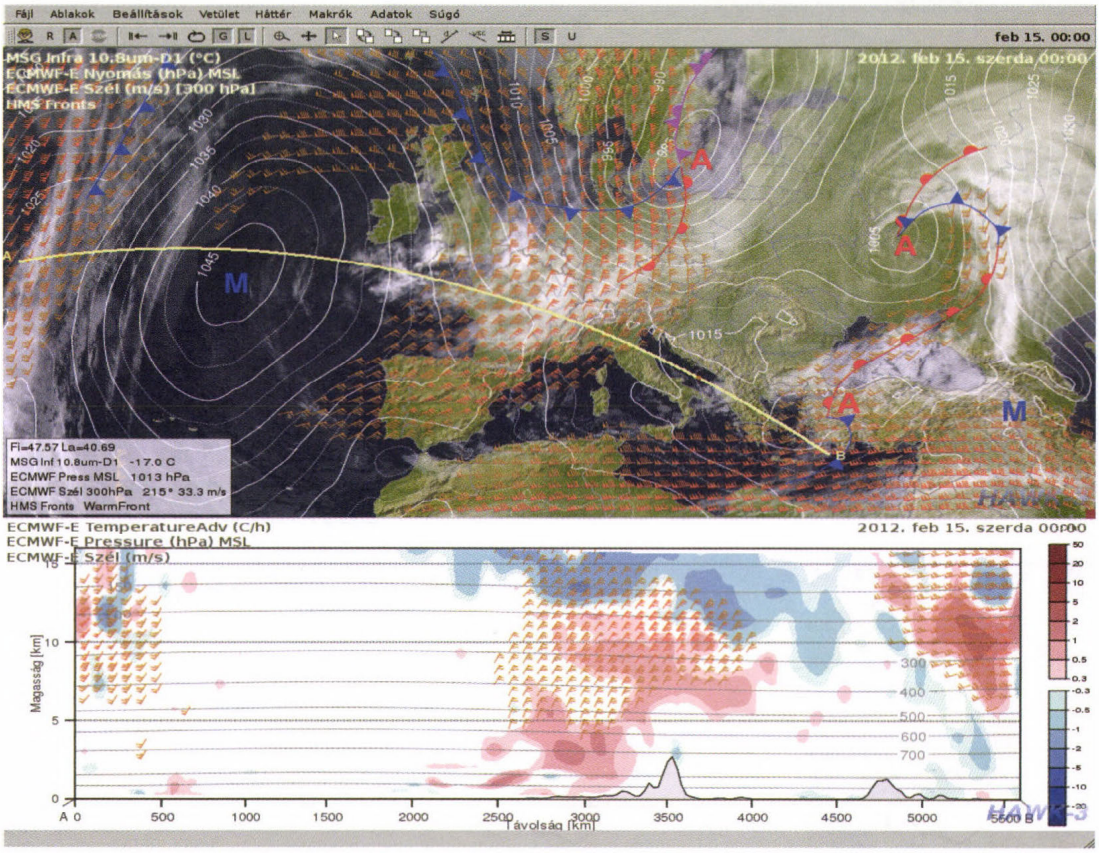
A felhasználók saját „szájízük" szerint előállított makrókkal tekinthetik át a különböző numerikus előrejelzések nyújtotta információkat, illetve talajközeli és magassági méréseket (*2. ábra*). A makrók előállításának szinte csak az egyéni képzelőerő szab határt. Több ablakban, több mező ábrázolható, annyi és olyan formában, amely a felhasználó számára még áttekinthető. Az adatok alapértelmezés szerint automatikusan frissülnek a modell eredmények vagy mérések frissülésével. Ez hatalmas előny, hiszen nem kell újra tölteni az adatokat. Lehetőség nyílik különböző előrejelzési modellek együttes megjelenítésére, de a modellek közötti, vagy akár ugyanazon modell különböző futtatásai közötti különbség bemutatására is (*3. ábra*), sőt származtatott adatok pl. halmazállapot kritériumok megjelenítésére is.

Illusztrációként számos képet lehetne felsorakoztatni, az itt bemutatott képek csupán néhány kiragadott példát mutatnak a felhasználási lehetőségekre, mint például csapadékzóna követése radarképen (*4. ábra*), vagy vertikális metszet készítése modell előrejelzésből (*5. ábra*).

További tervek. A program elsődleges felhasználói az előrejelzők, ezért elsősorban az ő igényeiket követve kerülnek be új tulajdonságok a programba. Elsőként a legalapvetőbb megjelenítési formák és adattípusok váltak elérhetővé, melyeket most már a kevésbé fontos (de legalábbis ritkábban vagy kevesebbek által használt) kiegészítések követnek. Ennek megfelelően a tervek között szerepel a repülésmeteorológiában használatos szignifikáns időjárási térképek, vertikális időbeli metszetek, vektoros SAF-NWC produktumok, trajektória és transzport modell eredmények megjelenítése. Ezenkívül számos kisebb volumenű fejlesztés várható, melyek hatékonyabbá teszik a rendszert, vagy a felhasználási lehetőségek körét bővítik.



4. ábra: Radar és műhold adatok, valamint földfelszíni megfigyelések együttes nyomon követésére alkalmas makró. Ezen a képen a radaradatok játsszák a főszerepet, a többi megfigyelés csak kiegészítő információ, kisebb kivágatban szerepel



5. ábra: Példa vertikális térbeli keresztmetszetre. A képen látható, hogy az Alpokat közelítő melegfront megjelenik a hőmérsékleti advekció vertikális keresztmetszetén

Irodalom:

Horváth Á., Duska G. 1994: Az újabb generációs számítástechnikai eszközök alkalmazása a meteorológiában. LÉGKÖR, 29.évf. 2. szám, 17-20

Horváth Á. 1998: Meteorológiai munkaállomások. Természet Világa, 129, 60-63

Kertész, S. 2001: A HAWK-2 meteorológiai munkaállomás. Beszámoló a 2001. évi tevékenységről, Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest, 179-187

2011 JÚLIUS: HALÁLOS HŐHULLÁM AZ EGYESÜLT ÁLLAMOKBAN
(Humán-bioklimatológiai magyarázó a hírekhez...)

JULY 2011: DEADLY HEAT WAVE IN THE UNITED STATES
(Human bioclimatological commentary to the news...)

Németh Ákos
Országos Meteorológiai Szolgálat 1525 Budapest, Pf. 38. *nemeth.a@met.hu*

Összefoglalás: A globalizáció egyik kézzelfogható jele, hogy egyre több és több hír jut el hozzánk a világ minden tájáról. Ezek a hírek leggyakrabban kontroll és változtatás nélkül megjelennek a hazai nyomtatott és elektronikus sajtóban. Gyakran szembesülünk azzal, hogy a válogatás nélkül átvett „színes" hírek olyan információt tartalmaznak, amit a magyar olvasók nem (vagy csak nagyon nehezen) tudnak értelmezni. A 2011 júliusában, az Egyesült Államokban pusztító hőhullám kapcsán is ez történt. A különböző híradásokban rendszeresen beszámoltak például a hőségindex extrém értékeiről, de az átlagemberek nem tudják mit takarnak a számok, hiszen hazánkban ez az index nem használatos. Az Országos Meteorológiai Szolgálatnál ezért szükségesnek láttuk, hogy ehhez a hírhez néhány magyarázó gondolatot fűzzünk.
Az itt közölt cikk eredetileg az OMSZ honlapján (www.met.hu) jelent meg 2011 júliusában.

Abstract: An obvious sign of the globalisation is that more and more news reach us from around the world. These news appear mainly without any control (and often without any change) in national printed and electronic media. The tabloid news, which are received from the foreign news agencies, often contain information that are not (or just hardly) understandable to the Hungarian readers. The same happened in July 2011 after a devastating heat wave in the US. For example extreme values of heat index were reported, but ordinary people are not aware of what it means exactly, because this index is not commonly used in Hungary. Therefore at the HMS we have decided to publish some additional information in relation to this news.
This article was published originally in July 2011 on the Hungarian Meteorological Service's website (www.met.hu).

Bevezetés. 2011 júliusában a hírműsorok vezető hírként számoltak be az Egyesült Államok keleti partvidékét elérő rendkívül meleg időjárásról. A 30 szövetségi államban, legalább 141 millió embert érintő hőhullám már az első héten 22 áldozatot követelt. Nem csak az embereket, hanem az állatokat is megviselte a forróság. A hírek szerint Dél-Dakotában mintegy 1500 szarvasmarha pusztult el a hosszan tartó meleg időjárás miatt. Az Egyesült Államok Nemzeti Meteorológiai Szolgálata (National Weather Service) szerint „az utóbbi öt évben tapasztaltak közül valószínűleg ez lesz a legjelentősebb hőhullám a térségben." Az idei hőhullám elsősorban a tartósságával tűnt ki a korábbi évek hőhullámai közül. Július közepétől augusztus elejéig tombolt a hőség. A NOAA Nemzeti Éghajlati Adatközpontja szerint 2011 júliusa a negyedik legmelegebb július volt az Egyesült Államok történetében. Oklahomában és Texasban a havi átlaghőmérséklet rekordot döntött (31,6°C és 30,6°C).

Az ember hőérzetét alapvetően négy meteorológiai paraméter — a hőmérséklet, a páratartalom, a szélsebesség és a testet érő sugárzás — határozza meg. A legfontosabb ezek közül természetesen a levegő hőmérséklete. Az Egyesült Államok keleti partvidékén, ezekben a napokban a déli órákban 35–37°C körül volt a hőmérséklet. Az emberi szervezet számára az igazi megpróbáltatást azonban az jelenti, hogy (különösen Virginia, Maryland, New Jersey térségében) a relatív páratartalom is igen magas volt, 80–90% körül alakult. A magas páratartalom lehetetlenné teszi az emberi szervezet számára a hatékony hőszabályozást. Testünk ugyanis leghatékonyabban az izzadás során tudja csökkenteni a maghőmérsékletet. Ha az izzadság párologtatása a magas nedvességtartalom miatt gátolt, akkor a szervezet belső hőmérséklete kórosan megemelkedik. Ez a hőháztartás teljes felbomlását, hőgutát, hőkimerülést, görcsös állapotot, szélsőséges esetben halált eredményez.

A hőség számszerűsítése; különböző bioklíma indexek. Hogyan számszerűsíthetjük az egyes hőhullámok veszélyességét? Erre a célra számtalan, ún. bioklíma index áll rendelkezésünkre. Ezek az indexek megmutatják, hogy az adott termikus környezetet milyennek érezzük, így a hőkomfort szempontjából pontosabban jellemzik a környezetünket, mint az egyszerű meteorológiai paraméterek. Az egyik legismertebb és leggyakrabban alkalmazott bioklíma index a ***fiziológiailag ekvivalens hőmérsékletet (PET)***. Definíciója szerint a PET annak a standardizált, fiktív "szobának" a hőmérséklete, ahol az emberi test ugyanolyan fiziológiai válaszreakciókat (bőrhőmérséklet, verejtékezés, stb.) ad, mint a valós termikus környezetben (*Matzarakis és Mayer, 1996*). A PET értékeit a hőérzet és a fiziológiai hatás alapján kategóriákba soroljuk (*1. táblázat*).

PET (°C)	Hőérzet	Fiziológiai hatás
< 4	Nagyon hideg	Extrém hideg stressz
4 - 8	Hideg	Erős hideg stressz
8 - 13	Hűvös	Közepes hideg stressz
13 - 18	Kissé hűvös	Enyhe hideg stressz
18 - 23	Komfortos	Nincs termikus stressz
23 - 29	Kissé meleg	Enyhe meleg stressz
29 - 35	Meleg	Közepes meleg stressz
35 - 41	Forró	Erős meleg stressz
41 <	Nagyon forró	Extrém meleg stressz

1. táblázat: A fiziológiailag ekvivalens hőmérséklet (PET) osztályozása a különböző hőérzet-kategóriák, illetve a fiziológiai hatás alapján

UTCI (°C)	Hőérzet	Fiziológiai hatás
< -40	Nagyon hideg	Extrém hideg stressz
-40 - -27	Erősen hideg	Nagyon erős hideg stressz
-27 - -13	Hideg	Erős hideg stressz
-13 - 0	Hűvös	Közepes hideg stressz
0 - 9	Kissé hűvös	Enyhe hideg stressz
9 - 26	Komfortos	Nincs termikus stressz
26 - 32	Meleg	Közepes meleg stressz
32 - 38	Forró	Erős meleg stressz
38 - 46	Erősen forró	Nagyon erős meleg stressz
46 <	Nagyon forró	Extrém meleg stressz

2. táblázat: Az univerzális hőmérsékleti klíma index (UTCI) osztályozása a különböző hőérzet-kategóriák, illetve a fiziológiai hatás alapján

HI (°C)	HI (°F)		Veszélyeztetettség
27 - 32	80 - 90	Figyelmeztetés	Fáradtság lehetséges folyamatos kitettség és aktivitás mellett
32 - 41	90 - 105	Fokozott figyelmeztetés	Hőgörcs és hőkimerültség lehetséges, folyamatos tevékenység hőgutához vezethet.
41 - 54	105 - 130	Veszély	Hőgörcs és hőkimerültség valószínű, hőguta lehetséges
54 <	130 <	Extrém veszély	Hőguta bekövetkezhet

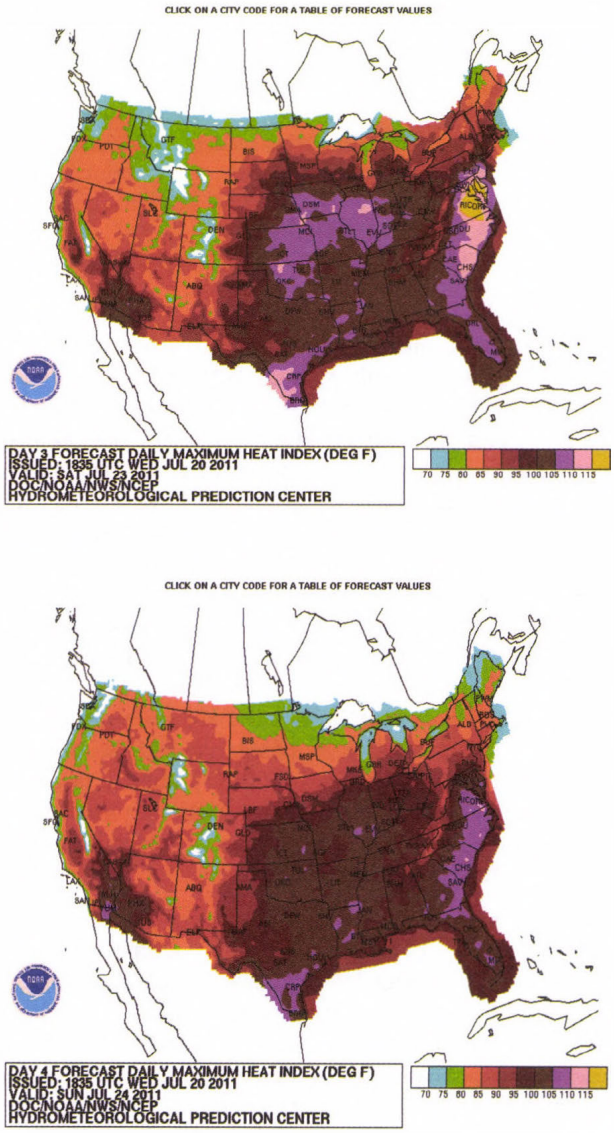
3. táblázat: A hőség index (HI) osztályozása a különböző veszélyeztetettség szerint

Város	Szövetségi állam	PET (°C)	UTCI (°C)	HI (°F)	HI (°C)
Washington	*District of Columbia*	44.7	50.9	143	62
Savannah	*Georgia*	44.4	40.8	106	41
Baltimore	*Maryland*	44.4	48.5	134	57
Atlantic City	*New Jersey*	41.8	51.7	146	63
Wilmington	*North Carolina*	38.2	40.0	123	50
Raleigh	*North Carolina*	39.3	38.4	109	43
Norfolk	*Virginia*	44.7	44.9	123	50
Richmond	*Virginia*	37.2	41.0	119	48

4.táblázat: A különböző bioklíma indexek alakulása egyes keleti parti városokban (2011. július 20.)

Az előbbihez nagyon hasonló index, a 2010-re kifejlesztett ***univerzális hőmérsékleti klíma index (UTCI)***. Definíciója ugyanaz, mint a PET-nek, csak a referencia környezet más (*Blazejczyk et al, 2010*). További különbség, hogy az UTCI számítása közben testünk energiaviszonyait egy rendkívül összetett fiziológiai modell segítségével határozzák meg. Az UTCI értékeit a *2. táblázatban* látható módon értelmezhetjük.

Az NWS által használt (és a hírekben is gyakran megjelenő) ***hőség index (HI)*** viszonylag egyszerűbb index. Kiszámításához mindössze a levegő hőmérsékletére és relatív páratartalmára van szükségünk (*Rothfusz, 1990*). A hőség index értékeit különböző veszélyességi kategóriákba sorolják be. A veszélyességi kategóriákat a *3. táblázat* mutatja.



1. ábra: Az NWS hőség index (HI) előrejelzése (2011. július 23-ra és 24-re)

Hőhullám a keleti parton (2011. július). 2011. július 20-án a keleti parti régiót is elérte a hőhullám. Erősségét jól mutatják a *4. táblázatban* látható bioklíma indexek. Mindhárom index esetében extrém magas értékek adódtak, különösen Washington DC., Baltimore és Atlantic City térségében.

Amerikai újságok mindeközben arra emlékeztettek, hogy – bár az idei hőhullám is jelentős – 2010 júliusának elején a mostaninál is nagyobb hőhullám söpört végig a keleti parton. Akkor a levegő hőmérséklete 40°C körül alakult, a hőség index (HI) értéke pedig helyenként megközelítette a 80°C-ot!

Veszélyeztet-e minket hasonló hőhullám? Ha a fiziológiailag ekvivalens hőmérséklet értékeit tekintjük, akkor elmondható, hogy hazánkban többször is előfordult ehhez hasonló, vagy ennél nagyobb kánikula. 2007 és 1998 júliusában 46-47°C között alakult a PET értéke. 1963-ban még ennél nagyobb volt a hőség, a PET ekkor megközelítette az 50°C-ot. 2011-ben, a július eleji magyarországi hőhullám idején a PET értéke Budapesten 44,8°C volt. Megállapítható tehát, hogy Magyarországon, a tengerentúlon ugyanebben az időszakban tapasztalhatóhoz hasonló mértékű hőhullám kialakulására – ha nem is gyakran – számítani lehet. Meg kell ugyanakkor jegyezni, hogy az Egyesült Államokban pusztító kánikula és a hazánkban előforduló hőhullámok között jelentős különbség van. Magyarországon általában a száraz meleg, míg az Egyesült Államokban a nedves meleg hőhullám a jellemző. A nedves meleg időjárás jobban megviseli a szervezetet, a bevezetőben leírtak miatt.

Irodalom

Blazejczyk K., Broede P., Fiala D., Havenith G., Holmér I., Jendritzky G., Kampmann B., Kunert A. (2010): Pronciples of the new Universal Thermal Climate Index (UTCI) and its application to bioclimatic research in European scale. Miscellanea Geographica 14, 91-102.

Matzarakis A., Mayer H. (1996): Another kind of environmental stress: Thermal stress. WHO Newsletter 18, 7-10.

Rothfusz L. P. (1990): The heat index "equation" (or, more than you ever wanted to know about the heat index), NWS Technical Attachment SR90-23

KISLEXIKON

POCKET ENCYCLOPAEDIA

Folytatás a 148. oldalról

Geomorfológia: latin szó, jelentése felszínalaktan. A természettudomány egyik ága, ami a külső erők által alakított felszínt vizsgálja, illetve annak keletkezésével és változásaival foglalkozik. A felszínformáló erők közé tartozik például a szél, a víz, és a jég, de ide sorolják a tömegmozgásokat is (pl. csuszamlások, omlások). Alkalmazási területei többek között a geológia, talajtan, régészet, építészet. *(Rybár: Cholnoky Jenő meteorológiai és klimatológiai eredményei)*

NWC-SAF: az EUMETSAT (Meteorológiai Műholdak Hasznosításának Európai Szervezete) egyik munkacsoportjának elnevezése. A csoport célja olyan algoritmusok, szoftverek fejlesztése, amelyek a meteorológiai műholdas adatok és információk egységes kezelésére, feldolgozására irányulnak. A SAF (Satellite Application Facility) rövidítés nemzetközi munkacsoportra utal, míg az NWC a nowcasting szó mozaikszava. *(Rajnai et al: A HAWK-3, az Országos Meteorológiai Szolgálat megjelenítő rendszere)*

ppm (parts per million): az egész rész egy milliomodát (10^{-6}) jelenti, vagyis megadja a rendszer egységnyi részében (tömeg-, térfogat-, vagy anyagmennyiség) az adott komponens mennyiségét milliomodokban kifejezve. Mértékegysége: μg/g, mg/kg, cm^3/m^3; μmol/mol. *(Hollósy et al.: Milyen aszályviszonyokra számíthatunk a Kárpát-medence térségében a XXI. században?)*

Stüve-diagram: termodinamikai diagram, aminek abszcisszája a hőmérséklet, ordinátája a $-p^k$ nyomás, ahol k=Rd/cp. Ezt a típusú termodinamikai diagramot 1927 körül alkotta meg Georg Stüve. A diagramon függőleges egyenes vonalak jelölik az izotermákat, vízszintes egyenes vonalak reprezentálják az izobárokat, a száraz adiabaták szintén egyenes vonalak, de 45 fokban döntöttek. A nedves adiabatákat görbített vonalak jelölik. *(Rajnai et al: A HAWK-3, az Országos Meteorológiai Szolgálat megjelenítő rendszere)*

Folytatás a 160. oldalon

SZÁZ ÉVE SZÜLETETT DÉSI FRIGYES

(Dési Frigyes100. születésnapján, 2012. január12-én, az OMSZ székházban elhangzott előadás lejegyzett változata)

FRIGYES DESI WAS BORN HUNDRED YEARS AGO

(Written version of presentation held in OMSZ headquarter celebrating 100. birthday of Frigyes Dési, 12. January 2012)

Dunkel Zoltán

Országos Meteorológiai Szolgálat, H-1525 Budapest, Pf. 38., *dunkel.z.@met.hu*

Összefoglaló. Dési Frigyes születésének 100. évfordulóján elhangzott bevezető megemlékezésben összefoglaltuk a szakmai pályafutás legfontosabb elemeit a középiskolai matematika-fizika szakos tanári diplomától az elnökként való nyugdíjba vonulásig. A közel negyedszázados vezetői pályafutás során nemcsak intézet vezetőként, hanem egyetemi oktatóként is sokat tett a magyar meteorológia fejlődéséért. Eredményei közül kiemelkedőek a nehéz politikai helyzetben a szakma elméleti és műszeres alapjainak fejlesztéséért tett erőfeszítései, az IDŐJÁRÁS szakmai folyóirat több nyelven történő kiadása, a LÉGKÖR megalapítása, a Beszámoló Kötet elindítása. A fiatal munkatársak külföldi féléves, éves ösztöndíjas útra való küldésével, egy oly korban, amikor nehezen lehetett utazni, komoly szakember gárdát hozott létre. A Szolgálat létrehozásával jelentősen növelte az intézet elismertségét, s vidéki objektumok kialakításával súlyt adott az országos szolgálat jellegnek.

Abstract. In the introductory commemoration on the 100th anniversary of Frigyes Dési's birth we summarized the most important elements of the vocational career from the mathematics physics teacher's diploma until the retiring as president of the Service. The close in the course of an almost twenty-five-year managerial career not only the institute as a leader, but made a lot for the development of the Hungarian meteorology as a university professor. His efforts made for the development of the theoretical and instrumental bases of the 'meteorology' in the heavy political situation standing out from his results, the IDŐJÁRÁS journal happening on more languages, founding the internal institutional information journal 'LÉGKÖR', or starting 'Reporting Issues'. The young work companions with sending him onto a foreign country six-month, year road with a scholarship, in an age like that, a serious specialist created a guard when it was possible to travel difficultly. It increased an institute's reputation by the Service's formation significantly, and the national service provided weight to a character with the forming of a real country-wide objects.

Bevezetés. Egyszer egy születésnapi köszöntő során az egyik gratuláló szájából az hangzott el, hogy az ünnepi összejövetel nemcsak a jubiláló számára ünnep, hanem az az egybegyűlteknek is. Ez a megállapítás sokkal inkább érvényes egy százéves születésnapi köszöntésre, ahol az ünnepelt már nincs közöttünk. Dési Frigyes mai fogalmaink szerint viszonylag fiatalon, 66 éves korában, mindössze négy évvel nyugdíjazása után elhunyt. A megemlékezők jelentős része nem látta, nem hallotta, nem hallgathatta őt. Amikor megemlékezünk elhunyt nagyjainkról, nem csak a tettek és érdemek felsorolása a cél, hanem egy akart vagy nem szándékolt leltározás is, hogy vajon mi, közel egyidős kortársak vagy későbbi, netán kései utódok mit tettünk azóta, tettünk-e egyáltalán valamit. A felsorolás és értékelés arról is szól, hogy van-e még valami nyoma, emléke az „ünnepelt" munkásságának. Másrészt valahol az a vágy is vezet minket, hogy így vagy úgy valahol részesei vagyunk a méltatott életműnek, s ezáltal, ha kicsit is, de mi is halhatatlanná válunk. A halhatatlanság esélyeit illetően az emberek természetesen nem egyenlők. Milan Kundera írja *Halhatatlanság* című regényében, hogy meg kell különböztetnünk az úgynevezett *kis halhatatlanságot*, az emberek emlékét azok tudatában, akik ismerték, és a *nagy halhatatlanságot*, amikor olyanok őrzik az ember emlékét, akiket személyesen nem ismert. A 2012 januárjában rendezett emlékülés megemlékezői már nagyobb részben olyanok voltak, akik már személyesen nem ismerték a meteorológia egykori igazgató-elnökét és professzorát, de így vagy úgy találkoztak a nevével. Vannak, akik kézbe vették egyetemi tankönyvét, netán olvasták cikkét, esetleg érdeklődve skandálták egy-egy költeményét, vagy csak rápillantottak a nevét viselő emléktáblára, az intézet folyosóján függő fényképére. Az emlékülésen sikerült megszólaltatni egykori kollégáit az intézetből és az általa vezetett Meteorológia Tanszékről.

Életrajzi összefoglaló. Dési Frigyes élettörténete bővelkedik eseményekben. Nemcsak azért mozgalmas ez az életút, mert pályafutása során magasra emelkedett, hanem azért is, mert egy olyan történelmi koron ívelt át, amely az ország életében is igencsak eseménydús korszak volt. Budapesten, a IX. kerületben született 1881-es születésű édesapja, *Docskál Lipót*, és 1889-ben született édesanyja, *Bíró Mária* egyetlen gyermekeként. Szülei gondos nevelésben részesítették, s lehetővé tették számára, hogy tanuljon. Az Eötvös József Gimnáziumban tett érettségi vizsga után a budapesti Királyi Magyar Pázmány Péter Tudományegyetemen matematika-fizika tanári szakon tanult tovább 1929 és 1933 között. 1934. szeptember 26-án avatták képesített, okleveles középiskolai tanárrá, kiváló eredménnyel. Tanulmányai során nemcsak a szűk szakmai kérdésekkel és feladatokkal foglalkozott, s teljesítette a követelményeket, szinte mindig kitűnő eredménnyel, hanem nyelveket tanult, foglalkozott pszichológiával, költészettel. Aktívan vett részt az egyetemi ifjúsági szervezet munkájában. Egyetemi oktatóira mindig

szeretettel emlékezett, mint professzor sokszor idézte az általuk elmondottakat, néha megfeddve a hallgatóságot nem kielégítő humán műveltségükért.

A háborúra készülő ország a felsőfokú végzettségű férfiakra, mint lehetséges tartalékos tisztekre gondolt. Ennek megfelelően a diploma megszerzése után, 1934. október 1. és 1935. október 1. között Dési Frigyes Tolnán katonai szolgálatot teljesített, s mint karpaszományos őrmester szerelt le. A szolgálati idő alatt döntött nevének magyarosításáról. Az 1935. május 10-én megkapott végzésnek megfelelően, ettől az időponttól kezdve a Dési nevet viselte. A katonai szolgálat után fizetés nélküli ÁDOB (Állástalan Diplomások Országos Bizottsága) asszisztensként dolgozott a Tudományegyetem pedagógiai tanszékén. Az Ármentesítő Társulatok Nyugdíjintézetében sikerült órabéres alkalmazást nyernie. A Meteorológiai Intézet álláshirdetését megpályázva, 1937. június 15-én került az OMFI alkalmazásába. Csapadék feldolgozásokat végzett, klímaészleléseket folytatott. Amikor megürült egy szolgálati lakás, kérelmezte, hogy bentlakásos észlelő lehessen. Ez a munkakör nem tartott sokáig, 1939 áprilisában átigazolt a Magyar Királyi Légierőkhöz. Először polgári alkalmazottként dolgozott, majd hivatásos tiszt lett. 1942-ben megnősült. *Békési Margitot*, matematika-fizika szakos évfolyamtársát vette feleségül. E házasságból egy lánygyermeke született.

Először Mátyásföldön és Budaörsön teljesített szolgálatot, mint időjelző. 1942. júniustól szeptemberig a keleti frontra vezényelték. A frontszolgálat után Budaörsön időjelző századparancsnoki beosztásba került. 1944. október 28-án doktori szigorlatot tett Steiner Lajos korábbi hathatós segítségével és közreműködésével. Egyetemi doktori disszertációjának címe: „A nedves hőmérséklet alkalmazása a zivatarelemzésben".

1945. január 18-án, immár századosi rangban, szovjet hadifogságba került, ahonnan csak 1947 októberében szabadult. A fogolytáborban antifasiszta aktivista funkciót vállalt. Kiszabadulásában antifasiszta tevékenysége mellett valószínűleg szerepe volt *Réthly Antal* akkori igazgató MASZOVLET szovjet vezetőjének írt kikérő levelének is. Fogsága alatt meghalt a kislánya és felesége is. Hazatérése után folytatta hivatalos katonatiszti pályáját. 1947. október végén belépett a Magyar Néphadseregbe időjelző tisztként. 1948. július 22-én pedig belépett a pártba, ami a kommunista és a szociáldemokrata párt egyesülése után a Magyar Dolgozók Pártja nevet viselte akkor. A Honvédség kötelékében 1949-ben a Repülő Időjelző Központ (RIK) parancsnoka lett. A Földművelésügyi Minisztérium felügyelete alá tartozó Országos Meteorológiai és Földmágnességi Intézetben 1950 őszén elszabadultak az események. Először váratlanul letartóztatták és Recskre száműzték Tóth Géza igazgatót, ez intézet élére semmilyen szakmai képesítéssel nem rendelkező „munkásigazgató"-t neveztek ki, aki elkezdett „rendet csinálni". A szakmai káosztól és összeomlástól az mentette meg az intézetet, hogy a Honvédelmi Minisztérium alá rendelték, eltávolították a munkásigazgatót, s helyette 1950. december 15-én alezredesi rangban Désit nevezték ki parancsnoknak. Egyúttal a geofizika kivált az intézetből, s elnevezése húsz évre Meteorológiai Intézet lett. Az OMI új létszáma az átszervezések után 139 fő. Az intézet rendbetétele mellett az új parancsnok a tudományos életben is aktivizálta magát. 1951. február 19-én az MTA III. osztály titkára lett. Ettől az évtől ő az IDŐJÁRÁS folyóirat szerkesztő bizottságának elnöke, egészen 1977-ig. A Magyar Meteorológiai Társaság 1955-ben, egy ciklusra, 1959-ig elnökévé választotta.

Mint intézet igazgató ebben az évben részt vett Párizsban az IMO utolsó és a WMO első kongresszusán. Az 1953-as év nagy változást hozott az Intézet életében. A felügyeletet a Minisztertanács Hivatala vette át, s a parancsnokból civil igazgató lett. Dési szeptember 1-én egyetemi tanári kinevezést kapott. A szovjet tudományos minősítési rendszer átvételével védés nélkül, egy dolgozat beadásával a fizikai tudományok kandidátusa címet is megkapta. Második házassága, *Proszwimmer Edit*tel, szintén erre az évre esik. Ebből a házasságból egy fia és ikerlányai születtek. 1956-ban megindította belső szakmai tájékoztatóként a LÉGKÖR-t, aminek szerkesztését szintén maga vezette.

Szomorú és megrendítő tény, hogy 1956. november 4-én – a szovjet csapatok Budapest elleni támadása során – Tűzoltó utcai lakását találat érte, s egyik kisleánya a kezei között halt meg. Az 1956-os Forradalom leverése után, a kommunista párt újjászervezése során belépett az immár szocialistára átnevezett pártba, az MSZMP-be. A szakmai munka mellett bevetette magát a politikai tevékenységbe is. Tagszervező lett, sőt 1957-ben az MSZMP kongresszusán küldött is. Politikai pályafutása ettől kezdve erősen felfelé ívelt. 1958. november 16-án országgyűlési képviselővé választották. 1960-tól az Interparlamentáris Unió magyar-olasz tagozatának elnöke volt. Képviselői megbízatását a következő választáson, 1963. február 24-én, meghosszabbították. 1963 és 1974 között újból a Magyar Meteorológiai Társaság elnöke lett.

Beválasztották a kollektív államfői testületbe, az Elnöki Tanácsba. A tudományos pályán újabb fokozatot szerzett, 1966. december 1-én védés nélkül megkapta az MTA műszaki tudományok doktora fokozatot. Az OMI felügyelete 1967-ben ismét változott, ezúttal a Magyar Tudományos Akadémia fennhatósága alá került. Ez az alárendeltség nem tartott sokáig, mert 1968-tól az 1962-ben létrehozott, minisztériumi rangban lévő OMFB (*Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság)* lett az OMI gazdája. Dési tervei és elképzelési nagyon nagy ívűek voltak, valószínű nem fértek bele az Akadémia profiljába. Az mindenesetre tény, hogy meteorológiai akadémiai kutatóintézet nem jött létre.

Az OMI-ból 1970-ben az OMFB elnökének felügyelete alatt új szervezet jött létre, az Országos Meteorológiai Szolgálat. A Szolgálat három intézetből állt: Központi Meteorológiai Intézet (KMI), Központi Előrejelző Intézet (KEI) és Központi Légkörfizikai Intézet (KLFI). Létrejött egy ún. központi hivatal is, a Szolgálat elnöksége. Az új intézmény elnöke Dési lett. Mivel elsősorban tudományos

feladatokkal foglalkozott, a KLFI-t időnként úgy emlegetik, hogy az az OMSZ kutató intézete volt. A jogszabályok változása miatt másodállásban senki nem lehetett vezető, így 1971. május 27-én lemondott tanszékvezetői állásáról. 1974. március 27-vel saját kérésre nyugállományba vonult. Nyugdíjazásával egy időben, harmadszor is megnősült, házasságot kötött Antal Margittal. A visszavonult igazgató intenzív szépirodalmi tevékenységbe kezdett. Felolvasó esteket tartott, költők társaságában mutatkozott. Irodalmi tevékenységét egészen 1978-ban bekövetkezett haláláig folytatta.

Eredmények. Dési főbb kutatási területei a légkör egyensúlyi feltételeinek értelmezése, különös tekintettel a zivatarok előrejelzésére; a meteorológiai állomáshálózatok sűrűségének meghatározása; a meteorológiai kutatások, szolgáltatások és a környezetvédelem meteorológiai modelljének gazdasági hatékonysága volt. Szakmai cikkeinek száma: 87. Írt 8 egyetemi jegyzetet és tankönyvet is Ezek közül kiemelkedik a Dési-Rákóczi: A Légkör dinamikája című mű. Neve alatt jelent meg 25 ismertetés és bírálat. Népszerűsítő írásainak száma:33. Ezen kívül még publikált 50 filozófiai írást és 80 előszót. Az intézet életében és szervezetében hozzá kötődő legfontosabb változások: az Aerológiai Obszervatórium, a későbbi KLFI létrehozása Budapest Pestszentlőrincen, a Gilice téren, 1955-ben. Kutató bázisokat alakított ki, Martonvásáron (Agrometeorológiai Obszervatórium), Kecskeméten (Agrometeorológiai Obszervatórium) és Siófokon (Viharjelző Obszervatórium). Az Intézetből Szolgálat lett, szervezett központi hivatallal és 3 intézettel, 1970-ben. Megalapította a Légkört 1956-ban. Többnyelvű tudományos folyóirattá alakította át a korábban inkább népszerűsítő jellegű Időjárást. Bevezette a Beszámoló Kötetek rendszerét, amivel folyamatos és kötelező jellegű publikálási lehetőséget biztosított a munkatársaknak. Talán legjelentősebb eredménye, hogy külföldi ösztöndíjakat szerzett a fiatal kutatóknak, s egy oly korban, amikor alig lehetett külföldre utazni, 20 tehetséges fiatal meteorológusnak lehetővé tette, hogy az Egyesült Államokban, Kanadában, Angliában és természetesen a Szovjetunióban képezze tovább magát, fejlessze nyelvtudását. Ezzel egy széles látókörű, nemzetközi fórumokon a helyét megálló ütőképes szakember gárdát nevelt ki. Nevéhez fűződik, hogy a meteorológus szakképzést az új Meteorológiai Tanszéken 1953-tól jelentősen átszervezte.

Epilógus. Dési Frigyes életéről olvashatunk a visszaemlékezésekben, ha csak rövid ideig is, kortársak voltunk, ki így, ki úgy hordoz magában emlékeket. A megemlékező késői utódban a tekintélyes és szigorú professzor alakja jelenik meg, akit alig mert megszólítani. Van, aki a kemény, néha önkényes vezetőre emlékezik. A levelekből és a feljegyzésekből időnként felbukkan egy erőszakos, kompromisszumot nem nagyon ismerő vezető képe. Ezek az emlékek az emlékezőkkel együtt elmúlnak, elhalványulnak. Maradnak a rideg tények, az emléktábla a falon, a szigorú arcot mutató fénykép. Új tankönyveket adnak ki, de az újakat a régiekből tanultak írták, s így a professzor életműve beleépül, átöröklődik az újabb generáció tudásába. Az intézmény, amit 24 éven keresztül vezetett, ma is azt a nevet viseli, amit ő adott neki: Szolgálat. Valahol több és tekintélyesebb, mint ha „*csak*" intézet lenne. Ez mindenképp egy tőke, egy erkölcsi alap, s ezt a tőkét, ezt a tekintélyt még ma is használjuk, hasznosítjuk. Végezetül legyen itt egy idézet Dési Frigyestől, a költőtől:

„Ha emberré válsz, kerül a félelem,
pokol meg menny bánja, ha megtagad,
s ha a földön jársz, soha nem vétkezel:
de merd, mindig, merd adni önmagad."

Nem könnyű tanács. Dési Frigyes mindig merte adni önmagát, még akkor is, amikor ez se neki, se a környezetének nem volt egyszerű. Nevét nem véletlenül őrzi emléktábla, amely a nagy előd és fejlesztő Konkoly-Thege Miklóssal együtt emlékezteti az utódokat.

Irodalom

Dunkel, Z. és Sáhó, A. 2010: Egy rendhagyó riport a magyar meteorológia nagy öregjével, Zách Alfréddal. Légkör 55, 76-83
Simon, A. 2000: Dési Frigyes, karrier a szocializmusban, OMSZ pp. 248
Simon, A. 2004: Magyarországi meteorológusok életrajzi lexikonja. OMSZ, pp.135
Szerkesztő Bizottság, 1974: Dési Frigyes nyugalomba vonult. Időjárás 78, 133-136
Szerkesztő Bizottság, 1972: Dési Frigyes 60 éves, Időjárás 76, 5-9

2012. január 12- én az Országos Meteorológiai Szolgálat megemlékezett egykori elnöke, Dési Frigyes születésének 100. évfordulójáról. Az ünneplő munkatársak megtöltötték a Szolgálat földszinti dísztermét. Az előadókat hallgatva tudatosult igazán az utókor számára, hogy Dési Frigyesnek életében hány féle szerep jutott. Zsenialitása, több irányú elkötelezettsége különlegessé tette kortársai között is, s az őt követő elnökök sorában is. Az OMSZ-ot eddigi leghosszabban elnöklő, s a Meteorológiai Tanszéket leghosszabb ideig vezető, nagy tekintélyű, határozott irányítója volt a rá bízott feladatoknak. Az általa megélt korszak számunkra már történelem. Más gondokkal, más politikai, gazdasági és szakmai feladatokkal birkózik a mai meteorológus közösség. S mégis, erre a délutánra megjelent előttünk az emlékezők szavain át az Országos Meteorológiai Intézet – majd Szolgálat -, a frissen megalakult Magyar Meteorológiai Társaság, az egyetemi oktatás meteorológiai színtere, az ELTE Meteorológiai Tanszéke, s nem utolsó sorban a katonai meteorológiai tevékenység – abban az időben még más hangsúlyt kapó – emlékezete. S a közös kapocs: Dési Frigyes, aki katona, politikus, meteorológus, tanszékvezető tanár, intézményvezető, szervezet- és tudományos folyóirat alapító és mellette: édesapa, családfő. Mindenütt főszerepben, mindenütt a felelősség teljes súlyával. Az előadók voltak: Antal Emánuel, Ambrózy Pál, Barát József, Bartholy Judit, Dési Frigyes, Dunkel Zoltán, Felméry László, Radics Kornélia. Czelnai Rudolf köszöntését Móring Andrea tudományos titkár olvasta fel.

DR. DÉSI FRIGYES EMLÉKEZETE

(Dési Frigyes100. születésnapján, 2012. január12-én, az OMSZ székházban felolvasott kézirat)

IN MEMORIAM DR.FRIGYES DESI

(Manuscript read in the headquater of OMSZ celebrating the 100. birthday of Frigyes Desi, on 12th January 2012)

Czelnai Rudolf

Magyar Tudományos Akadémia, *cz32r@t-online.hu*

Összefoglalás. A tanítvány és hivatali utód ezzel az írással emlékezett meg Dési Frigyesről.

Abstract. As a student of Frigyes Dési and the following president of the OMSZ after him, Rudolf Czelnai commemarate him with this letter.

A Királyi Magyar Meteorológiai Intézet egyike volt a világ legkorábban létrejött ilyen célú intézményeinek. Ugyanakkor kis, családias intézmény volt. A kollégák szerették és becsülték egymást, és az is már a kezdetektől élő hagyománnyá vált, hogy az egymást követő szakember generációk megemlékeztek az elődeikről. Ez a tradíció méltó arra, hogy fenntartsuk, és ezért többek közt én is, mint több kollégám, örömmel teszek eleget a felkérésnek, hogy Dr. Dési Frigyes születésének 100. évfordulója alkalmából felidézzem hajdani nagyra becsült tanárunk, igazgatónk és elnökünk személyéhez kötődő emlékeimet.

Hiszem, hogy nem hangsúlyozhatjuk eléggé azt a meggyőződésünket, hogy Dési Frigyes a magyar meteorológia központi intézményének, a hazai szakmai oktatásnak és a hazai szakma egészének is kiemelkedő, meghatározó személyisége volt. A magam részéről nagy tisztelettel és szeretettel emlékezek rá, és ez a tisztelet és szeretet az idő múlásával egyre inkább erősödött, és erősödik bennem.

A második világháborút követő évtized, ehhez kétség nem férhet, olyan időszak volt, amikor nemzeti önbecsülésünkhöz méltatlan őrültek hada még azt is igyekezett elpusztítani, amit a háború meghagyott. A hazai Meteorológiai Intézet vonatkozásában elegendő Szirmai Ervin munkásigazgató rémtetteit említeni, aki Tóth Géza személyén átgázolva, és a hatalmat magához ragadva, rövid ideig tartó regnálása alatt pokollá változtatta ezt a korábban viszonylag csendes, családias, kulturált és békés tudományos intézményt. Az akkoriban történtekről ma már kevesen tudnak.

Szirmai Ervin ámokfutását követően Dési Frigyes nehéz feladata volt az intézeten belüli állapotok konszolidálása.

Az ország akkori helyzetének jellemzésére hadd tegyek egy kitérőt Tildy Zoltánra emlékezve, aki 1945. november 15-től 1946. február 1-ig az ország miniszterelnöke volt, majd az 1946. február 1-én megszüntetett magyar királyság helyébe lépő dicstelen II. Köztársaságnak államfője lett. Tildy akkoriban a következőt mondta valakinek: "Most 50 év következik szovjeturalom alatt, s a legnagyobb cél, amit kitűzhetünk: az ország szellemi átmentése!" Ez az átmentés reménytelen vállalkozás volt, és nem is sikerülhetett jól. Sokat vesztett az ország. Ami tragikus, és ezt az érzésünket nem enyhíti, ha hozzátesszük, hogy brit és amerikai politikusok akkoriban azt tanácsolták Tildy Zoltánnak, hogy igyekezzen megnyerni a szovjethatalom tetszését, vagyis világossá tették számára, hogy rájuk nem számíthat.

Egy kis ország mindig arra kényszerül, hogy alkudozzon a hatalmasokkal. Ehhez ész kell, bátorság és taktikai érzék. Dr. Dési Frigyes, aki a honvédség meteorológiai szolgálatától került át az Intézet élére, pontosan értette ezt a helyzetet. Ebben segítette a katonai tapasztalat és a szovjet hadifogság tapasztalata is. Számomra csak az 1956. októberi forradalom történései során vált világossá, hogy Dési Frigyes személyiségének kulcsa az, hogy jó katona módján gondolkodott. Közösségi ember volt, aki felelősséget érzett azért, hogy a rábízott személyek és nemzeti értékek megóvása érdekében megtegye, amit az adott körülmények között egyáltalán megtehetett.

1956 októberében Intézetünkben is megalakult a forradalmi bizottság. Ennek elnökévé közfelkiáltással Hille Alfréd nyugalmazott repülő ezredest választottuk meg, aki ezt a feladatot bölcsen, és a rá jellemző végtelen nyugalommal és jóindulattal látta el. Forradalmi tisztsége miatt Hille bácsinak mégis komoly baja lehetett volna. Végül a haja szála sem görbült meg, mert Dési Frigyes határozottan kiállt mellette.

Volt idő, amikor politikai szerepvállalásai miatt nem értettem őt, de a nemzeti forradalom leverését követő nehéz években Dési Frigyes bebizonyította, hogy mindig lojális maradt azok iránt, akikkel sorsa összekötötte. Akkor értettem meg, hogy személyiségének kulcsa a katona gondolkodásmódja. Ezt én is jól ismertem. Négy év, melyet tíz éves koromtól kezdve katonaiskolában, majd viszontagságos katonai táborokban töltöttem,

megtanított erre. Sőt, meggyőződésem, hogy sokan mások is megtanulták, akik bizonyos dolgokon hozzám jogok, fennkölt elvek, meg mások mögé elbújni. Hogy attól a dolgok nem lesznek jobbak, ha valaki kitér a felelősség vállalása elől, mellyel társainak tartozik.

Azokban az időkben, a dohányfüstbe burkolt, félelemszagú pártirodák, névtelen levelek és ostoba politikai törtetők világában, bármely intézmény vezetője csak nagyon szűk kényszerpályákon mozoghatott. Kivételes rátermettségre vallott, ha valaki – legalább egy-két általa fontosnak tartott területen – képes volt bővíteni a mozgásterét, hogy megtehesse, amit akár szakmai, akár hazafiúi elkötelezettségből eredően megteendőnek tartott. Dési Frigyesben megvolt ez a kivételes rátermettség.

Egyszer, egy miénkhez képest sokkal nagyobb tudományos intézmény vezetője a következőt mondta – történetesen a fülem hallatára – Dési Frigyesnek: "Idefigyelj, barátom, itt csak akkor maradhatsz talpon, ha nem hagyod, hogy a hátadba kerüljenek". Talán valaki ráismer, hogy e röviden vázolt taktika lényegében a légi harc taktikája és nem lehet teljesen véletlen, hogy az illető – ugyanúgy, mint Dési Frigyes – korábban repülőtiszt volt. Mindenesetre tény, hogy Dési Frigyes hasonlóan átmentek, hogy vannak helyzetek az életben, amikor az emberrel minden megtörténhet, és nem lehet hosszú időn át képes volt kivédeni azt, hogy a butaságból kártevők a hátába kerüljenek. Ez kellett ahhoz, hogy távol tarthassa őket attól a két területtől (az oktatástól és a nemzetközi kapcsolatoktól), amelyeket a legfontosabbaknak tartott. Ezzel érte el, hogy életművét ma is maradandó, és kiemelkedően megbecsülendő értéknek tekinthetjük.

Neki köszönhettem, mikor a nyomába léptem, hogy Európa egyik legjobban működő meteorológiai szolgálatának lehettem egy időre a vezetője. Akkorra a hazai meteorológia országos intézményében ő már újra helyreállította a régi, kulturált légkört. A kollégák szakmailag felkészültek voltak, örömmel jöttek be a munkahelyükre dolgozni, szerették egymást, és ezért sokan irigyeltek is minket szerte az országban.

Amikor kollégáimmal Dési Frigyesről beszélünk, mindig szóba jön, hogy emberi dolgokban milyen sokat tanultunk tőle. Mert mindig tudta a dolgok fontossági sorrendjét. Mert nemcsak jó katona volt és jó közösségépítő ember, hanem jó szakember is, és mindenekfölött kivételesen művelt, okos és bölcs ember.

Nagy tisztelettel és szeretettel gondolok vissza rá.

KISLEXIKON

POCKET ENCYCLOPAEDIA

Folytatás a 155. oldalról

Szignifikáns időjárási térkép: a meteorológiai központokban készülő repülésmeteorológiai térképek, amelyek különböző magassági tartományokra szólnak (alacsony, közép, magas szintű), és fix időpontra érvényesek. Többek között a következő információkat tartalmazzák: zivatarok, erős squall line-ok, közepes vagy erős turbulencia, közepes vagy erős jegesedés, nagy kiterjedésű por-, vagy homokvihar, tropopauza magassága, frontok helyzete a talajon, mozgási irányuk és sebességük…stb (forrás: Sándor V.- Wantuch F.: Repülésmeteorológia c. könyve) *(Rajnai et al: A HAWK-3, az Országos Meteorológiai Szolgálat megjelenítő rendszere)*

Tefigram: termodinamikai diagram, amelynek abszcisszája a hőmérséklet, míg ordinátája a potenciális hőmérséklet logaritmusa. Ezt a típusú diagramot 1915-ben Napier Shaw alkotta meg. A diagramon az izotermák egyenes, 45 fokos szögben jobbra döntött vonalak, az izobárok vízszintesek és enyhén görbítettek. A száraz adiabaták szintén egyenesek, és 45 fokos szögben balra dőlnek. A nedves adiabatákat görbített vonalak jelölik *(Rajnai et al: A HAWK-3, az Országos Meteorológiai Szolgálat megjelenítő rendszere)*

Turzás: tengerek, óceánok sekélyvizű partjai mentén kialakuló szigetívek, amelyek a hullámmozgás által lerakott hordalékból alakulnak ki. A turzás ott jön létre, ahol a hullámok elvesztik hordalékszállító mozgási energiájukat. A turzás eleinte a tengerfenéken jelenik meg, majd idővel a felszínre bukkanhat. A turzás gerincvonala a legmagasabb hullámok magasságával egyenlő. A turzás és a part között öböl vagy lagúna jön létre *(Rybár: Cholnoky Jenő meteorológiai és klimatológiai eredményei)*

ÉDESAPÁM: DR. DÉSI FRIGYES - 2012. JANUÁR 12.

MY FATHER, DR. FRIGYES DÉSI – 12. JANUARY 2012.

Dési Frigyes

Szeretettel köszöntöm a megjelent Hölgyeket és Urakat! Külön köszönöm mindenkinek, akinek része volt abban, hogy édesapámról, 34 évvel ezelőtti eltávozása után is még ilyen szeretettel emlékeznek!

Az előttem szólók tudományos, szakmai oldalról elmondták, hogy édesapám mikor, mit tett a meteorológia magyarországi fejlődéséért, oktatásáért és nemzetközi kapcsolataiért, hogyan járult hozzá a különböző szakterületekhez, társtudományokhoz a meteorológia tudománya segítségével. Elmondták, hogy milyen lehetőségeket teremtett kollégáinak munkájuk magasabb szinten történő ellátásához, kutatásokhoz.

Én most néhány mondat erejéig szeretnék róla, a tudományos munkássága mögött lévő emberről megemlékezni. Teszem ezt azért, hogy egyes cselekedetei, a vele történt események egy kicsit érthetőbbé válhassanak.

Családunk: apám, apai nagymamám, édesanyám – apám második felesége – húgom és én 1956 és 1972 között, az akkori Országos Meteorológiai Intézetben laktunk egy szolgálati lakásban. Számomra és testvérem számára ez egy életre szóló emlék, az itt töltött idő életünk egyik legmeghatározóbb szakasza volt, hiszen gyakorlatilag teljes gyermekkorunkat itt töltöttük.

Én minden szabadidőmet az udvaron töltöttem, a garázsban, a különböző műhelyekben, a műszerkertben. Ha nyugalomra vágytam, felmentem a toronyba, ha tehettem, néha a vidéki állomásokra is ellógtam. Nagyon sok és sokféle emberrel volt kapcsolatom, sajnos közülük sokan már nincsenek köztünk, ha csak a két legutóbb eltávozott Bóna Mártára és Vissy Károlyra gondolok. Azért hála Istennek, ahogy látom és ahogy tudom, még számosan élnek a „régiek" közül. Helyzetemnél fogva, nekem több „nevelőm" is volt. Édesapám rendkívül elfoglalt ember volt, és bár több generációt oktatott, de csak felsőfokon, az ennél lényegesen fiatalabb korosztály neveléséhez nem igen értett. Néhány „szükséges, jó időben" elcsattant – teljesen megérdemelt – pofont nem tőle, hanem az Intézet földszintjén kaptam meg (hadd ne mondjak neveket...), de más, szelídebb módon is sok hasznos útravalót kaptam másoktól. Néhány kivételtől eltekintve senki sem kezelt húgomat és engem a „főnök gyerekeként".

Még Docskál Frigyesként, 1932-ben

Ami talán a legjellemzőbb volt édesapámra: – mai szóval – a sikerorientáltság. Nagyon nehezen viselte a sikertelenséget; a várható siker érdekében mindent megtett, sokszor a megalkuvásig is. Ezt lehet az adott pillanatban kritizálni, de sokszor a döntéseket hosszú távon kell értékelni, így kiderül, hogy ami első látásra megalkuvásnak vagy érthetetlennek tűnt, valójában sokszorosan megtérülő előrelátás volt. Amikor a meteorológiai szervezet sikeres működése volt a tét, néha tett olyat, ami akkor, a pillanatnyi helyzet figyelembevételével, vitatható volt, de hosszú távon bebizonyosodott, hogy egy távolabbi cél eléréséhez ez volt az egyetlen választható út. Ennek a problémának a belső feldolgozása, a kritizálókkal, gáncsoskodókkal való folyamatos és kilátástalan küzdelem sokszor meghaladta az erejét.

Azt sem szabad elfelejteni, hogy legaktívabb éveiben, a meteorológia ügyének előmozdításáért folytatott – időnként nehéz – küzdelme mellett számos olyan magánéleti problémával is meg kellett birkóznia, melyek szinte „menetrendszerűen" jöttek, gyakorlatilag el sem rendezhette magában az egyiket, már jött is a következő:

- 1940-ben kéthetes korában meghalt első gyermeke;
- 1944 -1947 között orosz hadifogságba került;
- 1947-ben, mire hazatért a hadifogságból, tüdővészben meghalt első felesége;
- 1952-ben meghalt édesapja;
- 1956 novemberében a házunkat ért belövés következtében – szó szerint a kezei között – halt meg második házasságából született kislánya, húgom ikertestvére. Ezt a megrázkódtatást igazán soha nem heverte ki, de azt hiszem, az ilyet nem is lehet.

Az már csak „hab volt a tortán", hogy mindezekhez a „háttér", a II. világháborút megelőző időszak, maga a

II. világháború, az orosz hadifogság, majd a háború utáni meglehetősen zavaros évek és 1956 eseményei voltak...

Mindenki másként éli meg és kezeli a konfliktusokat. Van, aki ebben „nagymester", és semmi sem izgatja. Ő nem ilyen volt. Nem tudta a problémáit kiadni magából, mindent magába zárt. Ha mégis megpróbált önmagában „rendet tenni", sajnos legtöbbször a problémák belső kezelésének nem a legmegfelelőbb módját választotta, ami többnyire további problémákat szült. Az igazsághoz azért az is hozzátartozik, hogy ez soha nem ment a munkájának a rovására, „csak" az egészségének.

Rendkívül szigorú, – néha talán túlságosan is – igényes ember volt, munkatársaival, családjával, de önmagával szemben is. Problémái elől a munkába, feladatokba

Tihany, 1960: Auieszki Pál, Dési Frigyes, Zách Alfréd

menekült, gyakran szinte elviselhetetlen mértékben túlterhelve magát és lekötve minden idejét. Mindez sajnos második házasságát is kikezdte, és 1972-ben elvált édesanyámtól. Nem sokkal ezután ismét megházasodott, volt titkárnőjét vette feleségül, és elköltözött Gödöllőre.

Azt is el kell mondani róla, hogy a meteorológián kívül más irányban is tevékenykedett, foglalkozott politikával is.

1958-tól, két cikluson keresztül Országgyűlési képviselő volt. 1958-ban az Interparlamentális Únió Magyar-Olasz tagozatának tagja volt. Az 1963-tól kezdődő második Országgyűlési képviselői időszakában megválasztották az Elnöki Tanács tagjává, ekkor komolyan felmerült olaszországi magyar nagyköveti kinevezése is. Ígéretesen alakuló politikai karrierje részben szókimondásán, részben belső problémáinak - korábban már említett – nem mindenkor megfelelő kezelésén csúszott meg.

A politikai hatalom legfelső régióiban sem felejtette el a meteorológia ügyét, sőt akkori lehetőségeit elsősorban arra használta, hogy minél komolyabban és gyorsabban fejlődhessen a hazai meteorológiai hálózat, annak nemzetközi kapcsolatai, illetve a meteorológiai oktatás ügye. Amennyire egész életében próbált a magyar meteorológia, annak külföldi kapcsolatai vagy a fiatal magyar meteorológusok számára – az akkori időszakhoz képest – elképzelhetetlen lehetőségeket biztosítani, ő maga a legkevésbé sem volt anyagias.

Amikor 1956-ban találat érte akkori lakását, akkor költöztünk be az Intézetbe, a Tűzoltó utcai lakást helyrehozatala után átadta cserébe a kapott szolgálati lakásért. Amikor 1972-ben négyen elköltöztünk az Intézeti szolgálati lakásból, amely 138 m^2 volt, csupán egy 67 m^2-es tanácsi, óbudai panelt kért. A költözéskor szinte teljes – közel 3000 kötet körüli – könyvtárát az Intézet könyvtárának adta. Soha nem volt telke, autója. Egyetlen értékesebb festménye volt, azt is ajándékba kapta.

Édesapám, a „magánember" is sok mindennel foglalkozott, sok mindenhez értett és sok mindenhez nem:

Rendkívüli zenei tehetsége volt, előbb tanult meg kottát olvasni, mint írni-olvasni. Kiválóan játszott orgonán, zongorán, fiatal korában vadászkürtön. A hadifogságban több dalt is írt, ezek kézzel írt kottái máig megvannak. Otthon volt egy pianínónk, gyakran játszott rajta. Olykor-olykor ezeket a saját szerzeményű dalait is eljátszotta, elénekelte.

Szeretett és jól tudott sakkozni, versenyeket is nyert.

Magas szinten beszélt német és francia nyelven. Tulajdonképpen második anyanyelve a német volt, még mint osztrák állampolgár született, a papájával főleg németül beszélt. Saját magával szembeni igényességére jellemzően, minden nyaraláshoz magával vitt egy francia nyelvkönyvet, és tanult.

Rengeteget olvasott szépirodalmi, filozófiai könyveket és nem csak magyar nyelven, hanem esetenként németül vagy franciául is.

Nem csak olvasott, de sokat írt is. A szakirodalomtól a tankönyveken át az ismeretterjesztő művekig, de amit ma már kevesen tudnak: verseket is. Sokszor ezekben „írta ki magából" érzéseit, vívódásait, elkeseredettségét... Legtöbb verse hatvanadik életéve után született, miután teljesen elszakadt imádott meteorológiájától.

1966-ban megkapta a „Műszaki Tudományok Doktora" címet. Természetesen tudom, hogy ez mit jelent, de én „betű szerint" értelmezve a „műszaki" szót, soha nem hagytam ki az alkalmat a piszkálódásra, ha kétkezi műszaki feladat elé került, ugyanis ebben a tekintetben nagyon elesett volt. Egy lakatlan szigeten egy láda konzervvel és egy konzervnyitóval biztos éhen halt volna. Őszinte csodálattal nézett rám, amikor otthon egy kiégett izzót kicseréltem...

Rengeteget utazott, külföldön és Magyarországon belül egyaránt, de soha nem tanult meg autót vezetni. Elmondása szerint, állítólag egyszer megpróbálta, de emberbarát lévén ezt nem tette többé…

Mire este hazakerült, gyakran nagyon fáradt volt, szinte bármilyen helyzetben el tudott aludni, de – igazi magyar férfi módjára – azonnal felébredt, ha valaki kikapcsolta a TV-t – „ne kapcsold ki, nézem" mondta ilyenkor majd azonnal újra elaludt…

az az igazi apa-fia kapcsolat, persze ebben az is szerepet játszott, hogy 42 év korkülönbség volt köztünk. Férfiasan be kell vallanom, hogy édesapám megítélésében én is átestem egy hosszú fejlődésen, mára már szinte mindenben megértem Őt, és a kiváló szakember mellett egy, a maga módján a családját szerető apára emlékezem.

Befejezésül hadd idézzem egyik versét, amely jól tükrözi filozófiáját:

Az 1954-ben végzett évfolyam tatlálkozója 1964-ben

Nagyon erős dohányos volt, kétszer is „sikerült" elaludnia égő cigarettával. Egyszer a genfi szálló ágyneműjét sikerült kiégetnie, úgy törték rá az ajtót, mert füst jött ki az ajtó alatt, egyszer pedig otthon, kedvenc foteljét gyújtotta fel maga alatt, amelynek füstjére szerencsére Edit húgom felébredt. Nála kétszeresen is igaz volt a szlogen: „A dohányzás súlyosan károsítja ön és környezete egészségét!"

100 év nagyon hosszú idő, de sajnos a halála óta eltelt 34 év is. Korábbi bírálói remélhetőleg mára már megértették előrelátását, melyet fényesen igazoltak az elért eredmények. Ha utólag is, de elfogadták korábban általuk vitatott döntéseit, letisztult a róla alkotott kép, és maradt egy kiváló szakember, egy, a meteorológiáért, a fiatalokért mindent megtevő, szigorú és sokat követelő ember képe.

Sajnos én nagyon fiatalon – mindössze 24 évesen – vesztettem el, korábban, mint amikorra kialakulhatott volna

Merd adni önmagad

„Ha angyalnak tűnsz, gyötör a félelem,
gyanakszom: tán nem adod önmagad,
taszít a vádam, pedig én vétkezem,
az ördög súg érvet, de megtagad.
Ha némbernek tűnsz, repes a káröröm:
Az vagy, tudtam, most adod önmagad,
Pokolra szánlak, pedig a szót szövöm,
Az angyal is sugdos, de megtagad.
Ha emberré válsz, kerül a félelem,
Pokol meg menny bánja, ha megtagad,
S ha a földön jársz, soha nem vétkezel:
de merd, mindig merd adni önmagad."

MEZŐSI MIKLÓS EMLÉKEZETÉRE
2012. február 4. Budapest, Csillaghegy

IN MEMORIAM MIKLÓS MEZŐSI
Csillaghegy, 4th February, 2012

Dunkel Zoltán
Országos Meteorológiai Szolgálat, 1024 Budapest, Kitaibel Pál u. 1. *dunkel.z@met.hu*

Összefoglalás: Mezősi Miklós életének 82. évében, hosszantartó, súlyos betegség után 2012. január 4-én eltávozott közülünk. 1953-tól 1990-ig, nyugdíjazásáig az Országos Meteorológiai Szolgálatnál dolgozott, különböző munkakörökben. Az Éghajlati Osztályon statisztikus munkakörben kezdte pályafutását, 1954-től klímaészlelő feladatot látott el, majd az Aerológiai Obszervatórium technikusa, később segédmérnöke. 1960-tól villamosmérnöki diplomájának megszerzése után, a Műszerszerkesztő Csoport, majd annak átalakulása után a Műszerszerkesztő Osztály vezetője lett. 1965-től a Marczell György Obszervatórium helyettes vezetőjévé nevezték ki. Ezt a pozíciót 1969-ig töltötte be, amikor – az akkori elnök mellett - a műszaki fejlesztési ügyek felelőse lett – tudományos tanácsadó, ill. osztályvezető beosztásban.

1970-től két évig Kelet-Afrikában, 1980-ban 3 hónapig Etiópiában ENSZ szakértőként meteorológiai állomások telepítésének feladatával kiküldetést teljesített. 1984-85-ben 1-1 hónapig WMO konzultánsként Genfben tartózkodott. Nyugdíjasként, 1993-tól 2010-ig külső munkatársként tovább dolgozott; a Múzeum állományának katalogizálása, a múzeumi tárlók kialakítása, a gyűjtemény karbantartása volt a feladata.

Abstract: In the eighty second year of his life Miklós Mezősi, after a long-lasting serious illness, 4 January 2012, departed among us. He worked for OMSZ – Hungarian meteorological Service from 1953 until 1990, in different scopes of activities. He has started his career as a statistician in Climate Division. From 1954 he performed task as a climate observer in the Aerological Observatory. He was a technician and later assistant engineer. From 1960 after the acquisition of his electrical engineer degree, he was the head of Instrument Constructor Group, and after its transition of the Division. From 1965 he was appointed the deputy leader of Marczell György Observatory. He has filled this position until 1969, when - beside the then president - the responsible of the technical development cases was - scientific adviser, later head of department.

From 1970 until 1972 in East Africa, in 1980 Ethiopia until 3 months as an UN expert accomplished a mission with the task of the setup of meteorological stations. Between 1984 and 1985 he stayed in Geneva as a consultant 1-1 month. As a pensioner, from 1993 he worked as contributor until 2010. His task was to catalogue the institute's museum and forming of the museum's display cabinets, the maintenance of the collection.

A Rózsadomb aljában van egy épület. Alig több mint száz éves. Ezt az épületet azonban jóval korábban elkezdték építeni, s még ma sincs kész. Folyamatosan építik, s reméljük még sokáig fog épülni. Vannak építők, akik csak egy téglát tettek hozzá, voltak, akik csak a gondolatot adták az építményhez, s voltak, akik az épületet megtöltötték tartalommal és értelemmel. Egy ház nem csak tégla, cserép, csövek és villanyvezeték. Ha csak az lenne, akkor alig lenne több, mint egy kőrakás. Ahhoz, hogy a falakból és a tetőből ház legyen, emberek kellenek, akik azt értelemmel, tartalommal, célokkal megtöltik. A téglák meglazulhatnak a falakban, a ház nem tart örökké. Mindig kellenek olyanok, akik visszaigazítják a kibillent téglákat, vagy csak rájuk írják: ezt tedd el, még jó lesz egyszer.

Mezősi Miklós egy kész házba lépett be 1953-ban, amit akkor úgy hívtak, hogy Országos Meteorológiai Intézet, s soha többé nem hagyta el ezt az épületet. Teste 2011-ben távozott a falak közül, de lelke, szelleme ott maradt az épületben, a falak között, a téglákban, amiket ő épített be a falakba, fizikailag is, képletesen is. Neve is ott van a falon, hirdetve az utódoknak, hogy múzeumunk megvalósulása rajta is múlott. S szelleme ott lesz a falak között, még akkor is, amikor már nem lesz meg ez az épület, mert amit tett és alkotott, az tovább fog élni, mindaddig, amíg lesz magyar meteorológia, lesz magyar szolgálat, meteorológiai társaság.

Búcsúzni jöttünk, elköszönni és köszönetünket kifejezni. A búcsú mindig szomorú és megrendítő, annál is inkább, mert szinte tegnap volt, hogy még köztünk járt, gyarapította a hajlékot. Aktív dolgozóként 1990-ben vonult nyugdíjba, de részéről ez csak egy formális jogi lépés volt, mert a továbbiakban is rendszeresen bejárt az intézetbe. Nyár és tél, ősz és tavasz elképzelhetetlen volt nélküle.

Pályafutását a vasútnál kezdte, de később, a katonai szolgálat letöltése után a Meteorológiai Intézethez került. Előbb statisztikusként dolgozott, majd a jeles eredménnyel elvégzett technikus-képző tanfolyam után, az intézet ajánlásával beiratkozott a Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Karára, ahol 1961-ben szerzett mérnöki diplomát. A tanulás mellett aktív tagja volt az Ionoszféra-kutató majd Műszer Csoportnak. 1961-ben léptették elő osztályvezetőnek, s 1965-től, mint az intézet műszaki vezetője tevékenykedett a Szolgálat érdekében. 1969-től, az akkor megalakult Szolgálat titkárságán lett osztályvezető, egészen nyugdíjazásáig. Munkaköre, megbízatása szélesebb volt, mint egy osztályvezetőé. Visszavonulásáig ő koordinálta a Szolgálatnál folyó műszaki fejlesztéseket. Szerénységére jellemző, hogy a magasabb beosztások és címek elöl diszkréten, de határozottan kitért. Számos rendszertervet dolgozott ki. Különböző mérések automatizálásában vett részt, a balatoni szélmérők fejlesztésében, távcsapadékmérők, adatgyűjtők kialakításában. Ott volt az OMSZ első nagy számítógépes beruházásánál, az IBM System 7 üzembeállításánál, a paksi atomerőmű 120 méteres tornyának műszerezésénél, a balatoni viharjelzés megújításánál. Számára nem volt kis és nagy munka, mindegyikben lelkiismeretesen, tudása legjavát nyújtva tevékenykedett. A szorosan vett műszaki munka mellett futotta erejéből tudományos és népszerűsítő cikkek írására is. A belső szakmai tájékoztató folyóirat, a Légkör szerkesztő bizottságában közel 40 éven át dolgozott. Munkájában, munkatársaival való kapcsolattartásban mindig kiszámítható volt. Kollégái tudták, hogy rá lehet számítani, benne meg lehet bízni. Megnyilvánulásai egyenesek, határozottak és egyszerűek voltak.

„Legyen a ti beszédetek: „Igen, igen, nem, nem" (*Mt 5, 37*). Mezősi Miklós beszéde ilyen volt. A mindenkori OMSZ vezetés bátran építhetett a kimondott véleményére, de sokszor csak a ki nem mondott gesztusaira, amiből lehetett érteni, hogy ezzel vagy azzal nem ért egyet. Alapképzettségétől távolabb álló dolgokban is becsülettel helytállt. Az agrometeorológiai részleg munkatársaként ismertem meg 1977-ben. Az akkor zajló, a szakmájába vágó, de műszaki szempontból nem túl érdekes speciális állomáshálózat tervezéséből is kivette részét. A programmal párhuzamosan kibontakozó nemzetközi együttműködésben is segítette a nem éppen műszaki beállítottságú szakrészleget. Nem lévén kellő számú és gyakorlott fordító, nem átallotta a hazai zsargonban kialakult agrometeorológiai szövegeket a rá jellemző precizitással átültetni angolra.

Nemcsak a hazai meteorológiai műszerezésben játszott aktív szerepet, hanem 1970 és 72 között, majd 1980-ban Kelet-Afrikában, Ugandában, Kenyában és Tanganyikában a „Viktória-tó hidrometeorológiai felmérése" programban, illetve Etiópiában, mint ENSZ szakértő dolgozott. Tudását a távoli földrészek meteorológusjelöltjei mellett itthon is megosztotta a tanulni vágyókkal. Éveken keresztül tanított az ELTE meteorológus hallgatóinak műszertant. Előadásai is olyanok voltak, mint egész élete és munkássága. Határozott, de visszafogott; megalapozott, de nem kérkedő, vagy ami aztán nagyon távol állt egyéniségétől: egy pillanatig sem fölényes, pedig lehetett volna, mert meg kell vallanunk, hogy meteorológusként néha kissé lazák voltunk, nem mindig a mérnöki precizitás vezetett minket műszeres munkáinkban. Oktatóként, kollégaként megbocsátó derűvel igyekezett minket a helyes útra terelni. Nem voltam tanítványa, így nem tudom, hogy milyen volt, mint egyetemi oktató, de elmondható, hogy tűzvédelmi felelősként még egy balesetvédelmi oktatást is tudott érdekesen és magával ragadóan előadni, s ami a legfontosabb, felkelteni a felelősségérzetünket.

Honnan volt benne ez a teljes pályafutásán átívelő biztonság, a viharos időkben is meglévő tartás? A neveltetéséből, jelleméből származó egyenesség az egyik magyarázat, a másik a benne, mögötte meglévő szeretet.

„A szeretet türelmes, a szeretet jóságos, nem féltékeny, nem kérkedik" (*1 Kor 13, 4*).

Mezősi Miklós sose kérkedett, csak tette a dolgát. Aktív dolgozóként, nyugdíjasként, amíg erejéből tellett. Most ezt a munkát köszönjük neki, amikor búcsúzunk tőle. Mi adta neki az erőt, mi tartotta a pályán? Nincs itt semmim titok, a válasz ennyire egyszerű: a szeretet. A szeretet, ami nemcsak benne élt, hanem ott volt mögötte is, a családban, a társban, aki egész életében mellette és mögötte állt, s aki nemcsak érte, hanem a Szolgálatért is dolgozott a családja mellett.

Kedves Miklós, talán megbocsátod nekem, s a Gyászolók se fognak haragudni, ha azt mondom, hogy becsületességeddel, egyenességeddel Utolsó Mohikán vagy. Téged is megillet az a búcsúszó, amit Nagy Kígyó mondott Uncas temetésén:

„Miért sírnak testvéreim? Egy harcos becsülettel befejezte az életét." (*Cooper: Az utolsó mohikán*)

Megtörten búcsúzunk most Tőled, az Országos Meteorológiai Szolgálat volt műszaki vezetőjétől, a Légkör folyóirat volt szerkesztő bizottsági, a Magyar Meteorológiai Társaság tiszteleti tagjától. Az utolsó pillanatban mondhatunk e többet búcsúzóul, mint az Írás? *„Ismerem műveidet, hitedet, szeretetedet, szolgálatodat és béketűrésedet"* (*Jel 2,19*).

Szellemed, alkotásod velünk, bennünk él tovább. A téglák, amiket beépítettél az intézet valós és képletes falába, még sokáig fogják tartani azokat a falakat a Kitaibel Pál utcában, Lőrincen és szerte az országban!

Kedves Miklós, Isten Veled, nyugodj békében!

Csillaghegyi *Jézus Szíve Plébániatemplom*,
2012. február 4.

A Légkör *2000/2. számában megjelent interjú párja ez az írás. Akkor ő beszélt magáról, most a fiai beszélnek róla.*

EGY RENDÍTHETETLEN SZERZETES, AKIT "ILLATOS ÉS KEMÉNY FÁBÓL FARAGTAK"

Emlékezés Mezősi Miklósra két szólamban

REMEMBRANCE OF MIKLÓS MEZŐSI IN TWO VOICES

Ifj. Mezősi Miklós és Mezősi László

miklos.mezosi@gmail.com

„Mint levelek születése, olyan csak az embereké is.
Földre sodorja a lombot a szél, de helyébe az erdő
mást sarjaszt újból, mikor eljön a szép tavasz újra.
Így van az emberi nemzet is - egy nő, más meg aláhull."

Homérosz: *Íliász,* VI. ének, 146-149.

Ifj. Mezősi Miklós 1960-ban született Budapesten. Mezősi László, Miklós és Mária fiatalabb gyermeke 1966-os születésű. Személyes hangú írásukban tisztelettel emlékeznek édesapjukra. Elsősorban az jelenik meg a párbeszédes visszaemlékezésükből, gyermekként milyennek látták édesapjukat – s hogy értékelik ma az akkori benyomásaikat, élményeiket.

Miklós Mezősi junior was born in 1960 in Budapest. László Mezősi, Miklós and Mária's smaller child was born in 1966. They remember their father with respect in their writing with a personal sound. It appears primarily their dialogic reminiscence, for what kind their father was seen as a child - and how their then impressions, their experiences are valued today.

A hatvanas évek közepétől bizonyos rendszerességgel mindketten sokat megfordultunk a Kitaibel Pál utca 1. sz. alatti nagy épületben, „az Intézetben", ahogy a szüleink otthon közös munkahelyüket, az Országos Meteorológiai Szolgálatot emlegették – először óvodásként, majd kisiskolás diákként a karácsony előtti napokban, később a Rákóczi Gimnáziumból hazafelé menet. Édesapánk 1990-es nyugdíjazásáig sok időt töltöttünk az Intézetben, de utána is be-bejártunk hozzá. A Kitaibel Pál utca számunkra most már mindig egyfajta zarándokhely lesz, annyira sok minden az apánkhoz köthető ott.

1998. nyarán, 68 évesen

Ugyan egyikünk sem követte apánkat a műszaki pályán, ő, aki villamosmérnök volt, a szakmája műveléséhez elengedhetetlen precizitásával, megbízhatóságával, alaposságával és nem utolsósorban leleményességével igen magasra tette számunkra a mércét. Vagy nézhetjük fordítva is: az OMSZ múzeumában általa létrehozott tárlók, az őáltala összeállított és mintaszerűen adatolt, katalogizált gyűjtemény mintha egy „elveszett filológus" munkájára vallana... A filológiai és a műszaki pontosság, alapjában véve, nem is állnak annyira távol egymástól...

László:

Az intézet múzeumában az egyik gyerekkori játékom köszönt vissza egy kiállított rádiószonda képében. A hajdanán leselejtezett szondát atyám hazahozta, és én boldogan birtokba vettem az érdekes szerkezetet, ami egy holdjáró autóhoz hasonlított.

Egyszer Lőrincen magamra hagyott kis időre, elmerült valamiben (ezt nagyon tudta), én addig felfedeztem egy bútor méretű műszert, amin sok kapcsoló és tekerőpotméter volt. Mindent, amit lehetett, átkapcsoltam, áttekertem rajta. Másnap derült ki, hogy a rádiószondák adatait kiértékelő legfontosabb műszert sikerült taccsra vágnom. Atyám egy egész napot töltött a helyreállításával.

Hihetetlen türelemmel derítette fel vagy állította helyre mechanikus és elektromos szerkezetek működését.

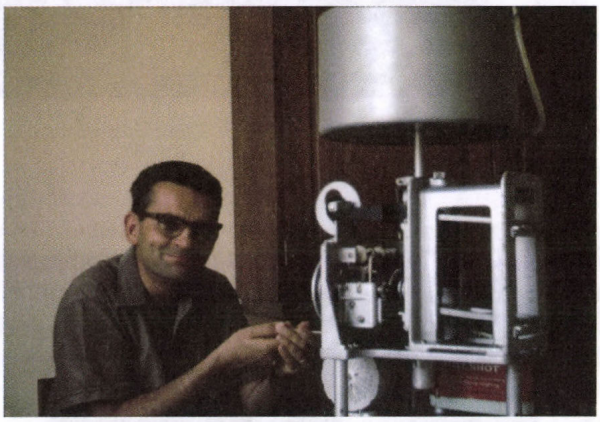
Miklós:

Én visszafelé haladok az emlékezésben.

A sors nagy ajándéka volt a vele töltött utolsó hónap – az, hogy a halála percéig ápolhattuk őt. Amikor a halála előtt egy hónappal megkérdeztük tőle, hogy mit szeretne,

azt válaszolta, hogy otthon szeretne meghalni, ha ez lehetséges. Jó volt ápolni őt azért is, mert éppen olyan volt haldokló betegnek, mint amilyen életében. Humorát és kedvességét mindvégig megőrizte. Senkinek sem akart a terhére lenni, pedig nagyon súlyos, számára sok szenvedést tartogató betegséggel kínlódott – és ő tökéletesen tisztában volt vele, hogy mire számíthat. Az ápolási stratégiánk végig az volt, hogy mivel itt „gyógyulásról" nincsen szó, egyetlen reális célkitűzésünk lehet: csökkenteni a szenvedését és minden segítséget megadni neki a méltósága megőrzéséhez. Örömöt kell neki szerezni, mindenáron...

Egy kedves epizódot szeretnék felidézni ebből az időszakból. A történet megértéséhez egy kis alkoholtörténeti kitérőt kell tenni. Uganda nemzeti pálinkaféléje egy „Uganda Waragi" nevű, egész Kelet-Afrikában széles körben kedvelt égetett szeszesitalfajta volt. Apánk, ahol csak megfordult, sokat fényképezett, így a Viktória-tó egyik szigetén, a Nabuyongón is, ahol automata mérőállomást telepített, és ahova többször visszajárt. E fényképek egyikén két helyi szigetlakó a fotózás kedvéért beállt „birkózó-pózba" úgy, hogy miközben egyikük szembe nézett a kamerával, addig a másik az ellenkező irányba fordult, és így ragadták meg egymást. A fotón a felénk forduló ember tekintete jelentős mennyiségű alkoholfogyasztást tükröz, talán éppen az említett Waragi nevű italból. Amikor apánk már csak segítséggel tudott felkelni az ágyból, én a hóna alá nyúlva emeltem őt fel, és mind a ketten lassú, nehézkes mozdulatokkal egyenesedtünk fel. Az ágyból való felállás komplikált és nehézkes műveletének a birkózó szigetlakókról készült fénykép nyomán én a „Waragi-projekt" elnevezést adtam. És ott, a halál mind nagyobbra növekvő árnyékában, miközben csak nagy nehézségek árán tudott felegyenesedni, kedvesen elnevette magát az apám...



„Én csak egy műszerész vagyok"

Apja halálával minden ember a saját „paradicsoma" vagy „aranykora" elvesztésével találja magát szemben. Ez a gyermekkor (aranykorának) végleges, könyörtelen, soha vissza nem hozható eltűnése.

Édesapámról a legkedvesebb emlékeket talán a balatoni nyaralásaink jelentik. 4, 5 és 6 éves voltam, amikor nyaranként Balatonszabadiba jártunk le, az egyik intézeti kolléga víkendházába. Minden olyan nagyszabásúnak, sokatígérőnek tűnt, a reggelek tele várakozással és bizakodással, mint valamiféle „advent" – úgy éreztem akkor, hogy minden, ez a sok jó és szép, mind tőle függ, mint valamely nagyon kedves, ám mégis hatalmas istentől. A hátramaradók nagy feladata most már annak a megfejtése és értelmezése, amit a kedves halottról így szoktunk mondani: „bennünk él".

László:

Nem magyarázta el a világot, de megmutatta.

Nem focizott soha, nem sportolt, nem volt „vagány".

Óvatos és óvakodó ember volt mindenben. Autóvezetésben, kirándulásban, evésben, ivásban, járásban, javításban, vásárlásban. Ha kérdeztem, mi a foglalkozása, azt mondta, „Én csak egy műszerész vagyok"

Mértéktartása egy szerzetesre emlékeztetett. És valóban, hívő emberként élt.

Gyakran sétált; ha úgy adódott, úszott egyet. Biciklizni sem láttam őt soha, pedig tudott. Szeretett gyalog járni, pedig – alig láthatóan, de – bicegett. A lábtörés, amit a háború alatt gyerekként, a lábára dőlt teherautóval elszenvedett, rosszul forrt össze, egy életre 1 cm-rel rövidebbé téve az egyik lábát. Evvel fizetett a rádió kiszereléséért.

Imádta a szélsőséges időjárást, ha vihar volt, nagy eső, széllökések vagy hóvihar, ő felöltözött, és elment sétálni.

Sose kockáztatott. Óvatos emberként az autóvezetése a megbízhatóság mintaképe volt. Tőle tanultam a „balkéz-szabályt": „Győződj meg arról, hogy megadják-e neked az elsőbbséget". Soha nem volt balesete, még koccanása sem.

Miklós:

Igen, általánosságban óvatos embernek ismertük őt. Előfordultak azonban kivételek is. Ugandában, az Idi Amin Dada-féle katonai hatalomátvétel másnapján kinézett magának egy remek leshelyet, ahonnan fényképezni tudta az ugandai légierő MIG vadászgépeit(!).

Egy másik alkalommal – szintén Ugandában – elefántok keresztezték az utunkat, talán a Murchison Falls Nemzeti Parkban, és az egyik elefánt, amelyik a borjával úgy tíz méterre lehetett tőlünk, fülei lengetésével „üdvözölt" bennünket. Apánk kiszállt az autóból, hogy lencsevégre kapja a „köszönő" elefántot, és még a filmfelvevővel is megörökítette a vonuló csordát. (Amikor ezt utólag a kinti kollégáknak és barátoknak elmesélte, azok elképedtek, hiszen ez az „üdvözlés" a borját féltő elefánt idegességének egyértelmű jele volt... A borját óvó elefánt nagyon veszélyes jelenség, kis idővel korábban taposott szét egy autót elefánt hasonló helyzetben...) Egy másik nemzeti parkban szintén kiszállt az autóból, otthagyott bennünket édesanyánkkal, és – abban a pillanatban mi úgy éreztük – hosszú időre eltűnt... Elment fényképezni...

Mintha mindig az események, az információ rögzítésének, megörökítésének a szenvedélye hajtotta volna, valamint a dolgok és szerkezetek működésének a megismerésére irányuló vágya. Az őt egész életében foglalkoztató (rádiós) távközlés és a fényképezés szenvedélye (több ezer diaképet készített) talán ugyanarról a tőről fakadtak. A távközlési mérőeszközök, mérőállomások tervezését és telepítését végző mérnököt a detektoros rádiók iránt táplált gyerekkori érdeklődése és az ehhez kötődő, a kíváncsiság nyomában mindig ott járó merészsége indította el útján. Balatonszemesről, Fehérvárról, Seregélyesről így jutott el a kelet-afrikai Viktória-tó szigeteire és utána vissza a Balatonhoz, ahol az ő szakmai irányítása mellett folyt a viharjelző rendszer kiépítése.

László:

Koránkelő volt. Fél hatkor már ébren, a felkelésig rádiót hallgatott. Ebéd után mindig szunyókált 5-15 percet. (Lehet, hogy ezt a munkahelyén is csinálta). „Tudok nyitott szemmel aludni az értekezleteken" – mondta.

Volt egy kis félszegség benne, önmagát „mulyának" nevezte. Pesszimizmusa legendás volt családi körben.

Lágyszívű volt, talán túlságosan is. De kemény és konok a munkában. Egyszer két hétig szerelte (esténként, munka után) a mosógépet, mert elromlott a vezérlése. Forgódobos olasz gyártmány, relés kapcsoló volt a probléma, sehol alkatrész hozzá (80-as évek), még devizáért sem, így hát „megbuherálta". Sokat kínlódott vele, de makacsul nem adta fel: megcsinálta.

Mindent meg tudott javítani. Maga festette ki a lakást, mázolta az ajtókat, csiszolta fel és lakkozta le a parkettát, elég jó minőségben. Autót szerelt, számítógépet épített a turistaútjain apránként beszerzett alkatrészekből. Életünk első tévéjét is ő rakta össze valamikor 1964-ben, és az első komputerünket is 1989-ben. (Ennek a gépnek a winchestere is a múzeum egyik kiállítási darabja lett.)

Sose vesztette el a fejét. Láttam idegesnek, de mindig kezelte.

Sok mindent visszafojtott. A legsúlyosabb káromkodás, amit hallottam tőle, az a „rosseb" volt. Ha ezt kimondta, akkor már nagyon fenn volt a pumpa. Soha nem láttam ittasan, spiccesnek is csak képről ismerem.

Lámpalázas, izgulós volt, mégis tanított a katedráról. Kis mértékben dadogott, de nagyon jól leplezte. Előfordult, hogy sehogysem tudta kimondani valakinek, hogy „köszönöm", és így oldotta meg a helyzetet: „nagyon szépen köszönöm".

Viktória tó, GAMA sziget: reggeli eszmecsere jelbeszéddel; 1971. október

A sziget bölcse látogatóban a sziget műszerészénél

Láttam őt fekete-fehér tv-ben is szerepelni, „ifjú meteorológusként" mutatták be 1969-ben. „Látták rajtam a stúdióban a lámpalázat, itattak velem egy pohár bort, mindjárt simán ment minden."

Titkos hobbija az íráselemzés volt, a grafológiát valószínűleg műkedvelői szinten művelhette.

Entebbe – Uganda, 1971

„Németül a német katonáktól, oroszul az oroszoktól tanultam meg", mondta viccelődve a gyerekkoráról. Akkoriban (a II. világháborúban) a kilőtt teherautókból, páncélosokból szerelte ki a rádiókat. Szerette volna tudni, hogyan működnek ezek a misztikus szerkezetek. Rádiók... 14 évesen... Gépkönyvet kért a német katonáktól. De mert az német nyelvű volt, hát szerzett egy szótárt hozzá. Bejárt a német katonák közé, akiktől alkatrészeket is kapott a rádióihoz. (Ez mindannyiunknak majdnem életébe került, amikor a szovjet katonák észrevették a ház udvarán a rádió-antennát, és - házkutatás gyanánt - feltúrván a lakást, kis híján megtalálták a német feliratú rádió-alkatrészeket.)

„A szüleimtől fagyira kapott pénzt félretettem, és abból postán rendeltem rádiós szakkönyveket" mesélte.

Később, már felnőttként és családosként, a fűtetlen előszobában tanult meg angolul, ahol esténként sálba tekerve, kabátban fel-alá járkálva mormogta a szavakat, míg mi, a gyerekek benn aludtunk.

Mindig, mindenért megdolgozott. „Nem adják ingyen a tudást", mondta. Ő soha nem tett úgy, mintha „a kisujjából rázná ki" a dolgokat. Mindenért megdolgozott, mindenért megharcolt.

A holmijait megbecsülte – régi cipői is ápoltak voltak, mintha csak tavaly vette volna őket. Ingei, ruhái szintén ápoltak voltak: 53 éves öltönye ma is makulátlan.

Precízen táblázatokat és kimutatásokat készített mindenről: kiadásokról, áramfogyasztásról, elvégzett feladatokról.

A naptáraiban konkrétan lekövethető az élete: 40 éve minden este pár szavas bejegyzéssel rögzítette az aznap történteket.

Szerette a zenét, de a hangos zajt nem bírta, mint mindenki a „háborús" generációból. Szerette Mozartot, Bachot, de Johnny Casht és Vangelist is.

Filmen a kedvence Columbo hadnagy volt. Ezért a figuráért lelkesedett, ezt megnézte a tv-ben. A kopott ruha, az éles elme, a kis ember győzelme a „nagy emberek" felett az igazságérzetét fűthette. Szerette, ha az igazság győz.

Amikor a székesfehérvári ciszterci gimnázium (ahol érettségizett) visszakapta az államosításkor kisajátított ingatlanait, a az átadás-átvételről készített fotónak ezt a címet adta: „Az igazság pillanata".

Nyugdíjas évei elején, a 90-es évek bizakodó, eufóriával telt idejében is az igazság győzelmeként értékelte a rendszerváltást. 1990. április 4-én a társasház vörös zászlaját (amit a rendszerváltás előtt mindig kötelező volt ünnepnapokon kitenni a ház homlokzatára), megragadta, és énekelni kezdte az ismert indulókat. A dalolás végén ünnepélyesen szétszabdalta a vörös zászlót, és azt mondta „géprongynak jó lesz.". Így is lett.

Sosem volt párttag. Nem volt rá szüksége. 1969-ben külföldi munkaszerződést pályázott meg a Meteorológiai Világszervezetnél az ENSZ fejlesztési programhálózata, a United Nations Developing Programme keretében. Nem kérte senki támogatását. Így történhetett meg, hogy levél érkezett a Külügyminisztériumba a WMO-tól: szeretnék Mezősi Miklós urat ebben és ebben a projektben foglalkoztatni, amihez kérik a minisztérium hozzájárulását. Nem ő kérte az engedélyt, hanem készségesen adták neki. (Akkoriban Magyarországról nem mehetett külföldre munkavégzésre párttagság nélkül senki emberfia, de az ENSZ, a politikai semlegességével fontos volt a kádári rezsimnek). Mezősi Miklós így mehetett egyenes gerinccel és emelt fővel külföldre szabad emberként. Valóban független és szabad ember volt, aki maga teremtette meg a függetlenségéhez és a szabadságához a feltételeket. Így lett az ENSZ-hez tartozó Meteorológiai Világszervezetnél szakértő az afrikai Ugandában, ahol két esztendőt töltöttünk. Itt mondta róla egy angol kollégája: „szeretem a magyarokat, keményen tudnak dolgozni."

A család Afrikában

Afrika után sokáig próbálták belépésre bírni az ENSZ-szakértőt a pártba. Konokul nemet mondott minden alkalommal, amikor rá akarták beszélni a belépésre.

Amikor tizenéves lettem, akkor értettem meg, és tudtam felfogni ennek a történetnek a jelentőségét.

Soha nem szidta a rendszert, nem hallgatta a Szabad Európa Rádiót (de megmondta a frekvenciát, ha kérdeztük). Sokat hallgatott külföldi rádióadókat (Bécset vagy a BBC-t) a Kossuth helyett, gyakran volt a fülében a fülhallgató. Ezt használta akkor is, amikor függetleníteni kívánta magát a környezetétől. A rádió a kilépést is jelentette számára.

Szerette az édességet, édesszájú volt, azután 65 évesen, mikor a zöld hályog megtámadta a szemét, nem evett többé édességet. Könnyen lemondott dolgokról. Akármiről is volt szó.

A rendezvényeken mindig megvárta, amíg megszűnt a tülekedés a büféasztalok körül (ekkorra már a szendvicsek elfogytak), és csak akkor ment falatozni, amikor mások már túl voltak rajta. Gyakran mesélte, hogy addigra üresek voltak a tányérok. „Csak egy kis édességet szerettem volna; hát, nem jutott." Legyintett: „nem olyan fontos". Mindig utolsóként, szerényen, csendben kért magának.

Apaként maga volt a megtestesült nyugalom. Az erős fa, akitől bármit lehetett kérdezni, mert mindent tudott. Mindig volt dolga. 81 évesen is.

Lakóhelyén a társasház lakói mindennel, ami árammal működött és meghibásodott, hozzá fordultak. A türelmes és szolgálatkész embertől mindenki örömmel kért, mert tudták, nem szívességként segít, hanem örömmel teszi.

Mindenki egyformán gondolkodott Róla, mindenkinek ugyanaz volt róla a véleménye, mindenki egyformán szerette Őt. Ritkaság, amikor egy embert mindenki szeret. Azt is szokták mondani, az már gyanús, vagy ilyen nincs is. Ő volt a kivétel.

A lelkész alkatú mérnök műszaki emberként imponálóan rugalmas volt: 59 évesen szeretett bele a személyi számítógépbe, 60 évesen mindent tudott a PC-ről és 69 évesen azt mondta: "ha elölről kezdhetném az életem, hacker lennék".

75 évesen is friss volt, megtanult új dolgokat, pl. egy fotó- és képkezelő szoftvert, amivel „megtisztította" a család régi, megsárgult vagy gyűrt papírfényképeit, digitalizálta a diákat. 78 évesen állt át az analóg fényképezőgépről a digitálisra, és 79 évesen vezettette be a lakásába az internetet. Rugalmassága és a fegyelmezett, szinte katonás rend harmonikusan működött együtt benne.

Emlékezőtehetsége az elefántéhoz hasonlítható. Valóban mindig, mindenre emlékezett.

„Ilyet nem süt a pék még egyet!" mondta Róla egyszer az édesanyja.

Betegségében is nagyon precíz és fegyelmezett volt. Megtervezte az elmenését is, pontos listát készített a tennivalókról, mit és hogyan kell tenni, ha ő már nem lesz. Beleolvasta magát a betegségével kapcsolatos szakirodalomba, és tudta, mire mi és mikor következik. Ehhez alakította ki a terveit.

El tudta engedni az életet. Orvosa szerint: „ritka az, hogy a kezelést elutasító betegek, akik a gyors lefolyás reményében elhatározzák az orvosi segítség mellőzését, ne fordulnának vissza az utolsó pillanatban és az életösztönnek engedelmeskedve ne kérnék mégis az orvos segítségét, a kezelés folytatását. Miklós bácsi nem riadt vissza, nem ijedt meg. Szokatlan ez az eltökéltség a praxisomban."

Méltóságát a betegsége sem tudta megtörni. Ekkor derült ki, milyen kemény legény is volt valójában. Egy hangot sem hallottunk tőle, pedig áttétes rákbetegségével jócskán voltak fájdalmai.

Megrendítő volt, ahogy uralkodni tudott magán, ahogyan összeszedte magát, amikor kellett. (Végtelen önuralma egyszer majdnem a sírba vitte: 45 éves korában, amikor a félrediagnosztizált és „lábon kihordott" vakbélgyulladása perforált vakbélhez és hashártyagyulladáshoz vezetett, gyalog ment be hajnalban a kórházba, az utolsó pillanatban, amikor még lehetett tenni valamit.)

A halálát megelőző utolsó előtti napon még – segítséggel bár, de – felkelt. Nem volt magatehetetlen beteg (nem engedte meg magának), fegyelmezetten és keményen viselte a betegségét, soha nem hagyta el magát. Kedves és együttműködő volt az ápolás során. Ezért az ápolása öröm volt nekünk. Egy igaz ember megmutatta nekünk, a fiainak, hogyan kell elmenni ebből a világból.

Karácsonykor, amikor már járni is alig tudott, összeszedte magát, felkelt és az összegyűlt unokáknak „eljátszotta", hogy ő nem is annyira beteg, egészen jól tud járni. Nem szerette volna, ha elesettnek látják.

Aki egyenlő barátaival és ellenségeivel szemben,
kiegyensúlyozott a tiszteletben és szégyenben,
hidegben és melegben, boldogságban és
boldogtalanságban,
jó és rossz hírben,
mindig mentes az anyagi társulás szennyeződésétől,
állandóan csendes, mindennel elégedett,
nem törődik semmilyen hajlékkal, szilárd a tudásban,
és odaadó szolgálattal foglalja le magát - az nagyon
kedves Nekem.

(*Bhagavad Gíta: XII. fejezet, 18-19. vers*)

Ilyen volt Ő.

Otthonában, családja körében halt meg, ahogyan kívánta.

Úgy, ahogyan élt. Szerényen,

tartással, méltósággal,

fegyelmezetten, csendben.

Mezősi Miklós (junior) & Mezősi László

A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG HÍREI

NEWS OF THE HUNGARIAN METEOROLOGICAL SOCIETY

Németh Ákos
Magyar Meteorológiai Társaság, 1024 Budapest, Kitaibel P. u. 1., *nemeth.a@met.hu*

Rendezvényeink 2011. október 1. és december 31. között
Our programmes between 1 October and 31 December

Október 25. ***Szépszó Gabriella:*** A modern klímakutatás – A mennyiség átcsap-e minőségbe? (a Szombathelyi Csoport rendezvénye)

November 3. ***Szentimrey Tamás:*** Adatsorok homogenizálása — kutatások a most záruló EU-COST projekt fényében - I. rész; ***Domonkos Péter:*** Adatsorok homogenizálása — kutatások a most záruló EU-COST projekt fényében - II. rész (az Éghajlati Szakosztály rendezvénye)

November 8. ***Tóth Zsombor:*** Elzász csodái (a Szombathelyi Csoport rendezvénye)

November 14. ***Major György:*** Néhány szó a tudománymetriáról (a Róna Zsigmond Kör rendezvénye)

November 22. ***Czeiner Gábor:*** Santorini, a füstölgő sziget (a Szombathelyi Csoport rendezvénye)

November 28. ***Hollósi Brigitta:*** Csapadék- és aszályviszonyok XXI. században várható változásai a Kárpát-medence térségére; ***Miklós Erika:*** A Kárpát-medencére várható klímaváltozás a XXI. század során ensembles szimulációk alapján; ***Berki Péter:*** Termikus komfortvizsgálatok az SzTE József Attila Tanulmányi és Információs Központjában (az Éghajlati Szakosztály rendezvénye)

December 5. ***Kánai Gábor:*** Zöldenergiáról tabuk nélkül (a Róna Zsigmond Kör rendezvénye)

December 6. ***Fehér Balázs:*** A jégeső-elhárítás módszerei; ***Apáti Ferenc:*** A jégágyú működése, hatékonysága, költségei és üzemeltetési tapasztalata; ***Bereczky Károly:*** A talajgenerátor működése, hatékonysága, költségei és üzemeltetési tapasztalatai (az Agro- és Biometeorológiai Szakosztály rendezvénye)

Rybár Olivér: „A vázsonyi-széltől a monzúnig" - Cholnoky Jenő életműve meteorológiai munkássága tükrében (a Szombathelyi Csoport rendezvénye)

December 8. ***Major György:*** Néhány szó a „global dimming" és „whitening" kérdéskörről (a Nap- és Szélenergia Szakosztály rendezvénye)

December 12. ***Fodor Zoltán:*** A repülésmeteorológiai előrejelzés "nehézségei" (a Repülésmeteorológiai Szakosztály rendezvénye)

December 13. ***Kovács Mária:*** Felkavart állóvíz – okozhat-e még meglepetést a klímaváltozás? (a Légkördinamikai Szakosztály rendezvénye)

Unger Zoltán: A Sóvidék ezüstje – időjárási és földtani kockázat (a Szombathelyi Csoport rendezvénye)

December 14. ***Páldy Anna:*** A 2011. évi parlagfű pollenhelyzet alakulása; ***Mányoki Gergely:*** A klímaváltozással összefüggésbe hozható légtéri pollentartalom és lakossági expozíció tér és időbeli változásának jellemzése a UNIPHE programban kidolgozott indikátorok alapján; ***Trájer Attila:*** A Lyme betegség és a heti hőmérséklet kapcsolata az 1998-2010-es magyarországi adatok tükrében (az Agro- és Biometeorológiai Szakosztály rendezvénye)

December 15. ***Kolláth Kornél:*** Misztikus jelenségek hideg légpárnás időjárási helyzetekben (a Róna Zsigmond Kör rendezvénye)

Az MMT 2011. december 15-én tartott tisztújító és alapszabály módosító Közgyűlést tartott. A Közgyűlés legfontosabb határozatai:

- Az MMT kilép a Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetségéből (MTESZ).
- Az MMT székhelye az OMSZ központi épületébe költözik (1024 Kitaibel P. u. 1.).
- A Közgyűlés elfogadta a módosított Alapszabályt. Ennek értelmében Nagy Andreát ügyvezető titkárrá, Németh Ákost szervező titkárrá választotta, egyben megköszönte Pusztainé Holczer Magdolnának az MMT korábbi (főállású) ügyvezető titkárának eddigi munkáját.
- Dr. Antal Emánuelt tiszteleti taggá választotta a Közgyűlés.
- Az Ellenőrző Bizottság tagjává választotta Buránszkyné Sallai Márta és Molnár Károly tagtársunkat, Lambert Károly pedig a Választmány tagja lett.
- A Közgyűlés jóváhagyta a tisztújításon átesett szakosztályok vezetőségét. Eszerint a Repülésmeteorológiai Szakosztály vezetői: Dr. Wantuch Ferenc (elnök) és Dr. Bottyán Zsolt (titkár); a Légkördinamikai Szakosztály vezetői: Szépszó Gabriella (elnök) és Gnandt Boglárka (titkár); a Nap- és Szélenergiai Szakosztály vezetői: Dr. Wantuchné dr. Dobi Ildikó (elnök) és Tarjányi Zsuzsanna (titkár); a Róna Zsigmond Ifjúsági Kör vezetői: Darányi Mariann (elnök) és Miklós Erika (titkár). A többi szakosztály vezetésében nem történt változás.

A Társaság az év végén jelentős tagrevíziót hajtott végre. A legalább két éves tagdíjhátralékkal rendelkező, 3 felszólításra sem jelentkező tagokat a Választmány 2011. december 27-i határozatával a társaság nyilvántartásából töröltük.

2011 ŐSZÉNEK IDŐJÁRÁSA

WEATHER OF AUTUMN 2011

Móring Andrea
Országos Meteorológiai Szolgálat, H-1525 Budapest, Pf. 38., *moring.a@met.hu*

Az idei ősz rendkívül kevés csapadékot hozott, az évszak utolsó hónapja az eddigi legszárazabb november volt. A hőmérsékleti viszonyok viszont közel átlagosnak bizonyultak.

Szeptember. Országszerte az átlagosnál melegebbnek bizonyult a szeptember, a havi középhőmérséklet általában 18-20 °C között alakult. A sokéves átlagtól vett eltérés mindenütt nagyobb volt, mint + 1,5 °C, a legnagyobb különbség, +4 °C az Alföldön jelentkezett. A napi középhőmérséklet országos átlagban szinte az egész hónap során a sokéves átlag fölött volt, csupán 24-én csökkent az átlagig. Az anomália különösen az időszak elején volt nagy, de a hónap végére az eleinte nyárias szeptember lassan végül ősziesbe fordult. A napi melegrekord két napon is megdőlt, 5-én Túrkevén (34,8 °C), majd 11-én Bugacon (34,9 °C).

Szeptemberben a nyári napok száma átlagosan 19 volt, ami 11-gyel több a sokéves átlagnál. Ebben a hónapban hőségnap már nem jellemző, idén ennek ellenére 6 is előfordult.

A hónap során mért legmagasabb hőmérséklet:
34,9 °C *Bugac (Bács-Kiskun) szeptember 11.*
A hónap során mért legalacsonyabb hőmérséklet:
1,0 °C *Zabar (Nógrád megye) szeptember 25.*

A szeptember rendkívül száraznak számított, hazánk nagy részén 30 mm-nél kevesebb csapadék hullott. A legszárazabb vidék az északi országrész volt, itt a sokéves havi csapadékhozamnak kevesebb, mint 5%-a hullott le. Több nógrádi és heves megyei állomásunkon egyáltalán nem regisztráltunk csapadékot a hónapban, az ország területén regisztrált összegek pedig szinte sehol nem érték el a szokásos mennyiség felét sem. Említésre méltó csapadék csupán három napon hullott, 1-jén, 5-én és 19-én.

A fentiekkel összhangban a csapadékos napok száma kevesebb volt a sokéves átlagnál, 4 napon esett a szokásos 8 helyett.

A hónap legnagyobb csapadékösszege:
82,0 mm *Lenti (Zala megye)*
A hónap legkisebb csapadékösszege:
0,0 mm *Mohora (Nógrád megye)*
24 óra alatt lehullott maximális csapadék:
44,0 mm *Lenti (Zala megye) szeptember 1.*

Október. Hazánk területén a havi középhőmérséklet többnyire átlag körüli volt, a havi középhőmérséklet 9 °C fölött volt. A hónap során két, a szokásosnál jóval hűvösebb időszakot tapasztalhattunk, 7-10. között, valamint 13-18. között. A 7-i hidegfront végleg véget vetett a vénasszonyok nyarának, a 13-án átvonuló hidegfront pedig az évszakhoz képest szokatlanul erős éjszakai fagyokat hozott. A 13-18. közötti lehűlés mértékét jellemzi, hogy ebben az egy hétben négy alkalommal dőlt meg a napi hidegrekord, 15-én és 16-án Zabaron (-6,4 °C, illetve -6,8°C), 17-én Vásárosnaményben (-8,1 °C) és 18-án Kakucs állomásunkon (-8,7 °C).

Ebben a hónapban számoltunk még 4 nyári napot – a szokásos 1 helyett -, viszont elkezdődött a fagyos napok szezonja. Országos átlagban összesen 5 napon – az átlagnál 1-gyel többször - érte el vagy esett a hőmérséklet 0 °C alá.

A hónap során mért legmagasabb hőmérséklet:
28,8 °C *Újpest (Budapest) október 1.*
A hónap során mért legalacsonyabb hőmérséklet:
-8,7 °C *Kakucs (Pest megye) október 18.*

A hónapban az ország nagyobb részén csapadékhiány jelentkezett. Ez alól kivételt csupán a csapadékosabb délnyugati országrész jelentett, de itt sem esett több eső a szokásos mennyiség másfélszeresénél. Kimagasló mennyiségű csapadék 7-én és 20-án volt jellemző, mindkét esetben átvonuló frontokhoz kapcsolódóan. A hónapban esett le az első hó. Október 15-én kaptunk jelentést először havazásról kékestetői állomásunkról. A csapadékos napok száma összhangban a sokévi átlaggal, 8 volt.

A hónap legnagyobb csapadékösszege:
90,4 mm *Felsőszölnök (Vas megye)*
A hónap legkisebb csapadékösszege:
7,6 mm *Vámosmikola (Pest megye)*
24 óra alatt lehullott maximális csapadék:
44,5 mm *Felsőszölnök (Vas megye) október 7.*

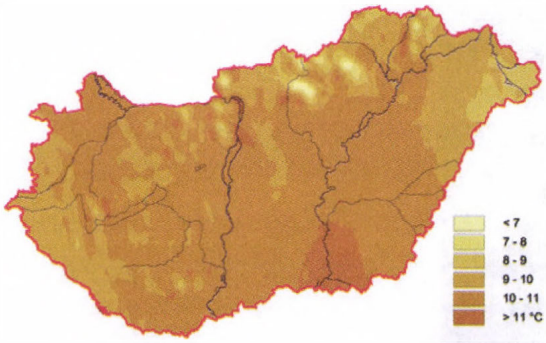
November. A havi átlaghőmérséklet többnyire 1-3 °C között alakult, ami alacsonyabbnak számít a sokévi átlagnál. Az anomália javarészt -1 és -3 °C között változott. A hónap nagy részében hidegebb volt a szokásosnál, az országos napi átlaghőmérséklet csupán néhány napon, 4-9. között volt a sokéves átlag fölött, illetve 28-án éppen elérte az átlagot. A leghidegebb nap a 24-e volt, -2,3 °C-os középhőmérséklettel.

A szokásosnál hidegebb időjárás a hőmérsékleti küszöbnapokban is visszaköszönt. 21 fagyos napunk volt, ami 11-gyel több a szokásosnál, és 3-mal több téli napot, összesen 5-öt számoltunk országos átlagban.

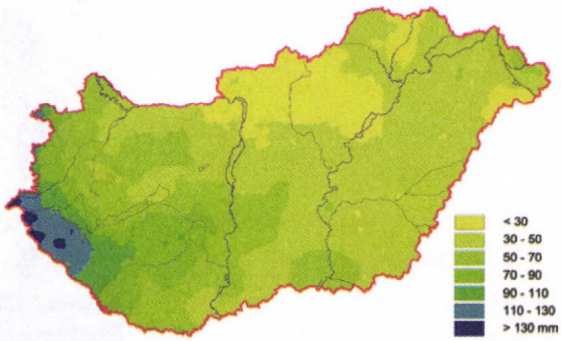
A hónap során mért legmagasabb hőmérséklet:
***24,0 °C** Máza (Baranya megye) november 5.*
A hónap során mért legalacsonyabb hőmérséklet:
***-11.2 °C** Zabar (Nógrád megye) november 17.*

A november csapadékösszege országos átlagban a legalacsonyabb volt 1901 óta (0,4 mm), alulmúlva az eddigi, 1924-es rekordot (9 mm). Országos viszonylatban a sokéves átlagos csapadékmennyiség mintegy 99%-a hiányzott. Hazánk egész területén 5 mm alatti csapadék hullott, a legtöbb állomás csapadéka az 1 mm-t sem érte el. A szárazságban szinte oázisként jelent meg Újfehértó állomásunk a maximumnak számító, 4,4 mm-es havi összegével, emellett hasonlóan szerény, de országos viszonylatban mégis kimagasló, 4 mm körüli csapadéknak örvendhettek Baranya megye keleti részében is. Csupán 7-én jelentkezett értékelhető mennyiségű csapadék, ami országos átlagban 0,1 mm volt.

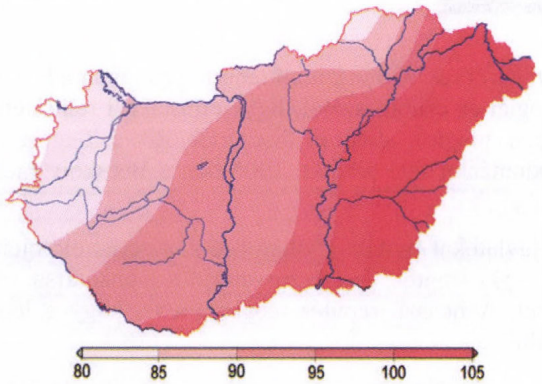
A hónap legnagyobb csapadékösszege:
***4,4 mm** Újfehértó (Szabolcs-Szatmár-Bereg)*
A hónap legkisebb csapadékösszege:
***0,0 mm** Salgótarján Rónafalu (Nógrád megye)*
24 óra alatt lehullott maximális csapadék:
***4,2 mm** Dávod (Bács-Kiskun megye) november 7.*



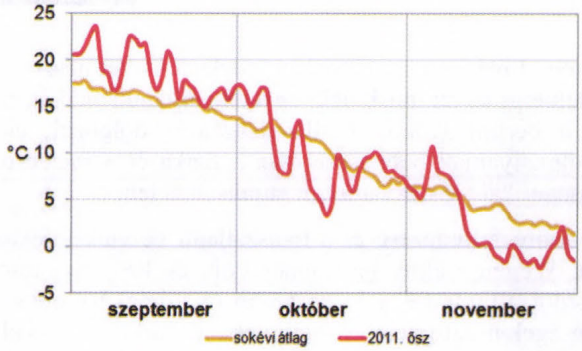
1. ábra: Az ősz középhőmérséklete (°C)



2. ábra: Az ősz csapadékösszege (mm)



3. ábra: Az ősz globálsugárzás összege (kJ/cm²)



4. ábra: Az ősz napi középhőmérsékletei és a sokéves átlag (°C)

I. táblázat: 2011. ősz időjárási adatainak összesítője

Állomás	Napsütés (óra)		Hőmérséklet (°C)						Csapadék (mm)			Szél
	Évsz. össz.	Eltérés	Évsz. közép	Eltérés	Max.	Napja	Min	Napja	Évsz. össz.	Átlag %-ban	1mm < napok	Viharos napok
Szombathely	462	69	10.1	0.5	30.9	2011.09.11	-4.3	2011.11.13	76	50	10	4
Nagykanizsa	-	-	9.4	-0.4	32.7	2011.09.11	-7.1	2011.11.14	117	64	8	1
Siófok	518	78	11.3	0.3	33.2	2011.09.04	-4.8	2011.11.17	47	33	8	12
Pécs	532	79	11.1	0.1	32.4	2011.09.11	-6.2	2011.11.18	57	41	8	4
Budapest	583	162	11.3	0.6	32	2011.09.05	-5.7	2011.11.24	32	26	6	1
Miskolc	557	181	10.4	1.0	31.2	2011.09.05	-5.5	2011.11.24	45	38	6	1
Kékestető	534	77	7.2	1.0	23.4	2011.09.05	-6.5	2011.11.20	27	14	5	11
Szolnok	556	187	11.2	0.7	32.5	2011.09.05	-7.9	2011.11.24	27	26	8	-
Szeged	642	182	10.9	0.0	33.7	2011.09.11	-6.8	2011.11.18	56	56	12	2
Nyíregyháza	-	-	10.0	0.3	31.6	2011.09.05	-8.4	2011.11.14	34	30	5	2
Debrecen	635	204	10.2	0.0	32.1	2011.09.12	-9.0	2011.11.24	28	24	7	1
Békéscsaba	644	197	10.4	-0.2	33.7	2011.09.05	-8.2	2011.11.24	37	33	8	2

TÖRTÉNELMI ARCKÉPEK

HISTORICAL PORTRAITS

Varga Miklós
Országos Meteorológiai Szolgálat, 1525 Budapest, Pf. 38. varga.m@met.hu

ALFRED LOTHAR WEGENER

Berlin, 1880.nov. 1 - Grönland, 1930. nov .

Wegenert már gyermekkorában érdekelték a természettudományi kérdések. Gimnáziumi tanulmányai után a berlini, a heidelbergi és az innsbrucki egyetemen tanult fizikát, meteorológiát és csillagászatot. Egyetemistaként rendszeresen járt a berlini Uránia Csillagvizsgálóba dolgozni, és 1904-ben megírta doktori disszertációját csillagászatból. Tanulmányainak befejezése után a fizika és a meteorológia tudománya felé fordult. 1905-ben a Beeskow melletti Aeronautikai Obszervatórium munkatársa lett.

A távíró felfedezése és a transzatlanti vezeték lefektetése új távlatokat nyitott a viharok észlelése és előrejelzése előtt. Wegener aktív hőballonos volt, és 1906-ban testvérével – aki szintén az Obszervatórium munkatársa volt – rekordot állított fel a leghosszabb (52 órás) ballonos repüléssel. A hosszú repülés megerősítette, hogy a légköri jelenségek megfigyelésére ballonokat és sárkányokat kell használni.

Szerzett tapasztalatai miatt meghívták egy dán Grönland expedícióba, ahol az északi ismeretlen területeket térképezte fel. Visszatérésekor mint neves sarkkutatót és sarki légkör szakértőt üdvözölték, és állást kapott a Marburg-i Egyetemen, mint docens, és meteorológiát, csillagászatot és kozmikus fizikát tanított. Itt írta meg *„A légkör termodinamikája" c.* tankönyvét, amit Németországban használtak is.

A másik téma, amivel foglalkozott, a kontinensek alakjának és helyzetének problémája. 1915-ben írt *„A kontinensek és óceánok eredete" c.* könyvében foglalta össze elméletét. A háborús körülmények miatt akkor nem keltett nagyobb feltűnést, de később főleg emiatt vált ismertté tudományos körökben.

1912 és 13-ban, majd 1930-ban Wegener saját 21 fős expedíciót szervezett Grönlandra. Három kutató állomást tervezett felállítani a 71. hosszúsági körön, egyet–egyet a két parton és egyet a gleccser közepén. A rossz időjárás miatt a szárazföldi állomás - az Esmitten - két kutatója elszakadt a többitől. Amint az idő lehetővé tette, Wegener maga vezette a felmentő csapatot. Az időjárás rosszabbra fordulása miatt többen visszafordultak és csak Wegener és a helyi grönlandi Rasmus Vilumsen érte el az állomást. A jégkunyhójukban ünnepelték Wegener 50. születésnapját. Wegenerék visszaindultak a parti bázisra, de sosem érkeztek meg. Tavasszal kezdtek kutatni utánuk. Wegener holttestét május 12.-én találták meg, de Rasmus Vilumsent soha többé nem látták.

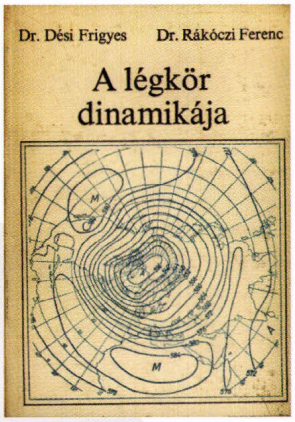
Alfred Lothar Wegenert mint német meteorológust, sarkkutatót és földtantudóst ismeri el a tudományos világ.

... és munkássága

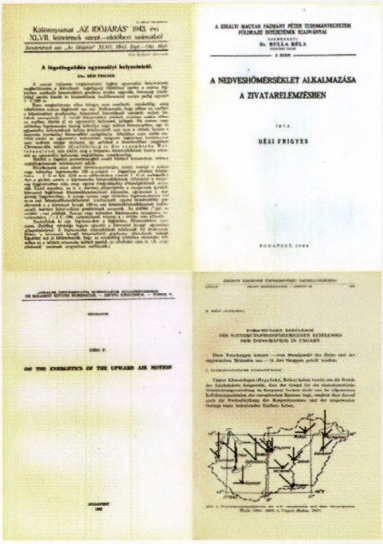
Dési előadása
az OMSZ 100. évfordulójának ünnepségén

Dési elnöki összefoglalója
a Távprognózis Kongresszusán 1954. október 4-én
(Balról: Mócsy János akadémikus, Dési Frigyes, Berényi Dénes, Wágner Richárd, Péczely György)

Dési bevonul Rómába (1962. április 22.)

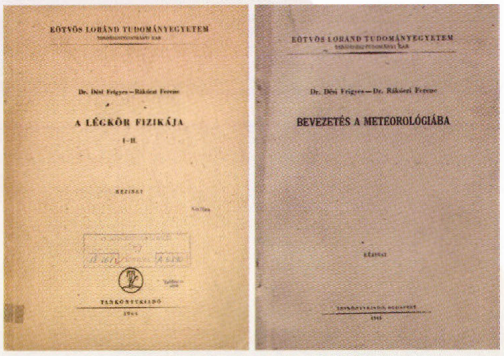


Az első magyar nyelvű dinamikus meteorológia tankönyv (1970)



Szemelvények Dési tudományos munkásságából

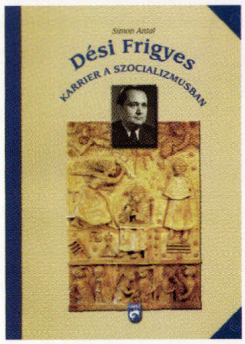
Dési Frigyes és Réthly Antal
a centenáriumi ünnepségen



Egyetemi jegyzetek (1964, 1966)

Dési Frigyes versei és Simon István költő
kísérő szavai
(Képes Újság, 1973. március 31.)

A Légkör első számának címlapja és Dési beköszöntője (1956. január)



Kiadvány Dési Frigyes életéről
(OMSZ, 2000)