

L É G K Ö R

60. évfolyam

2015. 1. szám



éves a
Magyar Meteorológiai
Társaság

90



Meteorológiai Világnap, 2015. március 23.

OMSz Kitaibel Pál utca 1., a kitüntetettek és kitüntetők csoportképe

Tóth Pálné (*társadalmi észlelő, Budapest XVIII.*), Lovas Katalin (*Miniszteri Elismerő Oklevél*), Dunkel Zoltán (*MMT elnök*), Veres Eszter (*társadalmi észlelő, Újfehértó*), Wantuchné Dobi Ildikó (*Pro Meteorologia emléklap*), Radics Kornélia (*OMSz elnök*), Putsay Mária (*Szakirodalmi nívódíj*), Hernádi Balázs (*Pro Meteorologia emléklap*), Gróbné Szenyán Ildikó (*Szakirodalmi nívódíj*), Simon André (*Szakirodalmi nívódíj*), Kósa Kiss Attila (*Az Év MET-ÉSZ észlelője, Nagyszalonta*), Nagy Imréné (*társadalmi észlelő, Újkígyós*), Varga László (*Schenzl Guido díj*), Ötvös Lajosné (*társadalmi észlelő Varga család nevében, Mernye*), Németh György (*Pro Meteorologia emléklap*), Pisák Mária (*Miniszteri Elismerő Oklevél*), Weidinger Tamás (*Schenzl Guido díj*), Brauer Hajnalka (*Dévényi Dezső emlékérem*), Fejes Edina (*Pro Meteorologia emléklap*).

Elöl: Kovács Sámuel, Takács Kristóf, Juhász Alicia (*óvodai rajzpályázat nyertesei*)

SZERZŐINK FIGYELMÉBE

A LÉGKÖR célja a meteorológia tárgykörébe tartozó kutatási eredmények, szakmai beszámolók, időjárási események leírásának közzétevése. 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 foglalkozunk.

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

Felelős szerkesztő:

Dunkel Zoltán
a szerkesztőbizottság elnöke

Szerkesztőbizottság:

Bartholy Judit

Bihari Zita

Haszpra László

Hunkár Márta

Tóth Róbert főszerkesztő-helyettes

ISSN 0 133-3666

A kiadásért felel:

Dr. Radics Kornélia
az OMSZ elnöke

Készült:

HM Zrínyi NKft.
nyomdájában
800 példányban

Felelős vezető:

Dr. Bozsonyi Károly
ügyvezető 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

CÍMLAPON: MMT alapításának 90. évfordulójára rendezett rajzpályázat 3. helyezettje

A Meteorológiai Világnapon (március 23.) kitüntettek csoportképe	2
Szerzőink figyelmébe	2
Németh Péter Magyar Arany Érdemkereszt kitüntetésben részesült	4
Mészáros Ernő 80	5
Horányi András, Ihász István és Radnóti Gábor: Elhunyt az MMT Tiszteleti Tagja, Jean-François Geleyn	6
Elhunyt Gajzágó László	7
Elhunyt Barta Bertalanné dr. Kmettykó Katalin	7
Dunkel Zoltán: Emlékezés a Magyar Meteorológiai Társaság megalakulásának 90. évfordulóján	8
Dunkel Zoltán: Mérföldkövek a Magyar Meteorológiai Társaság történetében	15
Major György: A Magyar Meteorológiai Társaság nemzetközi kapcsolatai 1925-2015	21
Szalai Sándor, Fülöp Andrea és Németh Ákos: Az Agro- és Biometeorológiai Szakosztály tevékenysége	24
Mika János és Konkolyiné Bihari Zita: Az Éghajlati Szakosztály tevékenysége	26
Németh Ákos: Néhány szó a Léghődinamikai Szakosztályról	29
Szepesi Dezső és Ferenczi Zita: A Levegőkörnyezeti Szakosztály beszámolója	30
Wantuchné Dobi Ildikó és Major György: A Nap- és Széleenergia Szakosztály tevékenysége	33
Wantuch Ferenc és Bottyán Zsolt: A Magyar Meteorológiai Társaság Repülésmeteorológiai Szakosztálya	36
Tar Károly és Dobány Zoltán: Nyíregyházi Területi Csoport	37
Darányi Mariann és Leelőssy Ádám: Róna Zsigmond Ifjúsági Kor a Magyar Meteorológiai Társaságban	38
Rácsi András: Eger Bükk-vidéki Csoport	41
Fodor István: A Magyar Meteorológiai Társaság Pécsi Csoportja	42
Szász Gábor és Lázár István: MMT – Debreceni Csoport	43
Gulyás Ágnes és Makra László: MMT Szegedi Területi Csoport	45
Puskás János, Kúti Zsuzsanna és Károssy Csaba: Visszatekintés a Magyar Meteorológiai Társaság Szombathelyi Területi Csoportjának 30 éves működésére	48
Németh Ákos: A Magyar Meteorológiai Társaság hírei	50
Sáhó Ágnes: Meteorológiai Világnap 2015, alkalmazkodjunk okosan! Éghajlati ismereteinket váltsuk tettekre	53
Vincze Enikő: A 2014. év időjárása	56
Vincze Enikő: A 2014/15-ös tél időjárása	61
Az óvodai rajzpályázat első, második és harmadik helyezett alkotása	63
COVER PAGE: 3 rd placed of the 90 years old MMT's kindergarten drawing competition	
Group photo of awarded on WMD (23March)	2
Instructions to authors of LÉGKÖR	2
Péter Németh was honoured with the Hungarian Gold Civic Cross	4
László Horváth: Ernő Mészáros is 80 years old	5
András Horányi, István Ihász and Gábor Radnóti: It passed away Jean-François Geleyn honorary member of MMT	6
It passed away László Gajzágó	7
It passed away dr Katalin Kmettykó (Barta Bertalanné)	7
Zoltán Dunkel: Memorial session on the Occasion of the 90 th Anniversary of MMT	8
Zoltán Dunkel: Milestones in history of Hungarian Meteorological Society	15
György Major: The International Relations of the Hungarian Meteorological Society 1925-2015	21
Sándor Szalai, Andrea Fülöp and Ákos Németh: The Activity of Agro- and Biomet Section	24
János Mika and Zita Konkoly-Bihari: The Activity of the Climate Section	26
Ákos Németh: Few Words about the Section of Atmospheric-Dynamics	29
Dezső Szepesi and Zita Ferenczi: The Air Environment Section's Report	30
Ildikó Wantuch-Dobi and György Major: History of Solar and Wind Energy Section	33
Ferenc Wantuch and Zsolt Bottyán: Aviation Meteorology Section of the Hungarian Meteorological Society	36
Károly Tar and Zoltán Dobány: Regional Group of Nyíregyháza	37
Mariann Darányi and Ádám Leelőssy: Zsigmond Róna Youth Club in the Hungarian Meteorological Society	38
András Rácsi: Regional Group 'Eger Bükk-County '	41
István Fodor: Regional of Hungarian Meteorological Society: Pécs City	42
Gábor Szász and István Lázár: Debrecen Regional Group of MMT	43
Ágnes Gulyás and László Makra: Szeged Group of MMT	45
János Puskás, Zsuzsanna Kúti and Csaba Károssy: Looking back on 30 years operation of the Hungarian Meteorological Society's Regional Group in Szombathely	48
Ákos Németh: News of the Hungarian Meteorological Society	50
Ágnes Sáhó: World Meteorological Day 2015, Climate Knowledge for Climate Action	53
Enikő Vincze: Weather of 2014	56
Enikő Vincze: Weather of winter 2014/15	61
Composition of first, second, and third placed of kindergartens' drawings competition	63

NÉMETH PÉTER MAGYAR ARANY ÉRDEMKERESZT KITÜNTETÉSBN RÉSzesÜLT

PÉTER NÉMETH WAS HONOURED WITH THE HUNGARIAN GOLD CIVIC CROSS

Magyarország Köztársasági Elnöke Németh Péternek az Országos Meteorológiai Szolgálat meteorológiai fejlesztőjének, a Szolgálat radarhálózatának kiépítésében és a radaradatok feldolgozásában, elemzésében végzett módszertani fejlesztési munkájáért, a távérzékelésben több évtizeden át végzett eredményes, újító tevékenységéért a **Magyar Arany Érdemkereszt** kitüntetést adományozta. A kitüntetést Fazekas Sándor földművelésügyi miniszter az 1848/49-es Forradalom és Szabadságharc Évfordulója, március 15-e alkalmából rendezett ünnepségen adta át.



Fazekas Sándor földművelésügyi miniszter gratulál a kitüntetés átadása alkalmából a Minisztérium Darányi Ignác termében.

Kollégánk 1954. május 18-án született Zalaegerszegen. Az Eötvös Loránd Tudományegyetemen szerzett matematika-fizika szakos középiskolai tanári oklevelet. A Szolgálathoz 1978. szeptember 1-én lépett be az akkori Központi Meteorológiai Intézethez, a Rádiószondázó Osztályra, tudományos segédmunkatársként.

A megfigyelések, mérések iránti érdeklődése folytán rádiószondázási adatok elemzésével, adatbázis kialakításával kezdett foglalkozni. Később bekapcsolódott a szegedi és a budapesti METEORIT-RKZ rendszer automatizálásába, majd később, vezetőként, részt vett a VAISALA rádiószonda rendszer meghonosításában. Nevéhez fűződik többek között az akkor új generációs szondák (RS-80, RS-90) bevezetése. Az osztály helyettes vezetője 1984. januárjától, majd elődje nyugdíjba vonulása után ő kap megbízást az Aerológiai Osztály vezetésére, amelyet mindenki elismerésére 2004. december 31-ig lát el.

Az OMSz időjárási radarhálózatának 1999-ben kezdődött megújításában, a *Doppler-dual* polarizációs radarok telepítésében vezetőként is aktívan részt vett. Az új radarok jelenlegi szolgáltatási körének kialakítása, a mért adatok megbízható minősége, a radaradatok feldolgozásával, elemzésével kapcsolatos módszertani fejlesztés eredménye az ő állhatatos és újító tevékenységének köszönhető. Intenzív kutatással törekedett a radarmérésekben rejlő lehetőségek minél teljesebb körű kiaknázására. Ez a Doppler- és polarizációs mérések eredményeinek a veszély- és ultrarövidtávú előrejelzésben való hasznosításában, valamint az egyre pontosabb radaros csapadékbecslés terén valósult meg. 2005 óta szakmai fejlesztőként és tanácsadóként tevékenykedik. 2001-től tanácsos, 2015-től pedig vezető főtanácsos.

A radar mellett volt energiája az egyéb távérzékelési eszközök, a *szodár* és a *windprofiler* mérések meghonosítására is. Fő tevékenysége mellett aktívan foglalkozott az UV sugárzás mérésével és előrejelzésével, bekapcsolódva az EU COST tevékenységébe is a 90-es években.

Szakmai elismerésként a 2008. évi Meteorológiai Világnap alkalmából a környezetvédelmi és vízügyi miniszter *Pro Meteorológia* emléklappal tüntette ki.

A most megérdemelten kapott elismeréshez a Szolgálat, a Társaság és az egész szakma nevében szívjből gratulálunk!

MÉSZÁROS ERNŐ 80

ERNŐ MÉSZÁROS IS 80 YEARS OLD

Horváth László

Országos Meteorológiai Szolgálat, 1181 Budapest, Gilice tér 39., horvath.laszlo.dr@gmail.com

Mészáros Ernő, a légkörfizika és légkörkémiá világhírű kutatója, a magyar levegőkémiai kutatás atyja 2015. április 12-én töltötte be 80. életévét. Ez alkalmából a Magyar Tudományos Akadémia Veszprémi Területi Bizottságának épületében a VEAB, a Pannon Egyetem Környezettudományi Intézetével közös szervezésben ünnepi ülést tartott április 17-én. Az ülésen a volt kollégák és barátok mintegy 50-60 fővel képviseltették magukat. Mint ismeretes Mészáros Ernő 3 és fél évtizedig az Országos Meteorológiai Szolgálat munkatársa volt, ezt követően, nyugdíjba vonulásáig a Pannon Egyetem MTA Levegőkémiai Kutatócsoportjának volt vezetője. Két műhelyt, tudományos iskolát is megalapozott, ennek megfelelően az ünneplő közönség nagy része az OMSz és a Pannon Egyetem volt és jelenlegi munkatársaiból állt. Képviseltették magukat az akadémikus társak is, hiszen az ünnepelt igen aktív szerepet játszott az MTA-ban, többek között, mint volt osztályelnök és a VEAB volt elnöke.

A megnyitó beszédet a jelenlegi VEAB elnök, Pósfai Mihály tartotta. Ezután Porga Gyula Veszprém polgármestere méltatta Ernő tevékenységét, hiszen a város egyetemén eltöltött hosszú évek alatt, ahol egyébként a szerves aeroszol kutatás élvonalához tartozó kutatógárdát nevelt fel, Veszprém hírnevét is növelte. A VEAB nevében Beszteri Béla méltatta az ünnepeltet.

Tanítványai közül Bozó László, Horváth László (OMSz) és Gelencsér András (PE) tartott rövid, személyes hangulatú beszédet. Utóbbi előadásból kiderült, hogy Ernőnek szakmai „dédunokái” is vannak (tanítványok tanítványainak tanítványai), azaz az utánpótlás biztos alapokon nyugszik.

Egy külföldi „tanítványa” a világhírű német levegőkémikus prof. Detlev Möller is tartott egy rövid angol nyelvű előadást, melyben hangsúlyozta, hogy a kemény NDK-s időkben, amikor sem az információk nem juthattak be az országába, sem az állampolgárok nem juthattak ki onnan (kevés kivételtől eltekintve), Mészáros Ernő osztályán találta meg a szakmai előmeneteléhez szükséges háttérrel.

Az ünnepi megemlékezésből nem hiányzott a zene és a vers sem, Kovács Attila zongoravirtuóz improvizációjában átmenetet hallhattunk egy klasszikus műből a dzsessz felé. Az ülés vége felé felvételről meghallgathattuk József Attila *Eszmélet* című költeményét Latinovits Zoltán előadásában.

Befejezésül az ünnepelt szólalt fel, igen bensőséges és megható stílusban köszönve az ünneplést, kitérve eddigi életének emlékezetes momentumaira. Az ülést egy szerény állófogadás követte.

Mészáros Ernő (Budapest, 1935. április 12.), meteorológus. ELTE-n szerzett meteorológus diplomát 1957-ben. Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSz) munkatársa 1957-1992. OMSz Központi Légkörfizikai Intézet igazgatóhelyettese (1971-1976), igazgatója (1976-1990), OMSz kutatóprofesszora (1990-1992). A Veszprémi (majd Pannón) Egyetem egyetemi tanára (1992-2005), professzor emeritus (2005-). Egyetemi doktor (ELTE) 1961, kandidátus (1966), tudományok doktora (1970), MTA levelező tag (1985), MTA rendes tag (1990), díszdoktor (1984) Nyugat-bretagne-i Egyetem. MTA Földtudományok Osztálya elnöke (1992-1999), MTA Veszprémi Bizottság elnöke (2002-2008). Meteorológiai Világszervezet (WMO) a környezeti konzultánsa (1976-1994). *Magyar Meteorológiai Társaság* tiszteleti tagja (2010). *Időjárás* (1973-; főszerkesztő 1978-1992), *Pollution Atmosphérique* (1980-), *Journal of Atmospheric Chemistry* (1983-), *Tellus* (1984-1996), *Atmospheric Environment* (1984-2001) szerkesztőbizottságának tagja. Kutatási területei a levegőkémia, a légköri aeroszol részecskék kémiai tulajdonságai és környezeti hatásai, valamint légköri nyomanyagok magyarországi, európai, valamint globális körforgalma. Foglalkozott a kénvegyületekkel és az aeroszol részecskéikkel, különös tekintettel azok környezeti hatására, felhőképződési és éghajlati szerepére. Tudományszervezési eredménye a levegőkémiai kutatások magyarországi bevezetése és meghonosítása. A WMO Levegőkémiai Regionális Képzési Központjának vezetője (1974-1992). Kitüntetései: Akadémiai Díj (1979), Pro Natura emlékérem (1987), Schenzl Guidó-díj (1995), Szent-Györgyi Albert-díj (1997), Széchenyi-díj (1998), Magyar Köztársasági Érdemrend középkeresztje (2005). Fontosabb publikációi: *A levegőkémia alapjai* (1977), *Atmospheric Chemistry: Fundamental Aspects* (1981), *Fizikai meteorológia* (társszerző, 1982), *Atmospheric Particles and Nuclei* (társszerző, 1991), *Global and Regional Changes in Atmospheric Composition* (1993), *Fundamentals of Atmospheric Aerosol Chemistry* (1999), *A Föld rövid története* (2001), *A környezettudomány alapjai* (2001), *Levegőkörnyezet* (társszerző, 2006), *A levegő megismerésének története* (2008), *Környezettudomány* (lexikon, 2010), *Ózonháború* (2013), *Algainvázio* (2015)

Irodalom: Mészáros, E., 2003: A város peremétől az akadémiáig, Mészáros, E., 2005: Történetek múlt időben.

ELHUNYT AZ MMT TISZTELETI TAGJA, JEAN-FRANÇOIS GELEYN IT PASSED AWAY JEAN-FRANÇOIS GELEYN HONOURARY MEMBER OF MMT

Horányi András¹, Ihász István², Radnóti Gábor¹

¹ECMWF, ²OMSz, andras.horanyi.ecmwf@int, ihasz.i@met.hu, gabor.radnoti@ecmwf.int

2015. január 8-án, néhány héttel 65. születésnapja előtt elhunyt Jean-François Geleyn, a Météo France numerikus prognosztikával foglalkozó szakembere. Jean-François számos szállal kötődött az Országos Meteorológiai Szolgálathoz és a magyar meteorológiához. 1992 és 2011 között 12 alkalommal járt Magyarországon. Tevékenysége elismeréseként 2000-ben az MMT tiszteleti tagja lett, amit 2011-es MMT előadásával „szentesített” (egyben ez volt az utolsó előadása Magyarországon). Tagja volt az Időjárás folyóirat szerkesztő bizottságának is. Jean-François életművét az *Európai Meteorológiai Társaság Ezüst Emlékéremmel* ismerte el. Hatása a magyar numerikus prognosztika fejlődésére felbecsülhetetlen, amelyet az alábbiakban néhány gondolattal szeretnénk alátámasztani.

Jean-François a mintegy 25 éve –1990 novemberében– elindított ALADIN együttműködés kezdeményező és vezető ereje volt. Az ALADIN projekt mind a mai napig kulcsszerepet tölt be a magyar meteorológia fejlődésében azáltal, hogy lehetőséget adott az Országos Meteorológiai Szolgálatnak, hogy csatlakozhasson Európa vezető numerikus prognosztikai irányvonalához. Ily módon most már hosszú ideje részt veszünk egy modern numerikus előrejelző modell fejlesztésében, valamint operatív módon alkalmazzuk a modellt a mindennapos előrejelzői gyakorlatban. Végül, de nem utolsósorban az ALADIN projekten pallózott kollégáink egyenrangú partnerei lehetnek bármely európai ország numerikus prognosztikai szakembereinek. A Météo France és az ECMWF között több mint 25 éve életre hívott ARPEGE/IFS együttműködésről és ezen belül az ALADIN modell szerepéről az őszi ECMWF Newsletterben olvasható áttekintés; ez volt Jean-François egyik utolsó cikke.

Az ALADIN együttműködés ma már gálat által elindított Közép- és Kelet-projekt jelenleg 16 országot tömörít. nyesen működik együtt az észak-szolgálatok numerikus prognosztikai jekttel. A HIRLAM projekt ALADIN modell-rendszerre és allesztésre és operatív modellfuttatások. Jean-François agyában –1993-vú numerikus modellező konzorcium-gondolata is, ennek az együttműködés-rőlógiai Szolgálat a koordinátora.

Az ALADIN rövidtávú előrejelző operatív módon, s azóta a modell A legfontosabbak talán a háromdi-séma bevezetése 2005-ben, a rövid-kalmazása 2008-tól, illetve az alkalmazása 2010-től kezdődően. pes a teljes ultra-rövidtávú és rövid-minisztikus” és valószínűségi alapú A szakembereink képzését tekintve gának volt lehetősége megismernie *Météo France* munkájába. Szintén az lehetőséget, hogy reális eséllyel pá-meteorológiai szolgálatoknál meg-ECMWF által meghirdetett munka-

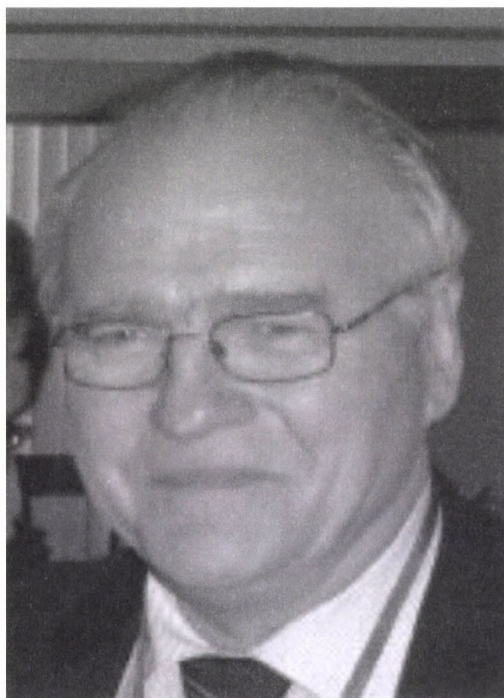
A fentiek talán jól illusztrálják azt, hogy az ALADIN projekt vezetőjeként Jean-François-nak milyen szerepe és hatása volt az európai numerikus előrejelzés mai helyzetére. Ezeken túlmutatóan Jean-François-tól sok minden mást is tanulhattunk.

Jean-François szakmaszeretete és elhivatottsága legendás volt. Gyakorlatilag a nap 24 órájában az éppen őt foglalkoztató probléma megoldásán gondolkodott. Numerikus prognosztikai tudása kivételesen széleskörű volt, nemcsak a közvetlen szakterületére a fizikai parametizációs eljárásokra koncentrált, de „otthon volt” a modell dinamikájának vagy akár az adatasszimilációs eljárások témakörében is. Közismert volt, hogy képes volt pillanatok alatt átlátni az adott problémát és más számára szinte követhetetlen sebességgel eljutni a megoldás részleteihez.

- Egy hatékonyan és jó szellemben működő csapat összekovácsolása nemcsak szakmai feladat, hanem a kollégákat segíteni, támogatni kell a munkán kívül is. Erre jó példa az a gondosság, ahogy Jean-François megtervezte 1991-ben az első ALADIN-os „fecskek” érkezését (részletes útmutatókkal, sőt párizsi metrójeggyel, egy kis költőpénzzel stb.).
- Nem elsősorban a rang és a cím számít, hanem a szakmai teljesítmény. Nem sokan tudják, de Jean-François-nak nem volt tudományos fokozata, mégis megszámlálhatatlan cikket publikált a legmagasabban jegyzett folyóiratokban és nagyon sok PhD kutatást irányított nemcsak Franciaországban, hanem számos ALADIN tagországban is. A Ghenti Egyetem volt az, amelyik professzori címet adott neki anélkül, hogy tételesen számon kérte volna tőle a szakmai fokozatokat.

Mindezek alapján nyugodt szívvel állíthatjuk, hogy az európai numerikus prognosztika és az abban lévő együttműködések nem lennének ugyanazok Jean-François hatása nélkül. A magyar meteorológusok pedig abban a szerencsés helyzetben voltak, hogy nemcsak közvetve, hanem közvetlenül is ismerhették Jean-François-t és becsülhették szakmai és emberi nagyságát.

Jean-François emlékét hálával és tisztelettel megőrizzük!



sokkal több, mint egy, a francia szol-Európát érintő támogató program: a Az elmúlt mintegy 10 évben eredmény-európai és spanyol meteorológiai együttműködésével a HIRLAM pro-HARMONIE-ként hivatkozik az kalmazza ugyanúgy kutatásra, fej-ra, mint az eredeti ALADIN ország-ban– fogant meg az európai rövidtá-mok közötti SRNP együttműködés-désnek 2008-tól az Országos Meteo-

modellt hazánk 1998 óta használja számos érdemi fejlesztésen ment át. menziós variációs adatasszimilációs távú ensemble előrejelző rendszer al-AROME nem-hidrosztatikus modell Ma az ALADIN modell-rendszer két-távú előrejelzési intervallum „deter-előrejelzésére.

az elmúlt 25 évben mintegy 20 kolle-és belekóstolnia a Toulouse-ban a ALADIN projekt nyitotta meg azt a lyázhasanak magyarok, a külföldi hirdetett állásokra, beleértve az köröket is.

ELHUNYT GAJZÁGÓ LÁSZLÓ

Budapest, 1933. november 3. – Budapest, 2015. január 29.

Érettségi után az ELTE TTK Meteorológia szakán folytatta tanulmányait. 1956-ban kapott diplomát, majd az OMI Sugárzási Osztályán kezdett dolgozni. Az 1958-ban a megalakult Biometeorológiai Osztályon klímakomfort, városklíma és légszennyezettség kutatásokat végzett. 1971-től volt az Éghajlati Osztály vezetője. 1972-ben Angliában 4 hónapos WMO ösztöndíjas tanulmányúton vett részt. 1977 februárjában az Országos Környezetvédelmi Tanács Titkárságára került át. Az OKT 1987-től minisztériumi szintre szerveződik. Miniszteri megbízással a KGST *Globális Környezeti Monitoring Rendszer* című főtéma koordinátora volt, de részt vett a KGST és UNEP környezetvédelmi információs rendszerek fejlesztésében is. 1990-ben vonult nyugállományba, de minisztériumi főtanácsosként részben folytatta korábbi tevékenységét. Az MMT-nek 1953-tól volt aktív tagja. Az Orvosmeteorológiai Szakosztály társelnöke, és a Társaság Ellenőrző Bizottságának Elnöke volt. Emlékét megőrizzük, nyugodjék békében.

BARTA BERTALANNÉ DR. KMETYKÓ KATALIN

Hódmezővásárhely, 1933. augusztus 14. – Budapest, 2015. március 25.

Temetésére 2015. április 1-jén került sor a Szent Gellért Templom urnatemetőjében. Az ott elhangzott beszéddel emlékezünk meg róla:

„Tisztelt Gyászolók! Kedves Kollégák, Barátok, Ismerősök! Krisztusban kedves Testvéreim! Szomorú szívvel gyűltünk össze, hogy Barta Bertalanné dr. Kmetykó Katalin kollégánktól annak a nagy meteorológus generációnak a tagjától vegyünk végső búcsút, akik az önálló képzés megindulása során szerezték meg meteorológus diplomájukat. Megtört szívvel állunk itt, bár tudjuk, ahogy az Írás mondja, „Mindennek megvan a maga órája, s az ég alatt minden dolog elmúlik a maga idején. Ideje van a születésnek és ideje van a halálnak” (Préd 3, 1-4). Ez a most véget ért élet, a pályafutás a meteorológus diploma 1955-ben történt megszerzésével indult. A kezdés nem volt



gozott a Mezőgazdasági Kutatóintézet-meteorológiai Intézetben. Először vezető gozott Keszthelyen. Innen 1962-ben 1963-tól 1969-ig az Adatfeldolgozó és tatásokat végzett. Szakmai karrierjének kor a Mezőgazdasági Tájékoztató Osztály-Agrometeorológiai Előrejelző Osztály ében, vezetői megbízatásában sokat tett 70-es években, többek közt az ő munkás-vekedett az agrometeorológiai szolgálta-tek a mezőgazdaságban dolgozók agros-erdekében. Ekkor kezdődött meg a meműsorban, amiben a kollégáink több minttatták a földművelőket a munkájukat be-Katalin nemcsak szervező munkát vég-„A napraforgó fejlődésének és termés-hogyarországon” címmel summa cum laude minősítéssel védte meg doktori értekezését. A szakmai pályafutás ezután más irányt vett, az időjárás előrejelzése területén folytatódott. 1978-ban a Meteorológiai Szolgálat Központi Előrejelző Intézetében a Közép-távú Előrejelző Osztály, majd 1984-től a Távleőrejelző Osztály vezetésével bízták meg. Ebből a beosztásából ment nyugdíjba 1988-ban, de kapcsolata sem a kollégákkal, sem a Szolgálattal, sem a Magyar Meteorológia Társasággal nem szakadt meg visszavonulásával. Színvonalas munkája elismeréseként 1975-ben Kiváló dolgozó lett. 1980-ban pedig megkapta a Munka Érdemrend ezüst fokozatát. Az intézetben nagy empátiával irányította munkatársait. Az irányítás számára nem szigor, hanem bizalmat, odafigyelést, jóindulatot és megértést jelentett. Munkatársaitól elvárta, hogy az operatív munka mellett figyelemmel kísérjék a témájukkal kapcsolatos szakirodalmat, kutatásaikról, fejlesztéseikről előadásokat tartsanak, publikációkat írjanak. Ösztönözte őket tudományos fokozat megszerzésére. Vezetőként sokat tett azért, hogy az általa irányított részlegeken családias, baráti légkör alakuljon ki. Beosztottjai nem főnökként, hanem barátként, „családanyaként” tekintettek rá. Mindig volt ideje, hogy meghallgassa a legkülönbözőbb problémákat, és lehetősége szerint segített is a megoldásban. Jó volt együtt dolgozni vele. Beosztottai vezetése alatt „második otthonként” jártak be munkahelyükre dolgozni. Nyugdíjba vonulása után sem szakadt meg kapcsolata a kollégákkal. Évente legalább egyszer, Katalin napkor mindig tartott egy „osztályértekezletet”. A nála szervezett találkozókra a régi szép időköt idézve rövid időre mindenki 20-25 évvel fiatalabbnak érezhette magát. Nemcsak kolléga volt, hanem jó barát is, racionálisan gondolkodó, sok szeretetet adó, optimista felfogású, igaz ember, szeretetre méltó egyéniség, őszinte, nyílt és barátságos. Öszsehozta a közösségeket, s később is összetartotta azokat. A Magyar Meteorológia Társaságnak is igen aktív tagja volt. Évtizedeken keresztül választmányi tagként vett részt a Társaság munkájában. Nyugdíjasként is rendre megjelent összejöveteleinken, szinte tegnap volt, hogy utoljára üdvözölhettünk körünkben, nem is gondolva arra, hogy ez az utolsó találkozás. A Társaság munkáját, 1987-ben Steiner Lajos Emlékéremmel jutalmazta. Most itt állunk szomorúan Barta Bertalanné dr. Kmetykó Katalin hamvai előtt, s ahogy az Írás mondja, ő is elmondhatja: „A jó harcot megharcoltam, a pályát végigfutottam, a hitet megtartottam. Készen vár már rám az igazság koszorúja” (2 Tim 4, 7). Kedves Katika, a magyar meteorológus társadalom egy szeretetreméltó, igazi közös-ségi személyiségét veszített el távozásával! Megtörtén búcsúunk az Országos Meteorológiai Szolgálat munkatársai és a Magyar Meteorológiai Társaság tagjai. Nyugodjék békében!”

zökkenőmentes. Előbb Kecskeméten dol-ben, s csak 1958-ban kapott állást a Me-technikusi beosztásban, észlelőként dol-lyezték át Budapestre, rádiószondázónak. Tájékoztató Osztályon klimatológiai ku-első nagy szakasza 1969-ben indult, amilyon csoportvezetőnek, majd 1971-ben az vezetőjének nevezték ki. E munkakör-az agrometeorológiai szolgáltatásokért. A ságának köszönhetően is, jelentősen nő-tások köre, új OMSz kiadványok szület-meteorológiai információkkal való ellátá-teorológusok szereplése a Falurádió című két évtizeden keresztül sikeresen tájékoz-folyásoló időjárás tényezőkről. Kmetykó zett, hanem tudományos is. 1977-ben zamának agroklimatológiai feltételei Ma-

EMLEKÜLÉS A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG MEGALAKULÁSÁNAK 90. ÉVFORDULÓJÁN

MEMORIAL SESSION ON THE OCCASION OF THE 90TH ANNIVERSARY OF MMT - HUNGARIAN METEOROLOGICAL SOCIETY

Dunkel Zoltán

Magyar Meteorológiai Társaság, 1024 Budapest Kitaibel Pál utca 1., dunkel.z@met.hu

Összefoglalás. A Magyar Meteorológiai Társaság megalakulásának 90. évfordulója alkalmából, 2015. január 26-án az Országos Meteorológiai Szolgálat dísztermében tartott emlékülésen elhangzottakat foglalja össze ez a rövid tudósítás. A Társaság hazai prominens képviselői mellett külföldi meteorológiai társaságok képviselői, valamint az Európai Meteorológiai Társaság alelnöke is köszöntötték az MMT-t.

Abstract. On the occasion of nineteenth anniversary of forming of the Hungarian Meteorological Society a memorial session was held in Ceremonial hall of OMSz–Hungarian Meteorological Service 26 January 2015. This report summarizes the story of the memorial session. Beside the Society's domestic prominent representatives foreign meteorological societies' representatives and Vice President of the European Meteorological Society congratulated the jubilee.

A Magyar Meteorológiai Társaság 1925. január 25-én alakult meg. Ennek, a közel kerek, nem 75. és még nem 100., de mindenképp tiszteletre méltó évfordulónak a megünneplésére, az évfordulás dátumhoz legközelebb eső munkanapra tartotta érdemesnek megtartani az emlékülést a Társaság Választmánya. Lehetőségeinknek és kapcsolatainknak megfelelően igyekeztünk mindenkit meghívni, aminek szép számmal eleget is tettek a meghívottak. A rendelkezésre álló idő ugyanakkor korlátozza is a lehetséges megszólalók sorát. A Társaság hazai tagjai mellett meghívtuk a társtársaságok képviselőit, jogi tagjainkat, a szakma felett felügyeletet gyakorló minisztérium képviselőit, az ELTE képviselőjét, s a környező országok meteorológiai társaságait is. Örömmel nyugtáztuk, hogy 52 visszajelzést kaptunk a meghívottaktól, sajnos ezek közül 15 volt olyan, aki kimentését kérte, őszinte sajnálatunkra több olyan idősebb tagtársunk, aki betegségére hivatkozva mondta le a részvételt. A minisztériumaot Rác András HÁT, az ELTE-t Faragó István egyetemi tanár, dékánhelyettes képviselte.

más nemzetközi elfoglaltsága miatt, bár szándékában állt, nem tud eljönni Budapestre.

Az ünnepi ülés előadásainak megtervezése során igyekeztünk szem előtt tartani, hogy „mindenki” megszólalhasson, a lehető legszélesebb körben beszéljenek a Társaságról. Az ünnepi műsor előre rögzített hivatalos programja mellett szívesen adtunk szót az ünnepi megjelenteknek. Örömmel szolgált, hogy a külföldi képviselők nemcsak elfogadták meghívásunkat, hanem előadást is vállaltak az ünnepi ülésen. Az első szóló, ha úgy tesszük a vezérszónok a Társaság tiszteletbeli elnöke Szász Gábor

professzor emeritus, Társaságunk 1990 és 2000 közötti elnöke volt, akinek a 85. születésnapját a 2012-es debreceni Vándorgyűlésünkön ünnepeltük. Tiszteletbeli elnökünk szabad előadásban, ez alatt az kell érteni, hogy semmilyen kivetített anyagot nem használva, foglalta össze és értékelte a Társaság tevékenységének lényegét és értelmét, nem feledkezve meg a meteorológus szakma, az Országos Meteorológiai Szolgálat, a katonai

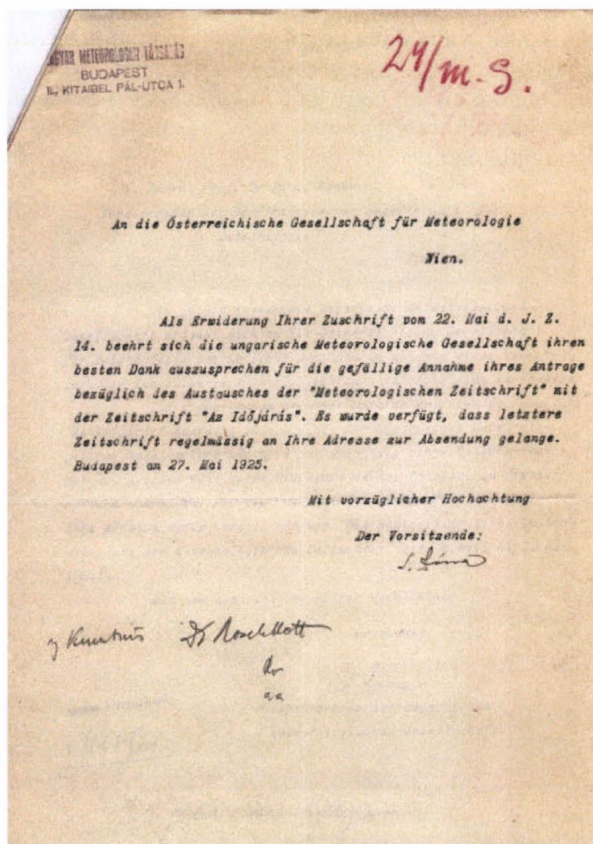
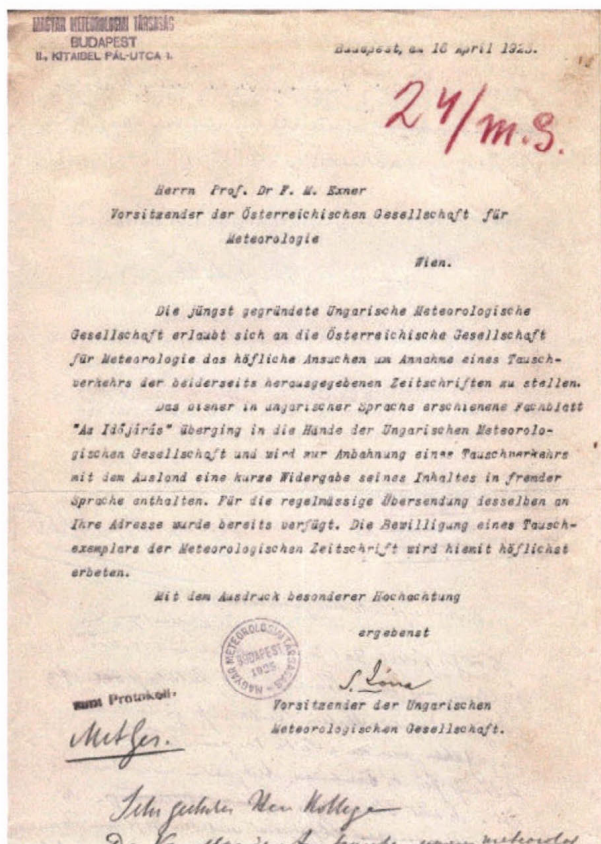


Az ünnepi ülés résztvevői: Ihász István, Bob Riddaway EMS alelnök, Fritz Neuwirth osztrák elnök, Dobi Ildikó, Tóth Pál tiszteleti tag, Rác András HÁT, Radics Kornélia OMSz elnök, Szász Gábor tbeli elnök

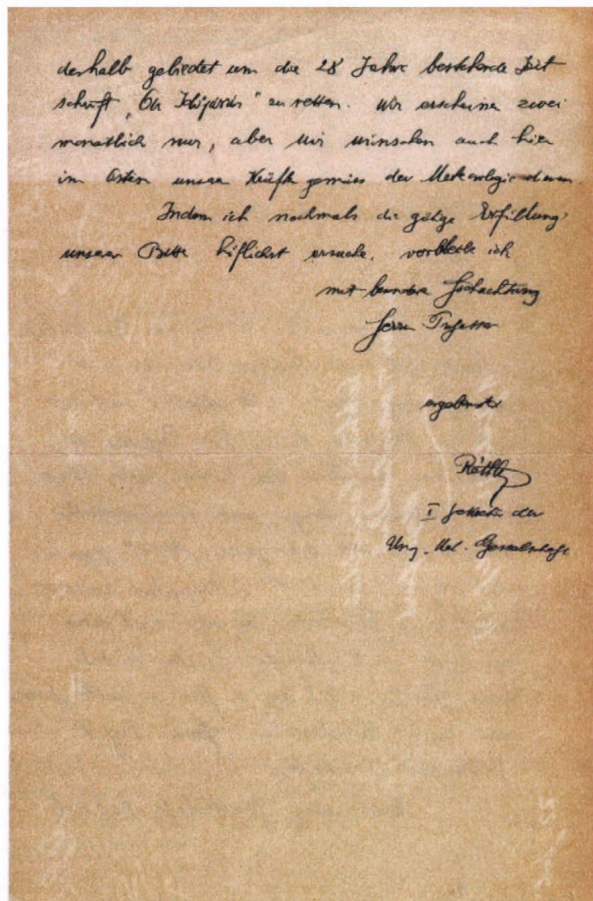
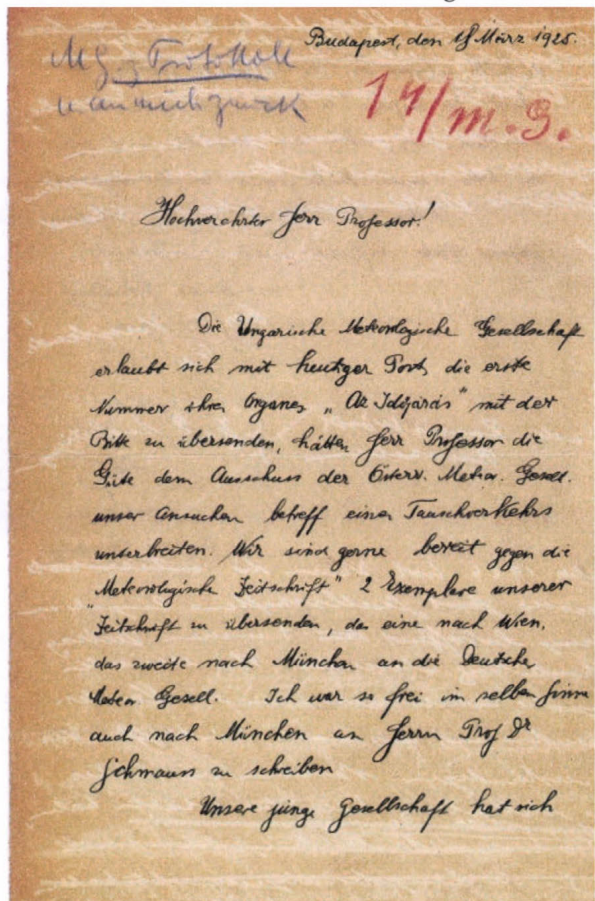
A külföldi meghívottak közül megtisztelte jelenlétével ülésünket Bob Riddaway az EMS alelnöke, Fritz Neuwirth, nyugalmazott osztrák igazgató, az idei évben megalakulásának 150. évfordulóját ünneplő osztrák társaság elnöke, Pavol Nejedlik a Szlovák Meteorológiai Társaság alelnöke, az MMT külföldi tiszteleti tagja, Alen Sajko az idén 50 éves horvát meteorológiai társaság elnöke, aki Igor Kos és Jadran Jurkovic kollégájával együtt csatlakozott az ünnepi üléshez. Thomas Halenka a Cseh Meteorológiai Társaság elnöke sajnálattal jelezte, hogy

meteorológia, s az egyetemi meteorológiai tanszékek kutatói és oktatói munkájának fejlődéséről az elmúlt kilencven évben.

Bob Riddaway az Európai Meteorológiai Társaság alelnöke, s a Királyi Meteorológiai Társaság (Royal Meteorological Society) főtitkára „Role of meteorological societies today” (A meteorológiai társaságok szerepe ma) című előadásában igazán aktuális és az ülés témájához illeszkedő kérdést járt körül. A társaságok küldetését két pontba szedte össze:

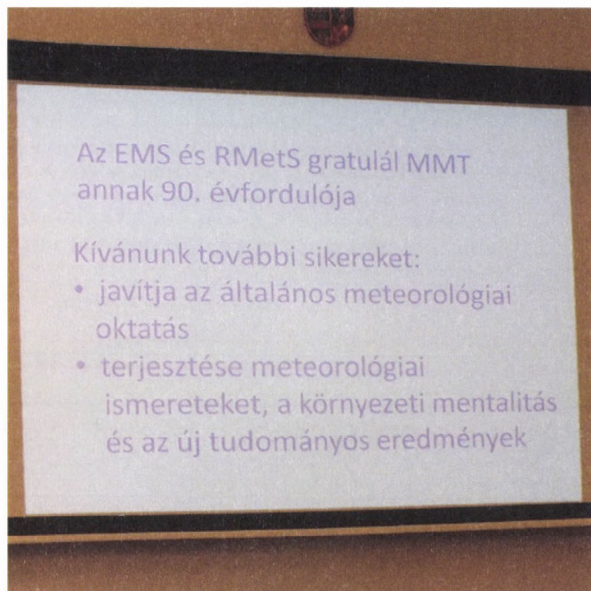


Róna Zsigmond levele az osztrák elnöknek 1925-ből



Réthly Antal levele az osztrák elnöknek 1925-ből

- előrevinni a meteorológia tudományát, hivatását és alkalmazását, valamint a hozzá kapcsolódó tudományokat európai szinten az egész népesség javára;
- azon munkálkodni, hogy jobb kommunikáció és megértés valósuljon meg az európai meteorológiai közösség tagjai között.



Bob Riddaway záró képe

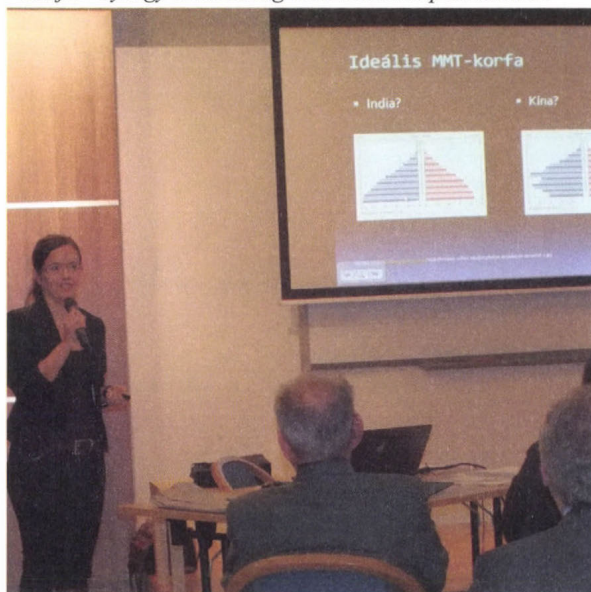
mellett az EMS-nek vannak társult tagjai is, 15 nemzeti meteorológiai intézet, köztük az OMSz, oktatási és kutatói intézmények valamint ipari szervezetek, összesen 32-en, míg az EMS gerincét adó meteorológiai társaságok száma 36. Az EMS tevékenysége kiterjed: szakmai tapasztalatok megosztására, találkozók és konferenciák



Major György a Társaság nemzeti kapcsolatairól



Németh Ákos a jelenkor kihívásairól beszél



Darányi Mariann ismerteti elképzeléseit a jövőről

Az Európai Meteorológiai Társaság mögött, amely valójában társaságok szövetsége és nem egyéni tagsággal bíró szervezet, mintegy 10 ezer tag van, akik az EMS-be belépett különböző társaságok tagjai. A taglétszámot illetően a néhány taggal bíró szervezettől a 3 ezernél nagyobb taglétszámig terjedő egyesületig mindenféle méretű társaság szerepel az EMS tagjai között. A bemutatott dián az MMT negyedik helyen szerepelt az országos teljes taglétszámot illetően (Dánia: 503, Magyarország: 521, Olaszország (4 társaság!): 778, Németország: 1,879, Egyesült Királyság: 2,852). A meteorológiai társaságok

szervezésére, teljesítményt értékelő és a karrierfejlesztést támogató díjazásra, a meteorológiai jellegű tömegtájékoztatásra, oktatásra és segítségnyújtásra, publikációk kiadására, szakmai normák és akkreditáció egyeztetésére valamint szakmapolitika fejlesztésre. Az EMS talán legfontosabb tevékenysége az Európai Meteorológiai Konferencia szervezése. A korábban a nemzeti intézetek által szervezett ECAC/ECAM¹ konferenciák szervezését az

¹ ECAM: European Conference of Applied Meteorology; ECAC: European Conference of Applied Climatology

EMS átvette, s a meghívottak körét kiterjesztette a hivatásos meteorológusokon kívül az egyetemi, privát és ipari szférára is, s ezzel, sokkal szélesebb érdeklődést és támogatottságot ért el (2004 és 2014 között 450-750 fős részvétellel). Az ECAC/ECAM konferenciák kétéves ciklusban váltják egymást. Budapest 2001-ben adott ott-

runk Réthly Antal írta az osztrák társaság elnökének az *Időjárásnak* az MMT kezelésébe történő átvételéről valamint a *Meteorologische Zeischrift*-tel való cseréjéről. A bemutatott levelek további érdekessége, hogy az MMT hivatalos címe, székhelye akkor is a Kitaibel Pál utcában, az Intézet székházában volt.



Szakács Györgyné születésnapi köszöntése



Pintér Ferenc jogi tagi képviselő

hont ECAM konferenciának, s az EMS Tanács döntése értelmében 2018-ban Budapest lehet a színhelye a soron következő ECAC konferenciának. Az európai széles nyilvánosságot érinti az EMS fotópályázata, amelynek 2014-es győztes képe is bemutatásra került az előadásban. S mivel az előadó nemcsak az EMS, hanem a RMetS² tagja is, néhány szót szolt anyaegyesületéről. A brit társaságot 1850-ben alapította 10 úriember. Jelenlegi taglétszámuk 35%-a hivatásos, 24%-a egyetemi vagy kutató intézeti szakember, a tagság 25%-át teszik ki az amatőrök vagy a szakma iránt érdeklődők, 9% nyugdíjas, s 7% diák. Társaságuk célkitűzéseit a „fejleszteni a meteorológiát részvétellel, lelkesedéssel és képzéssel tudományként, hivatásként és érdeklődésként” mondattal foglalta össze. Befejezésül egy magyar diával köszöntötte a társaságot évfordulója alkalmából. Ez igazán kedves gesztus volt részéről, s jó tanulság a hallgatóságnak arra, hogy óvatosan bánjunk a fordító programok eredményeivel.

Fritz Neuwirth előadásában köszöntötte a jubilánst megemlékezve arról, hogy az osztrák és a magyar meteorológiát régóta fűzik össze különböző szálak nemcsak az intézetek, hanem a társaságok történetében is. Bejelentette, hogy az Osztrák Meteorológiai Társaság³ 1865-ban alakult meg. Az évfordulóra készülődve áttekintették az irattárukat, s benne két magyar vonatkozású levelet találtak. Ezeket, a számunkra ismeretlen dokumentumokat, most bemutatta a magyar társaságnak. Az egyik levelet Róna Zsigmond alapító elnökünk, a másikat első főtítká-

A Társaság elnöke „Mérőldkövek a Meteorológiai Társaság történetében” címmel igyekezett röviden összefoglalni a Társaság életének legfontosabb eseményeit (Dunkel, 2015). Major György akadémikus, tiszteleti tag a Társaság nemzetközi kapcsolatairól tartott előadást (Major, 2015).

A modern problémákkal társaságunk főtítkára, Németh Ákos „A jelenkor kihívásai a Társaság életében” c. előadásában foglalkozott. Előadásának gondolatai:

- Megváltozott jogszabályi környezet, szigorodó szabályozás
- Csökkenő tagdíjbevétel, kevesebb 1%-os felajánlás, pályázati lehetőségek beszűkülése
- Jogi tagság felértékelődése, támogatók keresése, önkéntes munka (Titkárság)
- A meteorológia fejlődésének hatásai: új terület = új szakosztály? Az MMT jelenléte vidéken
- A profi magán meteorológiai cégek megjelenése és az „amatőr” meteorológusok
- Hullámzó tagi aktivitás vs. több és jobb szakmai program
- Miért érdemes MMT taggá válni?
- Megoldás a kihívásokra: előremenekülés és tudatos építkezés. Tegyük vonzóbbá az MMT-t!

A meghirdetett előadások sorát Darányi Mariann, a Róna Zsigmond Kör elnöke „Az MMT és az ifjúság” című előadásával zárta. Előadása egyszerre volt provokatív és útmutató. Bevezető diájában bemutatott néhány fogalmat, megkérdezve a hallgatóságot, hogy ki érti azokat. Őszintén megvallva, az idősebb korosztálynak ezek nem mondtak semmit. Ezzel a Róna kör elnöke remekül rá-

² Royal Meteorological Society

³ ÖGM: Österreichische Gesellschaft für Meteorologie

mutatott, arra az időről időre előkerülő problémára, hogy a különböző korosztályok vajon egy nyelvet beszélnek? Kiemelte, hogy már az alapító célkitűzésekben is szerepelt, hogy a megalakítandó társaság ne legyen tisztán tudományos, sem pedig tisztára népszerű, az új Társaság nem fog tisztán a meteorológia művelésére szorítkozni, hanem igyekezni fog felölelni minden rokon szakma művelését és az ezekre vonatkozó ismereteket széles rétegekben fogja terjeszteni. Ezekkel az eredeti célkitűzésekkel teljes mértékben összevág a jelenlegi alapszabály azon kitétele, hogy a környezetvédelmi tudatformálás és az új kutatási eredmények széleskörű ismertetése, terjesztése az MMT célkitűzése.

Kérdése, hogy az MMT jól valósítja meg célkitűzéseit, megfelelő módon közelít-e a fiatalokhoz. A társaság működésében, egységességében lát némi diszharmóniát. A Róna körös előadások látogatottsága, a benne való részvételben van némi törésvonal az „eltés-MMT-s” és az „omszos-MMT-s” tagok között. Erről szólt miniközvéleménykutatása a Róna-díjasok között. Úgy látja, hogy a rendezvények látogatottsága hagy maga után némi kívánni valót. Szerinte *bizonyos* statikusság figyelhető meg pro és kontra. Az élénkebb társasági élet érdekében javasolja a nagy bázist jelentő középiskolások bevonását, akik vérfrissítést és lendületet hoznának, az „észlelés”-ben való aktívabb közreműködéssel. Itt elsősorban a MET-ÉSZ-ben rejlő lehetőségekre gondol. (rutin, alapismeretek, szemléletmód). Nagy jelentőséget tulajdonít a Múzeumok Éjszakájának és a múzeumlátogatásoknak. Javasolta az erősebb együttműködést az amatőr vagy érdeklődő nagyközönséggel, s végül, de nem utolsósorban a területi csoportok fontosságáról, a vidék „erősítéséről” szólt. Kérdés, hogy miért érdemes MMT tagnak lenni? Milyen erkölcsi vagy anyagi haszonnal jár együtt a tagság. Ennek a kérdésnek a megválaszolása a Választmányi ülések rövidtávú feladata. Előadását a fiatalok szakmai munkája értékelésének anyagi eszközére történő utalással zárta, felsorolva a Róna Alapítvány kamataiból eddig részesült tagtársakat (*Darányi és Leelőssy, 2015*).

Ezek után volt lehetőség a hozzászólásra. *Pavol Nejedlik* külföldi tiszteleti tagunk a Szlovák Társaság nevében köszöntötte az egybegyűlteket, s átadta a szlovák társaság elnökének emléklapját. *Alen Sajko* elnök, a horvát társaság nevében köszöntötte a magyar egyesületet.

A felszólalók magyar sorát *Szakács Györgyné Farkas Amália* ny. igazgatóhelyettes, tiszteleti tagunk, 1945 óta társaság tagja nyitotta meg. Meleg szavakkal méltatta a társaságot, emlékezett vissza egyes eseményekre és köszöntötte a szakma megjelent képviselőit. Megjelenése és hozzászólása külön öröm volt számunkra, mivel ő is 1925-ben született.

A jogi tagok közül *Pintér Ferenc* (ICI Interaktív ZRt.) beszélt a hivatásos és az üzleti meteorológia kapcsolatáról, a lehetséges együttműködésről a Társaság keretein belül. *Tánczer Tibor* tiszteleti tagunk írásban előre elküldte hozzászólását, amit személyesen is előadott. Több tagtársunk is küldött írásban hozzászólást az ünnepi üléshez.

Böjti Béla:

„Tisztelt Magyar Meteorológiai Társaság!
Tisztelt Ünnepi Emlék Ülés!

A 90 éves társaságnak 1952 óta tagja vagyok. Megtiszteltetés volt, amikor 1958. május 14-én a Társaság „Róna Zsigmond” Továbbképző Körében Albániáról tarthattam előadást, ahol ifjú éveimben voltam meteorológus. Köszöntöm Fritz Neuwirth urat, akivel sokszor találkoztam a meteorológus rendezvényeken. A 90. évforduló alkalmából kívánom, a Társaság vigye tovább a hagyományokat, a más tudományokkal sikeres kapcsolatokat. Az ifjúság előszobája legyen. Üdvözlettel: Dr. Böjti Béla ny. tudományos osztályvezető”

Bukovszky Lászlóné:

„Kedves Zoltán!

Megtiszteltetésnek veszem, hogy alkalmam lenne az MMT tagsággal kapcsolatos emlékeimről beszélni! Az ünnepi ülés kiszolgáltató résztvevőivel szemben nem lenne lovagias az ügy, mert:

1.) A régi szép időkben a vándorgyűlésekből, az Akadémia dísztermében tartott tudományos napokból, kirándulásokból mindig csak a „szórakozás” jutott nekem. Alkalmak voltak ezek arra, hogy megismerkedhettem és kellemes órákat tölthettem azokkal a kollégákkal, akikkel csak ilyenkor találkoztam.

2.) A elmúlt évtizedben csak a meghívókon keresztül figyeltem a Társaság életét. Ez csak nekem volt érdekes. A fentiek miatt nem érdekfeszítőek, sőt talán említésre sem méltóak az én élményeim. Szeretettel: Éva”

Czelnai Rudolf, tiszteleti tag:

„Kedves Zoli, Sajnálattal jelentem be, hogy állapotom hirtelen bekövetkezett romlása miatt, nagyon komolyan elhatározott szándékkal ellentétben, hétfőn nem tudok jelen lenni az MMT 90-éves évfordulójának ünnepelésén. Ezt végtelenül fájjalom. Szeretettel üdvözlöm a kollégákat Rudi”

Koppány György:

„Tisztelt Elnök Úr! Kedves Zoli!

Nagyon köszönöm a hivatalos meghívót és a személyes meghívásodat a MMT megalakulásának 90. évfordulója alkalmából megrendezésre kerülő ünnepi ülésre. Őszintén szólva jól esett, hogy a MMT nem csak meghívót küld, de azt is kéri, hogy személyes emlékeinket, tapasztalatainkat is mondjuk el. Örömmel emlékezem arra az időre, amikor a MMT alapító tagjai közül is néhányan éltek, és szerencsém volt találkozni azokkal a meteorológusokkal, akik azért alapították meg a Társaságot, hogy megmentsek az Időjárás folyóiratot a pénzühiány miatti megszűnéstől. (Aujeszky, Réthly és még sokan mások). A vándorgyűlések sok tájjal ismertettek meg és a társtudományok képviselőivel, mint az erdészek, szőlőtermelők és talán itt is lehetne folytatni a felsorolást. A közös vándorgyűlések pedig a cseh és a szlovák kollégákkal való találkozásra és megismerkedésre adtak lehetőséget. Szívvel kívánom, hogy a Társaság jelenlegi tisztségviselői és tagjai tovább erősítsék a szakmánk látókörének szélesítésére és népszerűsítésére szolgáló munkát. Sajnálatomra az ünnepi ülésen nem tudok részt venni, beteg-



**SLOVAK METEOROLOGICAL SOCIETY
AT THE SLOVAK ACADEMY OF SCIENCES**

**Hungarian Meteorological Society
Dunkel Zoltán
President**

January 26, 2015

**THE 90th ANNIVERSARY
OF THE HUNGARIAN METEOROLOGICAL SOCIETY**

On the occasion of the 90th Anniversary of the Hungarian Meteorological Society, it is both a pleasure and an honor for me to express congratulations and good wishes of the members of Slovak Meteorological Society. These congratulations are addressed to you as the President of the HMS and to all members of your society, as well. We highly appreciate tremendous contribution of the HMS to the development of atmospheric sciences and to the cultural heritage as well as to the fruitful co-operation of meteorological communities in the region.

We are looking forward to further co-operation between our two scientific societies.

Vladimír Pastirčák, president

Slovak Hydrometeorological Institute, Jeséniova 17, 833 15 Bratislava, Slovak Republic
Phone: +421 7 5477 4052, Fax: +421 7 5477 3620, e-mail: vladimir.pastircak@shmu.sk

ségem miatt. Megkülönböztetett tisztelettel:
Dr. Koppány György”

Probáld Ferenc tiszteleti tag:

„Tisztelt Elnök Úr, kedves Zoltán!

Köszönöm a Magyar Meteorológiai Társaság jubileumi ülésére szóló megtisztelő személyes meghívásodat, amelynek – ha csak egészségi állapotom közbe nem szól – örömmel igyekszem majd eleget tenni. Ha a Magyar Földrajzi Társaság valamely nálam autentikusabb képviselője nem lenne jelen az ülésen, akkor – mint az MFT tiszteleti tagja – szívesen tolmácsolom annak üdvözlését is. Tisztelettel és barátsággal köszönt: Probáld Ferenc”

Tánczer Tibor tiszteleti tag:

„Felszólalás a Magyar Meteorológiai Társaság 90. évi jubileumi ülésén

Mint az idősebb nemzedék tagja, röviden felidézném néhány emlékemet a Meteorológiai Társaság múltjával kapcsolatban. A 90 évből 62 éve vagyok a Társaság tagja, ebből három évtizeden keresztül a választmányi tagja voltam. Még fiatal egyetemistaként léptem be a Társaságba. A Társaság rendezvényein keresztül ismertem meg meteorológus elődeinket. Nagyon megfogott az idősebbek szeretetteljes viszonyulása a pályafutásunk kezdetén álló fiatalokhoz. Élvezettel hallgattam értékes szakmai előadásait. Az akkori élmények egy életre meghatározták a meteorológus közösség és a szakma iránti szeretetemet, elkötelezettségemet. Már diplomás meteorológus voltam, amikor az 50-es évek végén a Társaság életében új színfolt jelent meg. Az évente más-más helyszínen megrendezett vándorgyűlések szélesre tárták a kaput a hazai tudományos, gazdasági és közélet előtt. A jól megválasztott témák (hogyan csak néhányat említek: erdészet, mezőgazdaság, viharjelzés, jégeső elhárítás, oktatás, stb.) kivívták az érdekelt szakterületek elismerését. A találkozók nyomán számos gyümölcsöző együttműködés született. A vándorgyűlések hasznosak voltak abból a szempontból is, hogy a meteorológusok szűkebb szakterületükön kívül kitekintést nyerhettek a meteorológia egészéről, fejlődéséről és külső kapcsolatairól.

Akkoriban Magyarország a keleti tömb tagja volt, ami bizonyos fokú elzártságot jelentett a nyugati világtól. Ez azonban nem mondható el a magyar meteorológiáról. Dési Frigyes elnök ügyes politikájának köszönhetően jó viszony alakult ki Steinhauser professzoron keresztül az Osztrák Meteorológiai Társasággal, de vendégül láthatunk amerikai, francia, német és más nyugati szakembereket is. Emellett a pozsonyi Konček professzor révén szoros kapcsolat jött létre a Csehszlovák Meteorológus Társasággal. Ennek eredményeként a 70-es évektől a vándorgyűlések felváltva hol az egyik, hol a másik országban kerültek megrendezésre.

A Meteorológiai Társaság volt az az elsődleges fórum, ahol a szakma új irányzatai nagyobb nyilvánosságot kaphattak. Különösen is éreztem ennek előnyét, mint a meteorológia fiatal ágának, a műhold-meteorológiának mű-

velője. A Társaság és az Asztronautikai Szakosztály rendezvényein tárhattam évről-évre a nagyobb nyilvánosság felé a műholdas megfigyelések révén az egyes szakterületek előtt megnyíló lehetőségeket, az újabb és újabb eredményeket.

A 70-es évek közepétől már mint a választmány tagja, közelebbről is megismerhettem azt a áldozatos munkát, amit a Társaság elnöksége végzett. E helyütt is elismerésemet kell kifejeznem egykori elnökeink, főtitkáraink, szakosztály-vezetőink, titkáraink felé. Örömmel tölt el, hogy e jubileumi ülésen a résztvevők között üdvözölhettem Szász Gábor professzor urat, Társaságunk örökös elnökét és az egykori tisztségviselők számos tagját. Ugyanakkor kegyelettel emlékezem meg azokról, akik már nem lehetnek itt közöttünk. Különösen is gondolok Ambrózy Pál elnökünkre és Simon Antal főtitkárunkra, közvetlen kollegáimra. Ambrózy Pál fiatal éveitől kezdve teljesen elkötelezettje volt a Társaságnak, szinte második családjának tekintette. Elnöksége alatt sokat tett a hazai és a külkapcsolatok erősítésében. Ez utóbbi terén kiemelkedik az EMS csatlakozás felé tett lépése. Simon Antal munkáját a korrekt ügyvitel jellemezte. Óriási munkát végzett, amikor Társaságunk kiemelkedő alakjainak munkásságáról külön kiadványt állított össze, emellett az idősebb generáció szinte minden egyes tagjának szakmai pályafutását egy külön kötetben közreadta.

Jó eső érzés visszatekinteni tagságom 62 esztendejének pezsgő társasági életére. Beleolvasni az Időjárás krónika rovatába, később a Léggör erre vonatkozó beszámolóiba. Ott díszleg könyvespolcomon a Társasági tájékoztató füzetek hosszú sora és a Vándorgyűlések anyaga. Mindezek egy szép, eseménydús korszakról tanúskodnak. Jó visszagondolni a társasági találkozókra, azok baráti légkörére. Ezek szakmai ismereteink bővülése mellett hozzájárultak emberi kapcsolataink szorosabbá tételéhez, emellett elősegítették más szakterületekkel való együttműködés elmélyítését is.

Végezetül elismerésemet fejezem ki a Társaság jelenlegi vezetőségének, amely a hagyományokhoz híven folytatja az elmúlt évtizedek eredményes munkáját. A meteorológusok új nemzedékétől pedig azt kérem, viseljék szívükön a Társaság további sorsát, erejükhez képest támogassák és vállaljanak szerepet annak munkájában. Ehhez kívánok erőt, lelkesedést és sok sikert!”

Az ünnepi ülést jó hangulatú, szerény állófogadás zárta, ahol a meghívottak koccintottak a Társaság és a tagtársak egészségére.

Irodalom

- Darányi, M. és Leelőssy, Á., 2015: Róna Zsigmond Ifjúsági Kör a Magyar Meteorológiai Társaságban. *Léggör* 60, 38-40
Dunkel, Z., 2015: Mérőföldkövek a Meteorológiai Társaság történetében. *Léggör* 60, 15-20
Major, Gy., 2015: A Magyar Meteorológiai Társaság nemzetközi kapcsolatai 1925-2015. *Léggör* 60, 21-23

MÉRFOLDKÖVEK A METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG TÖRTÉNETÉBEN MILESTONES IN HISTORY OF THE HUNGARIAN METEOROLOGICAL SOCIETY

Dunkel Zoltán

Magyar Meteorológiai Társaság, 1024 Budapest Kitaibel Pál utca 1., dunkel.z@met.hu

Összefoglalás. A Magyar Meteorológiai Társaság 90 éves története során igyekezett megvalósítani az alapítók által 1925-ben megfogalmaztak. Az előadás néhány történeti tény felidézése mellett felsorolja azokat tényeket, amelyek alapján képet lehet kapni a Társaság múltbeli és jelenlegi működéséről.

Abstract. The Hungarian Meteorological Society during its 90 years long history always wanted to realize goals were formulated by the founder in 1925. The presentation shows few historical events and summarizes the facts could represent the activity of the Society in the past and nowadays.

Az alapítás ötlete. A Magyar Meteorológiai Társaság létrehozásának gondolata sokkal később került elő, mint a Nyugat-Európai országokban, elég, ha csak az osztrák társaság 1865-ös megalakulására gondolunk. Az ötlet egy veszett háború után, hazánk második legnagyobb inflációja idején merült fel. Réthly Antal többek között az-

zal érvelt a társaság megalakításának szükségessége mellett (Szász, 2000), hogy amikor a legnagyobb bajok jelentkeznek, akkor kell legjobban szervezkedni: „Ezzel a társasággal sok olyan célt érhetünk el és küzdhetünk ki az intézetnek, amit az igazgatóság hivatalosan, vagy maga a testület nem érhet el. Ilyen pl. a meteorológia és klimatológiai felsőbb oktatásának kérdése hazánkban. Ilyen az intézet hathatósabb elismerése és támogatása az állam részéről. Szükségesnek tartotta, hogy a megalakítandó társaság ne legyen tisztán tudományos, sem pedig tisztára népszerű. A mi viszonyainknak megfelelően egy középutat kell választani és olyképp megalakítani a tiszt

kart és a választmányt, hogy abban a vezetés mindenképp a meteorológusok kezében maradjon.” Réthly szerint kívánatos, hogy a legkülönbözőbb érdekkörök kerüljenek bevonásra a társaságba és ennek megfelelően egy nagyobb választmány megalakítását, mert az emberi hiúságára is kell számítani. Előrelátó szavak. Az alapító ülésen Tolnay Lajos nagy ékesszólással kifejtette, hogy feltétlenül helyesli azt, hogy végre megalakítsák a Meteorológiai Társaság, annál is inkább, mert meggyőződése sze-

rint evvel a társasággal idővel egy olyan szervezet nyer a Meteorológiai Intézet, amely feladataiban valóban nagyban segítségére lesz. Az első alapszabály egyértelműen rögzítette azt a ma is időszerű nézetet, hogy a Meteorológiai Társaságot nem kizárólag tudósok csoportja, hiszen ennek a feladatnak a későbbi évtizedekben önálló

szervezete lett a Magyar Tudományos Akadémia keretén belül. Természetesen hangsúlyozni kell, hogy a társaságban a tudósok ott vannak, de rajtuk kívül különböző jogokkal felruházott képviselők is helyet kaptak, akik a közélet más-más területén tevékenykednek és munkájuk a meteorológiához közvetlenül vagy közvetve kapcsolódik. Minden intézmény működésének elengedhetetlen feltétele a megfelelő anyagi háttér, s ez akkor se volt biztosítva. Az 1925-ös megalapításnak is az adott indítást, hogy külföldön már évtizedekkel ezelőtt keletkeztek meteorológiai társulatok, amelyek azóta sikeresen dolgoznak. Nálunk is régen felmerült ez a gondolat, de az igazi kezdeményezés csak akkor indult meg. Lehet, hogy az az időpont sem

volt különösen kedvező, de az egyetlen meteorológiai folyóiratunk érdekében úgy látták az alapítók, hogy a megalakulásnak meg kell történni. A Időjárás című meteorológiai folyóirat Héjas Endre szerkesztésében akkor már 28 éve jelent meg a Meteorológiai Intézet kiadásában, azonban az intézet nehéz anyagi helyzete miatt a folyóirat további megjelentetését nem tudta vállalni. A Meteorológiai Társaság létrejöttének fő mozgatója az Időjárás megmentése volt. Tipikus magyar történet! A kísérlet

1. táblázat: A Társaság elnökei és főtítkárai

ELNÖKEI		FŐTITKÁRAI	
Róna Zsigmond	1925-1939	Réthly Antal	1925
		Hille Alfréd	1925-1929
		Réthly Antal	1930-1931
		Massányi Ernő	1931-1934
		Réthly Antal	1934-1944
Cholnoky Jenő	1939-1944		
Réthly Antal	1945-1948	Aujeszky László	1945-1949
Kenessey Kálmán	1949		
Aujeszky László	1950-1951	Albert László	1951
Fekete Zoltán	1952-1954	Bodolai István	1952-1953
		Kéri Menyhért	1954-1959
Dési Frigyes	1955-1959		
Hille Alfréd	1960-1963	Szakály József	1960-1980
Dési Frigyes	1964-1973		
Béll Béla	1974-1980	Simon Antal	1980-1990
Szász Gábor	1980-1990	Mersich Iván	1990-1992
Ambrózy Pál	1990-2006	Hallamáné Lépp Ildikó	1992-1993
		Major György	1994-2002
		Gyuró György	2002-2010
Major György	2006-2010		
Dunkel Zoltán	2010-	Tarczay Klára	2010
		Radics Kornélia	2010-2014
		Németh Ákos	2010-

Tiszteletbeli elnökök: Béll Béla (1985-1988), Tóth Géza (1988-1995), Zách Alfréd (1995-2003), Szász Gábor (2003-)

azonban sikeres volt, hiszen az Időjárás túlélte, s most már újból az Intézet, illetve jogutódjának, a Szolgáltatnak a kiadásában immár impakt faktoros folyóiratként nemzetközileg is ismert kiadvány. Az Időjárás egyébként 1944 első feléig, mint a Magyar Meteorológiai Társaság folyóirata jelent meg, az év második felétől már, mint a Magyar Meteorológiai Társaság és a Magyar Országos Meteorológiai és Földmágnassági Intézet hivatalos lapja. Ez az állapot maradt fenn egészen 1957 végéig. Az Országos Meteorológia Intézet hivatalos lapja volt 1958-tól napjainkig⁴. Az induló anyagi alapokhoz komolyan hozzájárul, hogy az alakuló ülésen Tolnay Lajos kijelentette, hogy a társaság megalapítási költségeire legnagyobb készséggel bocsát rendelkezésre 1, azaz egymillió koronát⁵ és amennyiben ez nem volna elég, szükség esetén még kipótolja az összeget. Az Időjárással kapcsolatban kijelentette, hogy a társadalomra és elsősorban a tudományos körökre hárul a feladat, hogy a kultúra épületében egy téglá kihullását megakadályozza. Hogy ez a segítség hatásosabb legyen, az új Társaság nem fog tisztán a meteorológia művelésére szorítkozni, hanem igyekezni fog felölelni minden rokon szakma művelését és az ezekre vonatkozó ismereteket széles rétegekben fogja terjeszteni. Ezen cél sikere érdekében szükségessé válik olyan körök bevonása is az új Társaságba, amelyek valamilyen kapcsolatban vannak a meteorológiával, mindegy, hogy ez a kapcsolat elméleti vagy gyakorlati jellegű. Ez a célkitűzés a megalapításkor úgy tűnik szinte teljesen megvalósult, a későbbiek során mintha halványodott volna a széleskörű meteorológia iránti érdeklődők összegyűjtése. Az alakuló ülésen képviseltette magát a Honvédelmi Minisztérium, a Földművelésügyi Minisztérium, a Kertészeti Tanintézet és az Országos Magyar Gazdasági Egyesület is. Jelenleg talán nem is a társtudományok és hivatali szervek bevonása tűnik a legfontosabb feladatnak, hanem a magán meteorológiai cégek és amatőr, vagy ha úgy jobban tetszik a nem hivatásos, de érdeklődő és elkötelezettek bevonása a társasági és a meteorológiai szakmai közéletbe. Az első közgyűlésen elfogadták az alapszabályt, s megválasztották az elnököt, főtítkárt valamint a választmányi tagokat. A 1. táblázatban felsoroljuk az eddig szolgált elnököket és főtítkárokat. A 2014-2018-as időszakra megválasztott tisztségviselőket pedig a jelen szám főtítkári összefoglalójában (Németh, 2015) találjuk meg. A társaság díszelnököt is választott Darányi Ignác nyugalmazott földművelésügyi miniszter személyében. Az alapító ülésen 54-en jelentek meg, mondhatjuk, hogy az alapító atyák száma ötvennégy (Réthly, 1925). Az Időjárás ugyanabban a számban leköszölte a tagok listáját is, amelyen 126 név szerepel. Közülük kettő alapító tag⁶, ugyanakkor több intézmény, gazdasági társulat is tagként

szerepel (Egyetemi Földrajzi Intézet, Debrecen vagy Károlyi László uradalma).

A Társaság célja és tevékenysége. 1925-ben alapított Magyar Meteorológiai Társaság célja

- a meteorológia művelése,
- a közművelődés emelése a meteorológiai ismeretek terjesztésével,
- a környezetvédelmi tudatformálás,
- és az új kutatási eredmények széleskörű ismertetése.

Törekszik arra, hogy előmozdítsa

- a hazai meteorológiai kutatás eredményeinek közkinccsá tételét,
- a meteorológia különböző szintű oktatását,
- az általános műveltség meteorológiai elemeinek gazdagítása és továbbfejlesztése terén végzett munkát.

Céljai elérése érdekében a Társaság közhasznú tevékenységeket végez, nevezetesen

- előadó- és vitaüléseket szervez,
- állandó és alkalmi munkabizottságokat hoz létre,
- együttműködik más egyesületekkel és intézményekkel,
- szakosztályokat és területi (megyei, városi) csoportokat szervez és működtet,
- nemzetközi kapcsolatokat épít ki,
- javaslatokat dolgoz ki, rendszeresen megjelenő szakmai tájékoztatót ad ki.

A szakmai tevékenység szinterei az előadóülések, a választmányi ülés, a közgyűlés és az évről-évre, valamint a Vándorgyűlés. A felsorolt tevékenységeket természetesen nem egyforma gyakorisággal és súllyal végzi a Társaság. A 2010–14-es időszakban (a jelenleg hatályos alapszabály szerint négy évenként van tisztújítás) 118 különböző társasági összejövetelre került sor, aminek döntő többsége előadóülés volt. Választmányi ülés általában két-háromszor van évente, amikor a Társaság szervezeti ügyeit, anyagi helyzetét, s nem utolsósorban a Társasági díjak odaítélését vitatják meg a Választmány tagjai. Az utóbbi években, nem nagy örömeinkre, többször kellett az Alapszabályt módosítani, a külső jogszabályi környezet változása miatt. Ez is a Választmány feladata volt elsősorban, de a hivatalos döntést a Közgyűlés mondta ki, a Választmány javaslatára. Arra is volt példa, hogy rendkívüli közgyűlést kellett összehívni a sürgős határidő miatt alapszabály ügyben. Ha nem szükséges Társasági döntés (határozat), akkor az évről-évre nem bír közgyűlési ranggal. A Vándorgyűlés szép, s eddig mindig megtartott hagyománya Társaságnak, amelyre két évenként kerül sor. A Vándorgyűlés gerincét rendszerint valamilyen előre kiválasztott téma köré csoportosított előadások sorozata adja, de szintere a társasági együttlétnek, a szakmai és szakmán kívüli barátkozásnak, általában közös vacsora és kirándulás keretében (2. táblázat).

A legfontosabb, leggyakoribb Társasági működési forma az előadóülés. Egy-egy előadóülés keretében egy vagy több szakmai, sokszor tudományos előadás hangzik el, de van példa úti beszámolóra vagy egyszerű tájékoztatóra. Az előadó ülések megszervezése és tartalommal való megtöltése általában a szakosztályok vagy területi csoportok feladata. Szakosztály megszervezése szint egyidős a Társasággal. Az első szakosztály az Aerológiai Szak-

⁴ A LÉGKÖR, amit 1956-ban alapítottak, 1956 és 1991 között mint az OMI majd OMSz szakmai tájékoztatója jelent meg. 1992-től az OMSz és az MMT együtt gondozza a szakmai tájékoztatót.

⁵ A világháború utáni hiperinfláció miatt a koronát 1927. január elsején a pengő váltotta fel. 1 pengő = 12,500 korona. A pengő vásárló értékének érzékelésére idézzük a régi slágert, hogy „havi kétszáz pengő fixszel, ma az ember könnyen viccel” vagy József Attilát: „s még havi kétszáz sose telt.

⁶ Rendes tag tagdíja 4 aranykorona 3 évi kötelezettséggel (=68 000 papírkorona), alapító tag 100 aranykorona egyszer s mindenkorra

osztály volt, ami 1925. február 3-án alakult meg, első elnöke Marczell György volt. Az előadóüléseket jellegük-nél fogva négy kategóriába sorolhatjuk. Az első az egy-szerű, egy előadós ülés, általában egy-egy szakosztály

utóbbi időben egyre inkább népszerűvé válik. A több előadós rendezvény mindenképp hatékonyabb, mivel egy ülés alkalmával több téma is előkerülhet, s ugyanakkor valószínű, hogy a hallgatóság létszáma is nagyobb. Az

2. táblázat: A Magyar Meteorológiai Társaság Vándorgyűlései

<i>Nº</i>	<i>ÉV</i>	<i>HELY</i>	<i>TÉMA</i>
I.	1955	Szeged	Az Alföld mezőgazdaságának problémái
II.	1956	Győr	Erdőtípusok, növénytársulások és az éghajlat
III.	1957	Siófok	Balatoni üdülőhelyek éghajlata
IV.	1958	Debrecen	A Hortobágy agrometeorológiája
V.	1959	Miskolc	A nehézipar meteorológiája; Szőlészet – borászat
VI.	1960	Hévíz	A balneológia problémái Hévízen
VII.	1961	Pécs	Szubmediterrán éghajlat; Bányaklíma
VIII.	1962	Veszprém	Ipari légszennyeződés hatásai, erdőkárak, erózió
IX.	1963	Siófok	Balatoni üdülés és az időjárás, viharjelzés
X.	1964	Sopron	Az Alpok éghajlatmódosítása; Erdőtűzek; Fertő-tó
XI.	1965	Gyula	Öntözés; Klimatikus gyógyhelyek az Alföldön
XII.	1966	Esztergom	A Dunakanyar bio- és hidrometeorológiája
XIII.	1967	Sárospatak	Jégeső elhárítás Magyarországon
XIV.	1968	Mosonmagyaróvár	A Kisalföld agro- és öntözmeteorológiája
XV.	1970	Szombathely	Meteorológia oktatása az általános- és középiskolákban
XVI.	1971	Kassa	A talajközeli légtér meteorológiai problémái
XVII.	1973	Keszthely	Ember és környezete kölcsönhatása
XVIII.	1975	Nyitra	Az agrometeorológia feladatai és problémái
XIX.	1977	Pécs	Jégeső elhárítás és radarmeteorológia
XX.	1979	Zólyom	Erdészeti bioklimatológia; Mikro- és városklíma
XXI.	1981	Kecskemét	Szélsőséges időjárás elleni védekezés, fagyvédelem
XXII.	1983	Pozsony	Számítástechnika és távérzékelés a meteorológiában
XXIII.	1985	Nyíregyháza	Agrometeorológiai információk hasznosítása
XXIV.	1987	Brünn	Klimaváltozások Közép-Európában
XXV.	1989	Gödöllő	Az előrejelzések hasznosítása a népgazdaságban
XXVI.	1991	Stara Lesna	Hegyvidéki meteorológia
XXVII.	1993	Debrecen	Éghajlati idősorok statisztikai problémái
XXVIII.	2000	Sopron	75 éves a Magyar Meteorológiai Társaság
XXIX.	2002	Fonyód	Megemlékezések Bacsák Györgyről, Időszerű magyar meteorológiai tudományos eredmények bemutatása
XXX.	2004	Siófok	70 éves a balatoni viharjelzés
XXXI.	2006	Mátrafüred	Légköri folyamatok fizikai és statisztikai leírása
XXXII.	2008	Pécs	Megemlékezés Béll Béláról; Katonai meteorológia; meteorológia és éghajlatügy
XXXIII.	2010	Eger	A meteorológia oktatása
XXXIV.	2012	Debrecen	Meteorológiai ismeretek gyakorlati hasznosítása
XXXV.	2014	Keszthely	A meteorológia aktuális kérdései

A Társaság XVI. valamint a XVI.-XXVI. közgyűlését a Szlovák Meteorológiai Társasággal közösen rendezte.

rendezésében. A hallgatóság többsége ebben az esetben általában a szakosztály tagjai közül kerül ki. Ez a szakosztály tagság csak névleges. A belépéskor megkérdezzük a tagjelöltet, hogy melyik szakosztályhoz kíván csatlakozni. Ezt a bejelentést a tagnyilvántartásban megőriz-zük. Amíg postai úton történt az értesítés az előadó ülésekről, addig általában csak a szakosztály tagja kaptak meghívót. Amióta villanypostán történik a tagság érte-sítése, azóta a levelezési listán „mindenki” rajta van, s értesül minden szakosztály rendezvényéről. Sajnálatos mó-don megfordult a gyakorlat, akinek nincs világhálós hoz-záférése, az nem minden esetben értesül az események-ről, mert a hagyományos postai meghívók egyre ritkáb-ban kerülnek kiküldésre, általában az idősebb vagy tisz-teleti tagok vagy a személyükben érintettek kapnak nyo-matott meghívót. A következő kategória (ha egyáltalán van értelme a kategorizálásnak), amikor a szakosztály több előadásból álló szimpóziumot rendez. Ez a forma az

egy vagy a több előadós ülésre több szakosztály vagy társszervezetek közös szervezésében is sor szokott kerül-ni. Lényegileg nem eltérő szervezés, ha külföldi előadót hívnak meg a szakosztályok, s ebben az esetben nem magyar nyelven zajlik az előadás. Manapság ez majdnem minden esetben angol nyelvű előadást jelent. Ha a régi Időjárásokat nézegetjük, akkor a nem magyar összefoglaló mindig németül jelenik meg, néha franciául. A második világháború után azután megjelenik az orosz nyelv. Né-hány évig az Időjárás, de ekkor már rég nem a Társaság folyóirata négy nyelvű (*magyar, angol, német, orosz*) volt.

Az előadóülés legösszetettebb formája a konferencia. A Vándorgyűlések mellett a Társaság, általában egy-egy szakosztálya kezdeményezésére, akár több napos konfe-renciát is szervez. A közelmúltban két ilyen nagyobb rendezvényre került sor a társaság szervezésében, a Nap-és szélenergia szakosztály a Légkördinamikai és az Ég-

hajlati Szakosztállyal valamint az MTA Légekri Erőforrás Albizottsággal együttműködve szervezte meg a Nap- és szélenergia kutatás és Oktatás című konferenciát 2014 májusában. A Társaság a Balneológiai és a Magyar Higiénikusok Társaságával közösen felújította az orvos-meteorológiai konferencia ötletét, s 2013-ban és 2015-

MMT, 1960: Hévízfürdő természeti viszonyai és gyógyászatának néhány kérdése. MMT és MHT Balneológiai Szakosztályának közös VI. Vándorgyűlésén elhangzott előadások. Hévíz

Hille, A., 1964: A Balaton meteorológiájának és hidrológiájának néhány kérdése

Hille, A. és Ambrózy, P., 1965: Az erdészeti meteoroló-

3. táblázat: A Magyar Meteorológiai Társaság hazai tiszteleti tagjai

1974: Berkes Zoltán, Hajósy Ferenc, Simor Ferenc, Takács Lajos

1977: Aujeszky László, Hille Alfréd, Kérdő István, Láng Sándor

1978: Bucsy József, Flórián Endre, Kakas József, Kulín István

1979: Kozma Béla, Ozorai Zoltán

1982: Béll Béla, Gaál Elek, Kéri Menyhért, Zách Alfréd

1983: Predmerszky Tibor, Szakály József

1984: Dobosi Zoltán, Kőrösi György, Papp László

1985: Csaplak Andor

1992: Barát József, Szász Gábor

1997: Justyák János, Szilágyi Tibor

2002: Bodolainé Jakus Emma, Czelnai Rudolf, Nagy Árpád

2006: Hallamáné Lépp Ildikó, Koppány György, Vissy Károly

2010: Ambrózy Pál, Mezősi Miklós, Mészáros Ernő

2011: Major György, Antal Emánuel

2014: Hirling György, Probáld Ferenc, Szakács Györgyné, Tanczer Tibor, Tóth Pál



OKLEVÉL

Ezen oklevél átadásával tanúsítjuk, hogy

SZAKÁCS GYÖRGYNÉ FARKAS AMÁLIA

a Társaság közgyűlési határozata alapján

a Magyar Meteorológiai Társaság TISZTELETI TAGJA

kitüntető címet kapta.

a meteorológia és a Magyar Meteorológiai Társaság érdekében kifejtett tevékenységéért. Ennek hitelül állítottuk ki a pecsétünkkel és aláírásunkkal ellátott ezen oklevelet.

Kelt Budapesten, a 2014. esztendőben, május hó 20. napján.

dr. Radics Kornélia
a Magyar Meteorológiai Társaság
főtitkára

Dunkel Zoltán dr.
a Magyar Meteorológiai Társaság
elnöke



DIPLOMA

Nos, Conventus Generalis Societatis Meteorologicae Hungaricae
declaramus et volumus, ut

UXOR GREGORII SZAKÁCS AMALIA FARKAS

quae meteorologiae et Conventui Societati Meteorologicae Hungaricae
operam egregiam operam navavit,

SODALIS HONORIS CAUSA

mereatur. In quorum fidem hoc diploma sigillo Societatis
munitum ac subscriptionibus nostris roboratum Ei dare curamus.

Budaepetini, die 20 mensis Maius anno Domini MMXIV

dr. Radics Kornélia
secretarius generalis
Societatis Meteorologicae Hungaricae

Dunkel Zoltán dr.
praeses
Societatis Meteorologicae Hungaricae

1. ábra: A magyar tiszteleti tagoknak magyar és latin nyelvű oklevelet nyújtunk át.

ben Orvosmeteorológiai Konferenciát szervezett.

Kiadványok. A Társaság saját hatáskörében nem sűrűn élt a kiadvány lehetőségével. E mögött lehetnek anyagi megfontolások, de a személyi erőforrások hiánya is magyarázatot adhat erre. Néhány kiadvány a teljesség igénye nélkül:

Róna, Zs., 1925: Meteorológiai megfigyelések kézikönyve. Budapest

Aujeszky, L., 1930: Védekezés az időjárás károk ellen

gia néhány kérdése

Ambrózy, Pál., 1966: Az öntözéses gazdálkodás agrometeorológiai kérdései a Tiszántúlon

Koppány, Gy., 1969: A kisalföld agrometeorológiai és öntözésmeteorológiai kérdései

Béll, B. (ed.), 1973: Meteorologische Bezüge der Wechselwirkung Mensch-Umgebung. Keszthely

Felméry, L., 1974: Az ember és környezete kölcsönhatásának meteorológiai vonatkozásai

Felméry, L. és Zách, A., 1975: Réthly Antal emlékkönyv

- MMT, 1977: Вопросы градоотвращения и радиационной метеорологии
- Szakály, J. 1980: Az MMT 50 éves. Budapest
- Koppány, Gy (ed), 1985: Proceedings of the Symposium on Current Problems of Medium and Long Range Weather Forecasts. Budapest
- MMT, 1985: A klímapotenciál és az agrometeorológiai információk népgazdasági hasznosítása. MMT és Szlovák Met Társ., Nyíregyháza
- Pusztainé Holczer M. (szerk.), 1993: Éghajlati idősorok matematikai-statisztikai jellemzésének időszerű problémái
- Simon, A., 2001: A Magyar Meteorológiai Társaság története az alapítástól az ezredfordulóig (1925-2000)
- Simon, A., 2004: Magyarországi meteorológusok életrajzi lexikonja, MMT-OMSz, Budapest pp. 132

Társasági díjak, kitüntetések. Az MMT a kiemelkedő szakmai tevékenységet különböző díjakkal honorálja, Az első társasági kitüntetés a *Hegyfok Kabos Emlékérem* volt, amit 1936-ban alapítottak kimondottan a hosszú ideje kifogástalan munkát végző észlelők számára. Az intézet igazgatójának javaslatára az MMT hozzájárulásával a legalább 20 éve éghajlati és a legalább 30 éve csapadékmérést végző észlelőket lehetett díjazni. Alapításakor 14 klíma és 42 csapadékeszlelő kapta meg az emlékérmét. Hegyfok Kabos túrkevei plébános volt. Az ötvenes években valószínűleg nem mutatott volna jól egy papról elnevezett díj kiadása, így utoljára 1949-ben adták. Túrkeve város önkormányzata és a plébánia javaslatára az MMT felújította az emlékérmét, s újraöntette az eredeti minta lapján. Az újra alapított Emlékérmét 2010 óta a klímakutatásban kiemelkedő teljesítményt nyújtóknak adja át az MMT.

A *Steiner Lajos Emlékérmét*, mint a Társaság kitüntetését 1946-ban alapították. Adományozható a meteorológia tudományának fejlesztése, hazai, vagy nemzetközi elismerést szerzett meteorológiai kutatási eredmények, vagy a Társaság keretében és annak érdekében hosszú időn keresztül végzett kiemelkedően eredményes tudományos-társadalmi munka elismerésére. Elsősorban a Társaság tagjainak adományozható. Kivételes meteorológiai szakmai érdemek esetén – ha azok a hazai meteorológiai tevékenységet jelentősen támogatják, vagy előre viszik – rokon szakterületen alkotó, esetleg külföldi szakemberek is megkaphatják.

A *Szakirodalmi Nívódíj* célja az MMT tagjait olyan átfogó művek írására, illetve egy kötetbe szerkesztésére serkenteni, amelyek alkalmasak a meteorológia fontosságának és korszerű színvonalának széleskörű megismertetésére. A Nívódíjat a célkitűzésnek megfelelő, magyar vagy angol nyelvű, meteorológiai tárgyú, könyv, áttekinthető tanulmány vagy cikkgyűjtemény formájában megjelent művek számára lehet odaítélni, amelyek az átadásnál legalább fél, de legfeljebb öt évvel régebbiek. A legújabb közlési formáknak megfelelően csak digitális formában megjelent mű is díjazható vele.

Róna Zsigmond Alapítvány kamatai. Néhai Szabó Józsefné, született Róna Rózsa, mint az alapítványt rendelő

100.000 Ft, azaz Egyszázezer forint összegű alapítványt egyszeri szolgáltatásként, véglegesen biztosított a Társaság, vagy adott esetben, jogutódja részére. Az alapítvány évi kamataiból arra érdemes pályakezdő meteorológus vagy meteorológusok részesülhetnek évenként átadandó jutalom formájában. A jutalom odaítélésére a Róna Zsigmond Ifjúsági Kör elnökének javaslata és a Választmány döntése alapján kerül sor évente egy alkalommal. A Róna díj kitüntetettjeit számunk egy másik írásában (*Daranyi és Leelösy*, 2015) találjuk meg.

A *Berényi Dénes Emléklapot* a Magyar Meteorológiai Társaság, a Debreceni Agrártudományi Egyetem Agrometeorológiai és Agrofizikai Tanszéke és a Kossuth Lajos Tudományegyetem Meteorológiai Tanszéke közösen alapította, amely az agrometeorológia kutatásban jelentős eredményeket elérő kutatóknak; az agrometeorológia oktatásában több éven át lelkiismeretes munkát végző egyetemi oktatónak vagy egyetemi vagy főiskolai hallgatónak nívó agrometeorológiai témájú dolgozatáért ítéldhető oda.

A *Hille Alfréd Ifjúsági Pályadíjat* a Magyar Meteorológiai Társaság az Országos Tudományos Diákkonferenciákon bemutatott meteorológiai tárgyú dolgozatok, valamint az egyetemi szakdolgozatok, illetve diplomamunkák legjobbjainak jutalmazására alapította. A társasági díjak közül a Róna és a Hille díj jár pénzjutalommal.

A Társaság *tiszteleti tagja* lehet az a magyar, vagy nem magyar állampolgár, aki a meteorológia és a rokontudományok művelése, vagy fejlesztése terén kiváló érdemeket szerzett (3. táblázat). A tiszteleti tagoknak – ha megválasztásukat elfogadták – a Társaság összes ülésein, beleértve a Választmány üléseit is, megjelenési és tanácskozási joguk van. Magyar állampolgárságú tiszteleti tagok csak a Társaság tagjai közül választhatók, és számuk legfeljebb 15 lehet. Kivételesen indokolt esetben nem társasági tag is megválasztható hazai tiszteleti tagnak. A külföldi tiszteleti tagok száma legfeljebb 10 lehet (*Major*, 2015). A Választmány indítványára a Közgyűlésnek joga van a tiszteleti tagok számát megváltoztatni. A tiszteleti tagokat a Közgyűlés választja meg. A Társaság *tiszteletbeli elnöke* lehet az a magyar állampolgár, aki sok éven át bármilyen tisztségviselőként jelentősen segítette a Társaságot céljainak megvalósításában; a meteorológiát eredményesen művelte, munkásságával elismerést és tekintélyt vívott ki a maga és tudománya számára a többi tudomány és azok művelői között. A tiszteletbeli elnököt a Választmány javaslatára a Közgyűlés választja meg. A tiszteletbeli elnököt megilletik a tiszteleti tagok jogai. A tiszteletbeli elnök és a tiszteleti tagok tagdíjat nem fizetnek.

Külföldi kapcsolatok, hírünk a világban. Az MMT szervezett külföldi kapcsolataival külön cikk foglalkozik a jelen Léggör számban (*Major*, 2015). Az MMT-ről az EMS létrejötté óta születik egy-egy rövidebb tudósítás (*EMS*, 2015). A Francia Meteorológiai Társaság (*Société météorologique de France*) adott egy oldalas tájékoztatót az MMT-ről 2011-ben (*SMF*, 2011).

Működésünk anyagi háttere. Szervezeti tagságaink. A Társaság működésének anyagi alapját elsősorban a befizetett tagdíjnak kellene adni. Ez az ideális állapot sajnos a Társaság eddigi működése során szinte sosem állt elő. Mindig is fontos szerepe volt a külső támogatásnak. Az 1948-ban az országban végbement politikai fordulatok következményeként létrejött a MTESZ⁷. Az MMT is csatlakozott a Szövetséghez. Az egy rendszerbe terelt társasági működésnek előnyei is voltak (Simon, 2001). Az állami költségvetés évről évre fix összeget biztosított a Társaság működéséhez, aminek nagyobb részét ugyanakkor be kellett fizetni a különböző helyeken működő MTESZ székház terembérleti díjaként, valamint a MTESZ biztosított főállású titkárnőt a Társaság részére.

A befizetett tagdíj a teljes nominális működési költségnek csak kisebb hányadát biztosította. 1990 után az állami támogatás fokozatosan csökkent, majd megszűnt. A terembérleti díjak és a főállású titkárnő bérének előteremtése egyre inkább gondot okozott a társaságnak. Rendezvényszervezésből időről időre volt némi bevétele az MMT-nek, de ez a tökéletes csökkenő tendenciát mutatott. Az egyetlen elfogadható

lépés a MTESZ-ből való kilépés – terembérleti díj megszűnése –, s a főállású titkárnő elbocsátása volt. Ezzel a lépéssel (2012) radikálisan csökkentek az MMT kiadásai. A bevételi forrást illetően pedig jogi támogató tagokat próbálunk találni, akik valamilyen módon segítik működésünket. Az adminisztratív működést illetően pedig önkéntes alapon működtetjük a „titkárságot”, ami az elektronikus adatkezelés korában sokkal könnyebben oldható meg, mint a papíralapú időszakban. A szükséges könyvelői feladatokat pedig, számla alapján, külső cége látja el. Az anyagi háttérhez tartozik a társaság irodájának elhelyezése, a „székhely” kérdése. A MTESZ időszakban ez adott volt. Azt megelőzően, s az után is az Intézet nagylelkű támogatásának köszönhetően „székhelyünk” az intézet területén van. 2012 után először a Gilice téri telephelyen volt egy irodánk, most pedig a Kitaibel Pál utca az MMT „székhelye. Történetünk során így székhelyeink: Kitaibel Pál utca, OMFI, Anker-köz, MTESZ, Fő utca, MTESZ, Gilice tér, OMSZ-KLFI és végül Kitaibel Pál utca, OMSZ.

A szakmai együttműködést illetően a Magyarhoni Földrajzi Társaság részéről indult egy kezdeményezés, hogy a földtudományi társaságok egy közösségbe szerveződhetnének. Együtt vagy külön, mi a jobb?

A magyar meteorológus társadalom nem túl nagy létszámú, de a földtudósok együtt közel 10 ezer tagot számlálhatnak. Ekkora közösségnek adott esetben a politika döntéshozóig is elhatolhat az állásfoglalása. Ezt az elvet megértve 2014-ben csatlakoztunk a Földtudományi civil Szervezetek Közösségéhez (FÖCIK⁸). Közös rendezvényeiken, a Földtudományi Forgaton az MMT is, az OMSZ-szal együttműködve, részt vesz lehetőséget kapva arra, hogy egy nagyobb nyilvánosságot biztosító fórumot népszerűsítse a meteorológiát.

Összefoglalás. Felmerül a kérdés, hogy beszélhetünk-e eredményekről ebben a 90 évben? Azt hiszem igen! Azt kell elsőként megemlíteni, hogy a Magyar Meteorológiai

Társaság megvalósította azokat az alap célkitűzéseket, melyeket elődeink az alakuló közgyűlésen fontosnak tekintettek, megőriztük a továbbhaladás lehetőségének keresésére irányuló törekvést, társaságunk a maga módján igyekezett megőrizni a tudomány tisztaságát, részt vett az eredmények megismerhetővé tételében és ápolta azokat a hagyományokat, melyet elődeinktől átvettünk. Sikertől megoldani a fi-

nanszírozási gondokat, s elkerülni a csődöt. Tagságunk továbbra is támogatja a „társasági eszmét”, amennyiben létezik ilyen, s kellőképpen „örködik” a társasági élet fennmaradása felett. Ezt jól mutatja az előadói ülések száma! Ugyanakkor tagságunk összetétele mutatja, hogy a Társaság nemcsak a tudósok szűk társulata, nemcsak a hivatásosok fóruma. Nyitott mindenki számára, aki így vagy úgy a meteorológia elkötelezettje.

Irodalom

- Darányi, M. és Leelőssy Á., 2015: Róna Zsigmond Ifjúsági Kör a Magyar Meteorológiai Társaságban. *Léggör* 60, 38-40
 EMS, 2015: <http://www.emetsoc.org/>
 Major, Gy., 2015: A Magyar Meteorológiai Társaság nemzetközi kapcsolatai. *Léggör* 60, 21-23
 Németh, A., 2015: A Magyar Meteorológiai Társaság hírei. *Léggör* 60, 50-52
 Réthly, A., 1925: A Magyar Meteorológiai Társaság megalakulása. *Időjárás* 29, 1-3
 Simon, A., 2001: A Magyar Meteorológiai Társaság története. MMT Budapest, pp. 148
 SMF INFO, 2011: La société météorologique Hongroise (N°26, September)



2. ábra: Tagsági könyv, tagdíjbefizetést igazoló címkékkel. 1960-ban az éves tagdíj 24 forint volt. Jelenleg (2015) 3000 Ft

⁷ MTESZ: Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége

⁸ FÖCIK alapító szervezetei: Magyar Földmérési, Térképészeti és Távérzékelési Társaság, Magyar Földrajzi Társaság, Magyarhoni Földtani Társulat, Magyar Geofizikusok Egyesülete, Magyar Meteorológiai Társaság, Magyar Természettudományi Társulat, Országos Bányászati és Kohászati Egyesület, Szilikátipari Tudományos Egyesület.

Szász, G., 75 éves a Magyar Meteorológiai Társaság.

Légkör 45(2), 17-23

A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG NEMZETKÖZI KAPCSOLATAI 1925–2015

THE INTERNATIONAL RELATIONS OF THE HUNGARIAN METEOROLOGICAL SOCIETY 1925-2015

Major György

Magyar Meteorológiai Társaság tiszteleti tagja, major.gy@met.hu

Összefoglalás. Ebben az áttekintésben bemutatásra kerül a Magyar Meteorológiai Társaság eddigi 90 évében a nemzetközi vonatkozású események teljességre törekvő anyaga, noha a teljesség néhány esetben bizonytalan.

Abstract. In this overview the international activity of the Hungarian Meteorological Society is presented. The material intends to contain all the related items of the 90 years, however some hiatus might exist.

Bevezetés. Egy viszonylag kis létszámú társadalmi szervezet nemzetközi kapcsolatait a tagok személyes aktivitásán túl igen jelentős mértékben befolyásolja a politika: mind a belpolitika, mind a kisebb és nagyobb térségekre vonatkozó nemzetközi politika. A meteorológia, mint szakma, erősen nemzetközi, ez köztudott. A külföldiekkel tartott nemzetközi kapcsolatokat minden országban elsősorban az állami meteorológiai szervezet működteti, a nemzeti meteorológiai társaságokra kisebb, de nem jelentéktelen, szerep hárul ezen a téren. A Magyar Meteorológiai Társaság (MMT) megalakulásakor az ország külpolitikai helyzete igen kedvezőtlen volt. Természetesen a hazai meteorológusok nemzetközi kapcsolataira ez némi befolyást gyakorolt, de a meteorológusok szakmai kötődéseit a politika nem tudta sem akkor, sem máskor (más országok és más politikai rendszerek esetében sem) lényegesen visszaszorítani. Ez a beszámoló az MMT teljes irattárának teljes átvizsgálása hiányában valószínűleg nem tartalmaz mindent, amit kellene, de a lényegi tevékenységi módokat és eredményeket reményeim szerint bemutatja. A nemzetközi kapcsolatok/tevékenység áttekintése az érintett országok száma szerinti csoportosítást veszi osztályozási alapul:

- Tagság nemzetközi szervezetekben
 - Magyarországon tartott nemzetközi szakmai rendezvények
 - Kétoldalú nemzetközi kapcsolatok: más országok meteorológiai társaságaival
 - Külföldi tiszteleti tagok választása
 - Külföldi előadók szerepeltetése
- Tagság nemzetközi szervezetekben.**

Meteorológiai Társaságok Nemzetközi Fóruma

International Forum of Meteorological Societies (IFMS, ifms.org). Jelenleg (2015. jan.) 33 tagszervezete van, köztük van a WMO is. Eddigi események:

2009: alakuló ülés. Intéző Bizottság (Steering Committee) létrehozása valamint szándéknyilatkozat elfogadása: „Az IFMS alapvető célja, hogy szorgalmazza és elősegítse a meteorológiai társaságok közötti kommunikációt, valamint a tudás, az ötletek és az erőforrások cseréjét.” 2010. január, Atlanta: az első közgyűlés (GM-1) A meghívott 60 szervezettől eljött képviselők aláírták a csatlakozást (az MMT-t Dunkel Zoltán képviselte) Alap-

szabály elfogadása Bemutakozó/tájékoztató előadások, aktuális témák megbeszélése

2011. november, Xiamen: GM-2 (Dunkel)

2013. szeptember, Reading: GM-3 (Dunkel)

2016. január: tervezett GM-4 New Orleans (A magyar részvétel kérdéses.)

Európai Meteorológiai Társaság, *European Meteorological Society (EMS, emetsoc.org).* Jelenleg (2015. január) 36 tagszervezete van, a társult tagok száma 32, ez utóbbiak között van az OMSz is. Nagyon jól felépített szervezet, megalapozott pénzügyi háttérrel, *informatív honlappal, amelyen minden lényeges információ megtalálható.*

A megalakulás előkészületei 1993-98 között történtek.

Magyar vonatkozások:

1999: alakuló ülés Norrköpping, magyar aláíró: Ambrózy Pál.

2001: EMS közgyűlés Budapesten

2002-2014 az ECAC illetve ECAM konferenciákhoz társuló EMS közgyűléseken az MMT-t a konferenciára kiküldöttek képviselték

2008-2010 között Dunkel Zoltán a Council tagja volt

A **6 munkabizottság** közül csak a Média bizottság tevékenységében vett részt MMT tag: Vissy Károly

EMS díjazottak: Broadcast Meteorological Award: Vissy Károly, Young Scientist Award: 3 fő, Young Scientist Travel Award: 5 magyar fiatal **Nemzetközi rendezvények.** A hazai nemzetközi szakmai rendezvények előkészítésében és szakmai eredményességében alapvető szerepe van azon hazai kollégáknak, akik az adott szakterületen dolgoznak. Az előkészítés és a működtetés logisztikai hátterét mostanában professzionális rendezvényszervező cégekkel szokás végeztetni. Az MMT szerencséjére egy hosszabb időszakban a társaság ügyvezető titkára Pusztainé Holczer Magdolna volt, aki felkészülten és örömmel végezte a nemzetközi rendezvények háttérmunkálatait. Egy időben pénzügyi szabályok is hatottak abba az irányba, hogy rendezvényeket ne a szolgálati vagy egyetemi részlegek, hanem szakmai társadalmi szervezetek végezzék.

1966. Nemzetközi Légszennyeződési Anket

1967. Vándorgyűlés Sárospatakon, jégeső szakértők: az USA, Franciaország, az NSzK és a Szovjetunió küldötteiként

1971. Nemzetközi Levegőkémiai Szeminárium
 1985. Current Problems of Medium and Long Range Weather Forecasts
 1965. Nemzetközi Felhőfizikai Anket (jégeső téma)
 1993. Nemzetközi Konferencia: Ipari Szerkezetek Jegesedése
 1994. Adjungált módszerek alkalmazása a dinamikus meteorológiában
 1994. WCRP Radiation Projects WG on data Management ülése
 1996. SCARAB Project 3. ülése
 1996. XVII. Kárpát Konferencia, Visegrád
 2002. 2nd Carbo Europe Meeting
 2003. Continuous High-precision Tall Tower Observations of Greenhouse Gases
 2008. Quantifying the Climate Impact of Global and European Transport Systems

A szomszédos országok társaságaival közös rendezvények. A szomszédos országok meteorológiai társaságaival nem túl nagy forgalmú levelezés folyt, amelynek anyagai nem maradtak meg. A közelség és az azonos szakmai érdeklődés, meg a történelmi múlt oda vezetett, hogy Ausztria, Csehszlovákia/Szlovákia meteorológiai társaságai és az MMT egy ideig közös rendezvényeket tartottak.

1968. és 1991. között 7 közös vándorgyűlés a Szlovák és a később bekapcsolódó Csehszlovák Meteorológiai társasággal
 1969. A 90 éves Réthly Antal köszöntése, Budapesten, 5 fő szlovák delegáció
 1979. Magyar-Francia Aeroszol Szeminárium
 1982. Sopron: Magyar-Oszták közös tudományos ülés
 1990. Admont (Rust) Osztrák-Magyar megemlékezés Schenzl Guidóról
 1994. Osztrák-Magyar közös szeminárium az automata állomásokról
 1996. A 90 éves Stefan Petrović köszöntése Pozsonyban, 5 fő magyarral
 2000. A 90 éves Zách Alfréd köszöntése Sopronban, 3 fő szlovákkal

Az MMT külföldi tiszteleti tagjai. Az első alapszabály megkülönböztetett külföldi levelező és külföldi tiszteleti tagokat. Az előzőket azért választották, mert hazai szakemberrel rendszeresen működtek együtt, az utóbbiakat pedig kiemelkedő szakmai teljesítményükért, hazaiakkal tartott kapcsolat nélkül is. A két csoport között a határ elmosódott a gyakorlatban, így aztán az alapszabályból is eltűnt a külföldi levelező tag fogalma, ennek megfelelően az alábbi táblázatban már nem szerepel a megkülönböztetés.

1. táblázat. Az MMT külföldi tiszteleti tagjai

Év	Név	Ország
1929	E. von Everdingen	Német
1929	W. Köppen	Ausztria
1929	G. Azzi	Olasz
1929	E. Schmith	
1929	W. J. Humphreys	USA
1929	W. Schmidt	Ausztria
1935	W. Georgii	Német

1936	H. von Ficker	Ausztria
1936	F. Baur	Német
1936	I. Keränen	Finn
1936	J. Lugeon	Lengyel/Svájc
1936	F. Eredia	Olasz
1936	Th. Hesselberg	Norvég
1937	Dan la Cour	Dánia
1937	V. Conrad	Ausztria
1938	H. C. Cannegieter	IMO/Hollandia
1938	E. G. Mariolopoulos	Görög
1938	A. Schmauss	Német
1938	C. F. Brooks	USA
1940	P. Vujevič	Szerbia
1940	K. T. Kiroff	Bulgária
1941	M. Konček	Szlovákia
1946	J. van Mieghem	Belgium
1946	G. Swoboda	IMO/Csehszlovákia
1947	W. Mörikofer	Svájc
1960	Sz. P. Hromov	Szovjetunió
1960	L. Krasztanov	Bulgária
1975	D. A. Davies	W M O
1975	J. Izrael	Szovjetunió
1977	A. Mäde	N D K
1979	L. Gangyin	Szovjetunió
1981	A. Renoux	Francia
1985	F. Samaj	Csehszlovákia
1985	J. Lukács	Csehszlovákia
1986	H. Reuter	Ausztria
1992	Mandics Péter	USA
2000	R. Davies	USA
2000	J.-F. Geleyn	Francia
2000	M. Hantel	Ausztria
2014	P. Nejedlik	Szlovákia
2014	T. Foken	Német

Külföldi szakemberek előadásai. A külföldi tiszteleti tagok tartottak „székfoglaló” előadást, némelyik több évvel a megválasztás után. A háborús években nem minden megválasztott tiszteleti tag tarthatott előadást. A tiszteleti tagokon kívül a hazánban vendégeskedő kollégák közül számosan tartottak előadást a társaság ülésein.

Itt csak az utóbbi 20 évben bemutatott előadások listáját mutatjuk:

- 1994: A. H. Murphy: Historical Connections between Atmospheric Science and Statistical Science
 1995: K. Balzer: Medium Range Forecasting of Local Weather
 W. Enke: Some Investigations Referring Climate Change
 1996: M. Dubrovsky: Meteorológiai idősorok szimulációja és az éghajlatváltozás
 1999: J. M. Brown: Experience with a Detailed Microphysical Scheme in the MAPS/RUC Model
 2002: C. E. Boroneant: Regional Aspects of Climate Change Scenarios
 2006: F. Rubel: How to Use Budget Climate data in Practice?
 2006: M. J. P. Jarraud: Meteorology as a Model of Cooperation

- 2008: D. Möller: On the History of the Scientific Exploration of Fog, Dew, Rain and other Atmospheric Waters
- 2011: J. Bojarova: The Hybrid Ensemble Variational Data Assimilation Scheme in HIRLAM
- 2011: J.-F. Geleyn: International Collaboration on Limited Area Modelling (LAM) The Example of the ALADIN R&D Activities
- 2011: M. S. Cronsleth: Radar Data Assimilation in HIRLAM/ALADIN/AROME Models
- 2011: A. Matzarakis: Climate and Tourism
- 2013: A. E. Croitoru: Recent Climatic Changes in Romania
- 2014: P. Nejedlik: HU-SK meteo cooperation in history and our common future coping with climate change
- 2015: Th. Foken: Actual Questions of Micrometeorology

Egyre több magyar meteorológus dolgozik külföldön. Ők rendszeresen hazalátogatnak és rendszeresen tartanak szakmai beszámolót az ottani eredményekről. Noha kétségtelen, hogy ezeknek is van nemzetközi vonatkozásuk, mégsem tekintjük őket a nemzetközi tevékenység részének.

Zárszó. Amint már említettem, ebben az áttekintésben szereplő listák nem mindegyike teljes. Ha az MMT irattára hozzáférhető lesz, akkor a listákat célszerű lenne kiegészíteni. Nem is kíséreltem meg listázni sem a társaság nemzetközi levelezését, sem társasági vezetők „hivatalos” ide- vagy oda-látogatásait.

A nemzetközi kapcsolatok intenzitása hullámzott a 90 év alatt. Egyenletesen magas színvonalúvá lehetne tenni azáltal, ha valamelyik tagtárs megbízást kapna külföldi kapcsolatok ápolására (pl. külföldi társaságok és nemzetközi szervezetek honlapjainak figyelése alapján rendszeres reagálás az eseményekre, stb.)

Irodalom

- 1925–1946: IDŐJÁRÁS, MMT ügyei rovat
- 1947–1992: Simon Antal: *A Magyar Meteorológiai Társaság története az alapítástól az ezredfordulóig (1925 – 2000)*, MMT 2001
- 1993–2014: LÉGKÖR, az MMT hírei rovat
- www.ifms.org
- www.emetsoc.org
- Tagtársak segítőkészen átadott információi



OKLEVÉL

Ezen oklevél átadásával tanúsítjuk, hogy

THOMAS FOKEN

A Bayreuthi Egyetem Mikrometeorológia tanszékének professzora

a Társaság közgyűlési határozata alapján

a Magyar Meteorológiai Társaság TISZTELETI TAGJA

kitüntető címet kapta.

Ennek hitelül állítottuk ki a pecsétünkkel és aláírásunkkal ellátott ezen oklevelet.

Kelt Budapesten, a 2014. esztendőben, május hó 20. napján.

dr. Radics Kornélia,
a Magyar Meteorológiai Társaság
főtárháza

Dunkel Zoltán dr.
a Magyar Meteorológiai Társaság
elnöke



URKUNDE

Mit der Überreichung dieser Urkunde bestätigen wir, dass

Prof.Dr. THOMAS FOKEN

Professor der Abteilung Mikrometeorologie der Universität Bayreuth

laut Beschluss der Generalversammlung der Gesellschaft

den Titel

EHRENMITGLIED der Ungarischen Meteorologischen Gesellschaft erhielt.

Diese mit Stempel und Unterschrift versehene Urkunde ist zur Bestätigung ausgestellt.

Budapest, am 20. Mai 2014

dr. Kornélia Radics
Generalsekretär der Ungarischen
Meteorologischen Gesellschaft

Zoltán Dunkel dr.
Vorsitzender der Ungarischen
Meteorologischen Gesellschaft

A külföldi tiszteleti tagnak magyar és a tag anyanyelvén kiállított okiratot nyújtunk át a „székfoglaló” előadás keretében. A legutóbbi alkalommal, Thomas Foken professzornak, 2015. április 9-én, átnyújtott diploma.

AZ AGRO- ÉS BIOMETEOROLÓGIAI SZAKOSZTÁLY TEVÉKENYSÉGE

THE ACTIVITY OF THE AGRO- AND BIOMETEOROLOGICAL SECTION

Szalai Sándor¹, Fülöp Andrea², Németh Ákos²

¹Szent István Egyetem Víz- és Hulladékgazdálkodási Tanszék, Gödöllő

²Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest

szalai.sandor@mkk.szie.hu; fulop.a@met.hu; nemeth.a@met.hu

Összefoglalás. Az Agro- és biometeorológiai Szakosztály történetének és szakmai működésének, életének legfontosabb eseményeit foglaljuk össze.

Abstract. We summarize the most important events of Agro- and Biometeorológiai Section and summarise the history and its vocational function, its life.

A Magyar Meteorológiai Társaság mindenkor Alapszabálya szerint lehetőség van szakosztályok létrehozására, működtetésére. A szakosztályok feladata, hogy az adott tudományterületen dolgozó kutatók számára rendszeres lehetőséget biztosítson az együtt gondolkodásra, kielégítse a szélesebb körű társadalmi szükségleteket. Ez a helyzet jellemző az MMT történetének nagy részére, sajnos, a jelen időszak kivételével. Az MMT Agro- és Biometeorológiai Szakosztálya két olyan szakterületet fed le, melynek története önállóan is megtölthetne egy-egy lap-számot.

Az 1990-es évek gazdasági visszaesése jelentősen – és többnyire hátrányosan – érintette az agrometeorológiát. A szakterület olyan károkat szenvedett, hogy az utóbbi évek (mező)gazdasági fellendülése ellenére sem sikerült igazán a talpra állás. A fizetőképes kereslet csökkenése az agrometeorológiai kutatásokat nehéz helyzetbe hozta, a szakterületen tevékenykedő kollégák lassan más területeken kezdtek el dolgozni. Némi bizakodásra ad okot ugyanakkor az a tény, hogy az agrometeorológia oktatása (és kutatása) egyes egyetemeken (pl. ELTE, SZIE, NYME, Debreceni Egyetem, Pannon Egyetem) mind a mai napig magas színvonalon folyik. Az orvos-, vagy tágabb értelemben a humán biometeorológia ugyanakkor más problémákkal küszködik. A társadalmi igényekre e terület lassan reagál, melynek alapvetően két oka van. Egyrészt az egészségtudománnyal és a meteorológiával foglalkozó szakemberek elszigetelődtek egymástól, másrészt a humán biometeorológiával foglalkozó szakemberek száma jelentősen lecsökkent. Reméljük, hogy az Agro- és Biometeorológiai Szakosztály ténykedése hatására ez a két kutatási terület szélesebb körben ismét ismertté és talán elismertté is válik.

A Szakosztályhoz tartozó témák a kezdetektől fogva fő elemei voltak az MMT szakmai tevékenységének. Már a Társaság 1925. évi alakuló ülésén is képviseltette és jelöltette magát jó néhány agrometeorológiaihoz közel álló tisztségviselő, így Győri Loránd nyugállományú földművelésügyi miniszter, a mezőgazdaság és erdészet területeiről Baross Endre, Kerpely Kálmán, Rothmeyer Imre és De Pottère Gérard a Társaság Díszelnökének is volt magyar királyi földművelésügyi minisztert választottak, Da-

rányi Ignácot, aki sokat tett a meteorológiáért is. A Társaság első Alapszabályában az orvsmeteorológia is szerepelt, igaz még csupán a lehetőség volt adott, hogy „egészségügyi és élettani szakosztály alakítható”.

Az 1950-es Közgyűlés (amelyen az MMT csatlakozott a MTESZ-hez) döntött az első társasági munkatervről, amelynek egyik eleme az öntözés meteorológiai kérdései voltak (ami azóta is fontos problémák között van, hol elismerten, hol rejtetten). Még ebben az évben megalakult az Orvsmeteorológiai Szakosztály is, Kérdő István vezetésével. A Szakosztályt többek közt Schulhof Ödön, Kérdő István, Predmerszky Tibor és Örményi Imre lelkesedése és kitartó szakmai munkája tartotta életben. Azt, hogy az orvosok és a meteorológusok között egyaránt növekedett az érdeklődés a téma iránt, mi sem bizonyítja jobban, mint az 1951-es első Orvsmeteorológiai Tanfolyam sikeres megszervezése.

A Társaság az 1952-es Közgyűlésén döntött Vándorgyűlések megrendezéséről. Ezek célja az volt, hogy a tagság megvitathassa az ország egyes tájainak meteorológiai problémáit, megismerkedjen a vidék iparával és mezőgazdaságával, kulturális és művészeti értékeivel, a helyi szakemberek munkájával. Ezért érthető, hogy a bio- és agrometeorológia alapvető szerepet játszott a Társaság ezeken a rendezvényeken (lásd 17. oldal). Már az első Vándorgyűlés témaköre is az „Alföld mezőgazdaságának problémái” volt (1955, Szeged). A Vándorgyűlések rangját emelendő, a jövőre nézve javaslatok születtek, így ez alkalommal két fontos döntést is hoztak. Egyrészt szükségesnek tartották szűkebb körű agrometeorológiai prognózisok megtárgyalását és erre célzott üléseket is szándékoztak létrehozni. Másrészt, ezzel egy időben egy második Orvsmeteorológiai Tanfolyam szervezését is elhatározták, melyre végül 1956-ban került sor. A Társaság 1956. május 24-i Közgyűlésén Kérdő István felvetette az orvsmeteorológiai prognózisok készítésének gondolatát. A hosszú szakmai előkészületek után Aujeszký Lászlónak, Örményi Imrének és Kérdő Istvánnak köszönhetően a szocialista országok közül elsőként – és a világon az akkori NSZK után másodikként – 1958. március 19-én elindultak Magyarországon a rendszeres orvsmeteorológiai előrejelzések. Általánosságban elmondható, hogy a

következő években is az Vándorgyűlések fő témája az agro- vagy a biometeorológia volt egészen 1985-ig. A 36 megrendezett Vándorgyűlésből 18 alkalommal hallgathattak a jelenlevők agro- és biometeorológiai témájú előadásokat.

Hogy a hazai orvsmeteorológia abban az időben a világ élvonalához tartozott, mi sem bizonyítja jobban, mint az, hogy 1963. május 16-17-én megrendezésre került az I. Orvsmeteorológiai Konferencia. A szervezésben az

meteorológiai és az Orvsmeteorológiai Szakosztály. A 2000-es évek elejére azonban az Orvsmeteorológiai Szakosztály gyakorlatilag megszűnt, az Agrometeorológiai Szakosztály is egyre kevesebb előadóülést szervezett.

Hosszas előkészületek után 2008. február 12-én a korábbi két szakosztály jogutódjaként megalakult az MMT Agro- és Biometeorológiai Szakosztálya. A Szakosztály az utóbbi években az MMT egyik legaktívabb csoportja



A II. Orvsmeteorológiai Konferencia program füzetének fejléce



Képek a III. Orvsmeteorológiai Konferenciáról, Budapest, 2015. május 21-22.

MMT Orvsmeteorológiai Szakosztálya aktívan részt vett, a Tudományos Ismeretterjesztő Társulattal együtt. A sikereken felbuzdulva aztán 1966-ban Nemzetközi Biometeorológiai Konferenciát szerveztek Budapesten, ahol a Magyar Meteorológiai Társaság társ-szervező volt.

A szakterületek lassú hanyatlása a 70-es években kezdődött. 1975-ben megszűnt a Biometeorológiai Osztály az OMSz-ban, melyet akkor Kéri Menyhért vezetett. És bár 1982-ben létrejött az OMSz Biometeorológiai Csoportja Bártfai Erzsébet irányításával, de az orvsmeteorológia régi fényét már nem sikerült visszahozni. Az agrometeorológia ekkor még tartotta magát, köszönhetően a mezőgazdaságnak a szocialista népgazdaságban betöltött vezető szerepe miatt. 1980-ban még az MMT 5 szakosztálya közül két különálló csoportot képzett az Agro-

volt. Jelenleg a fő célunk, hogy a Szakosztály szakmai területén tevékenykedő kutatók megismerhessék egymást, előadhassák legfrissebb eredményeiket. Szándékunkban áll, hogy a civil csoportok és minden érdeklődő számára közérthető és informatív előadásokat tartsunk.

Ezek érdekében – most már hagyományosan – minden évben rendezünk ún. évértékelő rendezvényeket a megelőző pollenszezon kiértékeléséről, valamint a nyári hőhullámok következményeinek felméréséről. Ötven év szünet után 2013-ban felélesztettük az Orvsmeteorológiai Konferenciát, melyet azóta kétfévente sikeresen rendezünk meg. A szakterületekhez kapcsolódó szakmai-tudományos szervezetekkel sikerült jó kapcsolatot kialakítanunk, ami esélyt adhat a Szakosztály újbóli megerősödéséhez.

AZ ÉGHAJLATI SZAKOSZTÁLY TEVÉKENYSÉGE

THE ACTIVITY OF THE CLIMATE SECTION

Mika János¹, Konkolyné Bihari Zita²

¹Eszterházy Károly Főiskola, 3300 Eger, Leányka utca 6

²Országos Meteorológiai Szolgálat, 1024 Budapest, Kitaibel Pál utca 1
mikaj@ektf.hu, bihari.z@met.hu

Összefoglalás. Az Éghajlati Szakosztály történetének, szakmai működésének és életének legfontosabb eseményeit foglalkoztatjuk össze.

Abstract. The most important events of the Climate Section are summarised. A short description is given about the history, the vocational function of the Section, and its life.

A Szakosztály 2010 őszén alakult meg. Az első, egyben alakuló ülésen 2010. november 9-én a jelenlevő MMT tagok Mika Jánost választották elnökké és Bihari Zitát titkárrá. (E sorok írói a 2014. évi tisztújító ülésen is bizalmat kaptak a folytatásra.) Az első előadást rögtön illesztettségünk Judit M. Pap, alias Pap Judit tartotta, aki az USA-ban dolgozva időközben nemzetközi hírnévre tett szert. Kollégái által régóta várt előadásának címe „A nap sugárzásának monitorozása és az éghajlat” volt. Pap Judit előadása *Climate insights from monitoring Solar energy output* címmel látható az MMT honlapján:

www.mettars.hu/wp-content/uploads/2010/12/pap_omsz.pdf.

A Szakosztály következő eseményén, 2011. február 24-én *A 2010-es év meteorológiai és hidrológiai értékelése* gyűjtőcímen három előadás foglalta össze az előző év legfontosabb időjárási, éghajlati és hidrológiai történéseit. A beszámolók címei és előadói a következők voltak: *2010 éghajlati értékelése, átlagok és szélsőségek* (Möring Andrea, Lakatos Mónika, Nagy Andrea, Bihari Zita); *2010 időjárása, különös tekintettel a nagy csapadékokra és más veszélyes jelenségekre* (Bonta Imre, Kolláth Kornél, Babolcsai György, Ujváry Katalin); *Vízjárás események: folyók, tavak és a talajvíz* (Bálint Gábor, Szalai József, Varga György). Tele volt az OMSz földszinti nagyterme, amely a Szakosztály rendezvényeinek is mindvégig otthont adott. Ilyen évvértékelő összefoglalókra korábban is sor került, legtöbbször a Magyar Hidrológiai Társasággal közösen. A Szakosztály megalakulását követően ez eddig minden évben megrendezésre került, mindig az MHT Hidraulikai és Műszaki Hidrológiai Szakosztályával közösen. A szakosztály elnöke Rátky István, titkára pedig Konecsny Károly. Szomorú megmentő, hogy szervezésbe és gyakran előadóként Bálint Gábor hidrológus kollégánk, az MMT választmányi tagja is bekapcsolódott, egészen 2014 januári elhunytáig.

A soron következő esemény az Éghajlatváltozási Környezeti Testület (IPCC) *Megújuló energiák jelentésének (SRREN)* ismertetése volt 2011. június 9-én. Ennek az 1100 oldalnak az ismertetését ketten vállalták. Biróné Kircsi Andrea *Az egyes megújuló energiaforrások és*

hasznosítási technológiák áttekintése (A Jelentés 2-7. fejezete) címmel mutatta be az egyik részt, míg Mika János *A megújuló és a klímaváltozás kapcsolata, valamint az elterjesztés feltételeinek és hatásainak áttekintése (1. és 8-11. fejezet)* cím alatt foglalta össze a többi fejezetet. Ennek a Nap- és Szélergia Szakosztállyal közös eseménynek a sajátos pikantériája, hogy valójában néhány nappal megelőzte a jelentés nyilvánosságra hozatalát. Ez úgy fordulhatott elő, hogy a döntéshozói összefoglaló májusi közreadását követően 2011. május végére ígérték a szerkesztett jelentést. Ebben a hitben és a csaknem végleges anyag birtokában (ehhez véleményező szakértőként juthattunk) meghirdettük a bemutatót. Szerencsére, az összefoglalót a jelentés meglevő verziójával összevetve láttuk, hogy nem kell érdemi változásra számítani.

Különleges előadóülésre került sor 2011. november 3-án *Adatsorok homogenizálása – kutatások a most záruló EU-COST projekt fényében* címmel. Ennyire szűk, módszertani kérdést máskor nem kínál meghallgatásra a Szakosztály, azonban a „HOME” projekt behatóan vizsgálta az elterjedt homogenizáló módszereket, és ezekről számos következtetésre jutott. Az előadók, Szentimrey Tamás (OMSz) és Domonkos Péter (Universidad Tarragona, Spanyolország) miként a konferencián, most sem tudtak minden kérdésben egyetérteni, de örömmel hallottuk, hogy a hazai meteorológiai adatokra rutinszerűen alkalmazott MASH módszer a projekt legjobb három módszere közé mindenképpen besorolható, és azt is, hogy ennek objektív kimutatásában a spanyolhonban dolgozó másik előadó kulcsszerepet játszott.

„Az Országos Tudományos Diákköri Konferencia Klimatológia szekciójának legjobb előadásai” címmel 2011. november 28-án tartottuk a következő előadóülést, melyen az alábbi pályamunkák kerültek bemutatásra. Hollósi Brigitta (ELTE) III. díj: *Csapadék- és aszályviszonyok XXI. században várható változásai a Kárpát-medence térségére*; Miklós Erika (ELTE) II. díj: *A Kárpát-medencére várható klímaváltozás a XXI. század során ensembles szimulációk alapján*; Berki Péter (SZTE) I. díj: *Termikus komfortvizsgálatok az SZTE József Attila Tanulmányi és Információs Központjában*.

A 2011. év meteorológiai és hidrológiai értékelése címmel 3 meteorológiai és két hidrológiai előadásra került sor 2012. március 8-án. Ezek előadói és címei sorrendben a következők voltak: Lakatos Mónika, Nagy Andrea és Németh Ákos: *2011. év klimatológiai szempontból — átlagok és szélsőségek*; Babolcsai György, Kolláth Kornél: *2011. év időjárási érdekességeiről — makroszinoptikus jellegzetességek, veszélyes időjárási helyzetek*; Bálint Gábor, Varga György: *Vízfolyások és állóvizek vízjárása 2011-ben*; és Szalai József: *A talajvízháztartás alakulása 2011-ben*. Ahogy a 2010-es évről el kellett mondanunk, hogy a mérések kezdete óta a legcsapadékosabb évet zártuk, egy évvel később országos átlagban már a valaha mért legkevesebb csapadékról és annak hidrológiai következményeiről kellett számot adniuk az előadóknak. Megállapíthattuk, hogy ezek az áttekintések magasan a leglátogatottabb rendezvényei a Szakosztályunknak.

Újabb áttekintő ismertetés és hazai kutatás-összefoglaló következett április 19-én, amikor előbb Mika János mutatta be az IPCC újabb speciális jelentését, ezúttal az időjárási és éghajlati szélsőségekről *Speciális Jelentés a szélsőségekről (IPCC SREX, 2012)* címmel. Ezt a jelentést már 2011 novemberében elfogadta az IPCC illetéke testülete, de ezúttal megvártuk a teljes anyag megjelentetését. Kapcsolódott ehhez a téma hazai eredményeinek összefoglalása, ezúttal Pongrácz Rita előadásában *Éghajlati szélsőségek Magyarországon: közelmúlt és jövő* címmel. Ez a beszámoló, amelyet alkotóként Lakatos Mónika, Szépszó Gabriella, Bihari Zita, Krüzsely Ilona és Szabó Péter (OMSz), illetve Bartholy Judit, Pongrácz Rita, Pieczka Ildikó és Torma Csaba (ELTE) jegyezték, a két kutatóműhely statisztikus klimatológiai és éghajlatmodellező tevékenységén alapult. Ez a HREX néven is rövidített hazai jelentés megtalálható a

www.met.hu/doc/IPCC_jelentes/HREX_jelentes-2012.pdf honlapcímen.

A hosszúra nyúlt nyári szünet után december 7-én került sor a 2012. évi Környezettudományi Diákköri Konferencia (Veszprém) éghajlati díjasainak előadásaira. A bronzéremtől felfelé, sorrendben a következő fiatal előadók kaptak szót (mindhárman az ELTE Meteorológiai tanszék képviselőiként) Hollósi Brigitta: *A Kárpát-medence csapadék- és aszályviszonyainak XXI. századra várható tendenciái a RegCM szimulációk felhasználásával*; Zsebeházi Gabriella: *A magyarországi éghajlatváltozás jellemzése az ALADIN-Climate és a REMO regionális modellek eredményei alapján* és Mesterházy Ildikó: *A szőlőtermesztés éghajlati adottságainak várható alakulása a Kárpát-medencében*. A fiatal előadók igazán gördülékeny stílusban adták elő mondandójukat, és örültek, hogy ezen a fórumon a szakma előtt is megmutathatták magukat. Jól jegyezzük meg a neveket, hallani fogunk még róluk!

A téli szünet ebben az évben rövid volt, mert 2013 januárjában már két előadó ülésre is sor került. Január 17-én a Szegedi Tudományegyetem természetföldrajzos kutatóinak előadásait hallhattuk a klímamodellek eredményei-

nek hatásvizsgálati alkalmazásairól. A három előadást (a teljes kutatóközösséggel a háttérben) a következő előadók és címek jellemezték. Blanka Viktória: *Az aszályveszély regionális különbségei a Kárpát-medencében a klímaváltozás okán*; Ladányi Zsuzsanna: *A klímaváltozás hatása a Kiskunsági Nemzeti Park tájaira* és Mezösi Gábor: *A regionális léptékű klímaváltozások hatásainak becslése a hazai tájakra*. Ennek a rendezvénynek kisebb volt a látogatottsága, pedig az előadók színvonalas kutatásokról számoltak be. A két első kolléga nem sokkal korábban ebből doktorált, a magát szerényen harmadik előadónak kérő kolléga pedig a kutatások vezetője.

Két héttel később, január 31-én rendeztünk még egy előadó-ülést az Állatok és az éghajlat témakörben az Agro- és Biometeorológiai szakosztállyal közösen. A gyors ismétlést az indokolta, hogy január még vizsgaidőszak a felsőoktatásban és így különösen az előadók, de – ahogy láttuk – az érdeklődők is könnyebben időt tudnak szakítani a részvételre. A tematikus délután előadói és előadócímei a következők voltak: Varga Zoltán (NyME, Mosonmagyaróvár): *A légkör és az állatok kapcsolatának alapjai*; Kovács Alfréd Pál (SzIE, Gödöllő): *Meteorológiai tényezők hatásai a nagytestű haszonállatok szaporodására és termelésére*; Nagy Júlia Anna (szerzőtársak, Bartholy Judit, Pongrácz Rita, Pieczka Ildikó, Breuer Hajnalka, ELTE, Budapest, valamint Hufnágel Levente, BCE Kertészettudományi Kar): *A XXI. században várható klímaváltozás hatása az Európában vadon élő szárazföldi gerincesek élőhelyeire* és Puskás János (NyME, Szombathely): *Van-e hatása az időjárási frontoknak a rovarok aktivitására?* Az előadásokat kiemelkedően élénk vita követte.

A Szakosztály programja 2013. március 7-én a 2012-es évet értékelő előadóüléssel folytatódott, szokás szerint a Magyar Hidrológiai Társaság fentebb jelzett szakosztályával közös rendezésben. Az évről évre változó program előadói és mondandóik címei ezúttal a következőképpen alakultak: Lakatos Mónika: *A 2012-es év értékelése klimatológiai szempontból*; Németh Ákos: *A 2012-es év humán biometeorológiai értékelése*; Fodor Zoltán: *A 2012-es év időjárási érdekességeiről* és Bálint Gábor (VITUKI), Varga György (OVF): *A hazai vízfolyások és állóvizek vízjárása 2012-ben*. Az abszolút legszárazabb 2011-es és előtte legnedvesebb 2010-es év után, most ilyen abszolút szélsőséget nem hozott az előző esztendő, az ülés mégis nagy látogatottságnak örvendett.

Nagyon vártuk az IPCC újabb, sorban Ötödik Értékelő jelentését, amelynek első kötete a tudományos alapokról szeptember végére meg is érkezett. Az erről szóló ismertetést ezúttal hárman: Bartholy Judit, Mika János és Szépszó Gabriella tartották november 14-én, a Magyar Tudományos Akadémia Meteorológiai Tudományos Bizottságában működő Éghajlati Albizottsággal közös eseményként. A 14 fejezetet egymás között a következők szerint osztották fel az előadók: *Az IPCC eddigi Jelentései* (1. fejezet: Mika János); *Az éghajlat megfigyelt változásai* (2-5. fejezet: Bartholy Judit); *Éghajlati kényszerek, visszacsatolások* (6-8. fejezet: Mika János); *Az éghajlati modellek értékelése* (9. fejezet: Szépszó Gabriella);

A megfigyelt változások magyarázata (10. fejezet: Bartholy Judit); illetve *Feltételes előrejelzések* (11-14. fejezet: Szépszó Gabriella). Az előadók tehát ebben a sok érdeklődőt a terembe vonzó, érdekes kérdésben ezúttal nem a saját kutatásaikat, szakmai véleményüket tették közzé, hanem közvetítették az eredeti jelentést. Szépszó Gabriella ott volt az elfogadás helyszínén, és saját élményeivel szembesítette – a korrekt tolmácsolás után – az ott tapasztaltakat, aminek a lényege, hogy a döntéshozói összefoglaló bizonyos fókig önálló életet él a tudományos részletek kötetéhez képest.

A 2014-es évet február 6-án az Országos Tudományos Diákköri Konferencia (2013. április, Budapest, BME) éghajlati szekciójának díjai nyitották meg összesen négy előadással. Az előadók közül ketten az előző évben is kiválóan szerepeltek, mostani előadásaik az OTDK szabályai miatt lényegesen különböztek az előző évben mutatott tartalomtól. Az előadók (a díjak fordított sorrendjében) és címeik a következők voltak: Takács Ágnes (SZTE, Szeged): *A termikus komfortviszonyok térbeli mintázatának elemzése és kapcsolata a közterület-használattal Szeged belvárosában*; Zsebeházi Gabriella (ELTE): *Hazai és ENSEMBLES-beli regionális éghajlati modellek eredményeinek statisztikai vizsgálata*; Kis Anna (ELTE): *Csapadékindek XXI. századra becsült trendjei Közép-Kelet-Európában korrigált csapadékmezők felhasználásával* és Mesterházy Ildikó (ELTE): *A szőlőtermesztés klimatikus feltételeinek várható változása a XXI. században Magyarországon*.

A 2013-as év meteorológiai és hidrológiai értékelése című szokásos rendezvényre 2014. március 6-án került sor. Az ezúttal szám szerint is hat előadás és szerzőik a következők voltak: Lakatos Mónika, Kovács Tamás, Vincze Enikő: *A 2013-as év értékelése éghajlati szempontból*; Kolláth Kornél: *Veszélyes időjárási események 2013-ban*; Bonta Imre, Homokiné Ujváry Katalin: *A 2013. júniusi dunai árvíz időjárási háttere*; Csík András: *A 2013-as dunai árhullám és az év vízjárása*; Szalai József: *Talajvízszint-változások 2013-ban* és Varga György, Kravinszkaja Gabriella: *A Balaton vízháztartásának aktuális kérdései*. A 2013-as év kiemelkedő, egyben drámai eseménye a júniusi árvíz volt, már ez önmagában indokolta a hidrológiai események korábbiaknál részletesebb bemutatását.

Az Éghajlatváltozási Kormányközi Testület a tudományos alapok (2013. szeptember) után még két kötetben összegezte a tudnivalókat. A *Hatások, Alkalmazkodás,*

Sérülékenység című, második kötetet 2014. április 24-én ismertette a Szakosztály, ismét az MTA Éghajlati Albizottsággal közös eseményként. A 2400 oldalas Jelentést az őszi programhoz hasonlóan, három részben mutattuk be: *Elsődleges hatások* (3-10 fejezet): Bartholy Judit; *Humán hatások és alkalmazkodás* (1-2 és 11-20 fejezet): Mika János; illetve *Hatások és alkalmazkodás térségeként* (21-30 fejezet: Kertész Ádám (Földrajztudományi Kutatóintézet). Utóbbi geográfus kollégánk az MTA doktora, aki vendégként tisztelte meg a Szakosztályt, az ismertető szakavatott elvállalásával.

A Szakosztály 2014. május 29-én társrendezője volt *A Nap- és széleenergia kutatás és oktatás* konferenciának, amelyről a Nap- és Széleenergia Szakosztály munkájának ismertetésében olvashatunk.

A gyorsan elsuhanó négy év után esedékes tisztújító szakosztályi ülésre 2014. október 9-én került sor. Ezen az elnök röviden ismertette a rendezvényeket, majd a szavazás nyomán ismét a korábbi vezetőség kapott bizalmat. Az ülés programját Vincze Enikő: *Hazai fenológiai megfigyelések* című előadása tette teljessé. Akik az OMSZ-ban nem követték az értékmérés folyamatát, kellemes meglepetéssel értesültek arról, milyen sok információt gyűjtöttek eleink, ami a szerző munkájának köszönhetően immár készen áll a szakmai kutatásra, elemzésre, elsősorban az éghajlat és a növénytakaró kapcsolatának vizsgálatára.

Az idei, 2015-ös évet ismét az MHT Hidraulikai és Műszaki Hidrológiai Szakosztályával közös rendezvényként nyitottuk meg március 5-én az előző év értékelésével. Az előadók (szerzők) és előadáscímek ebben az évben az alábbiak voltak: Lakatos Mónika, Kovács Tamás, Vincze Enikő: *A 2014-es év értékelése éghajlati szempontból*; Kolláth Kornél: *Veszélyes időjárási események 2014-ben*; Csík András: *Magyarország 2014. évi vízjárásának rövid jellemzése és Somogyi Péter, Horváth Gábor: A Mura és a Dráva 2014. szeptemberi árvíz-hidrológiai eseményei*.

Volt tehát bőven esemény a Szakosztály életében. Köszönjük az OMSZ-nak, hogy ezeknek helyet biztosított. A munka-közel légkör és a Szakosztály széles szakmai közönséget vonzó témája remélhetőleg biztosítja, hogy a Magyar Meteorológiai Társaság következő évfordulóján is virulens működésről számolhassanak be az akkori tisztségviselők.

NÉHÁNY SZÓ A LÉ GKÖRDINAMIKAI SZAKOSZTÁLYRÓL FEW WORDS ABOUT THE SECTION OF ATMOSPHERE-DYNAMICS

Németh Ákos

Magyar Meteorológiai Társaság, 1024 Budapest, Kitaibel Pál utca 1., nemeth.a@met.hu

Összefoglalás. A Légekördinamikai Szakosztály a Társaság fiatalabb szervezeti egységei közé tartozik. A numerikus modellezés jelentőségének megnövekedésével, az éghajlati modellezés egyre fontosabb szerepe miatt került előtérbe egy új, önálló profilú szakosztály létrehozásának szükségessége. A Szakosztály nemcsak a numerikus modellezéshez szorosan kapcsolódó témákkal foglalkozik, hanem fóruma a klímamodellezésnek, s ennek megfelelően tevékenységének és érdeklődésnek egyik legfontosabb területe az éghajlatváltozás. A beszámolóban felsoroljuk a Szakosztály életének historikus elemeit.

Abstract. The Atmosphere-Dynamics Section among the Society's younger organizational units owes. The numerical modelling came into the foreground with his increasing, because of the increasingly more important role of the climatic modelling for his significance. The Section deals with topics being not only attached to the numerical modelling tightly, but it is a forum for the climate modelling, and according to this his activity the most important areas of its interest is the climate change. We list a historian's elements for the Section's life in the report.

A Légekördinamikai Szakosztály 2008. január 24-én alakult meg. Az első elnök Horányi András, az alapító titkár Szépszó Gabriella volt. Horányi András ECMWF-hez történő távozése után Szépszó Gabriella lett az elnök, míg a titkári teendőket ellátására Bölöni Gergőt választották meg (2010.11.15.). Bölöni Gergő Frankfurti Egyetemhez történő távozése után Gnandt Boglárka lett a Szakosztály titkár (2011.12.13.), míg az elnök személye nem változott.

A szakosztály szervezésében elhangzott előadások:

- 2010.04.19.: **Jánosi Imre:** Előrejelzés és döntéshozatal: mennyit segítenek a tudományos módszerek?
- 2010.04.19.: **Rácz Zoltán:** Klímaváltozás és az idomított ész kritikája
- 2010.06.22.: **Stan Benjamin:** Development and evaluation of an isentropic icosahedral global model – FIM
- 2010.11.15.: **Michael Ghil:** Data Assimilation for the Atmosphere, Ocean and Climate: Some Recent Results
- 2011.01.25.: **Adamcsek Edit:** Application of Ensemble Transform Kalman Filter in numerical weather prediction
- 2011.01.25.: **Jelena Bojarova:** The hybrid Ensemble variational data assimilation scheme in HIRLAM
- 2011.04.18.: **Martin Sigurd Grønsleth:** Radar data assimilation in HIRLAM/ALADIN/AROME models
- 2011.12.13.: **Kovács Mária:** Felkavart állóvíz – okozhat-e még meglepetést a klímaváltozás?
- 2012.05.18.: **Krüzseli Ilona:** A városi energia-mérleg modellezése
- 2012.05.18.: **Krámer Tamás:** Fertő-tavi vízpótlás csóvájának elkeveredése
- 2012.05.18.: **Szilágyi József:** A területi párolgás becslése MODIS képek segítségével
- 2012.05.18.: **Szintai Balázs:** Az AROME nem-hidrosztatikus időjárás előrejelző modell fizikai parametizációi
- 2012.05.18.: **Rákóczi László:** A VITUKI korai áramlás- és üledékdinamikai mérései
- 2012.05.18.: **Kiss Melinda:** Határréteg mechanizmus vizsgálata nyílt vízi és nádas vízi jellegzőnák között
- 2012.06.21.: **Józsa János:** Szél keltette sekély tavi áramlások mérése és modellezése
- 2012.06.21.: **Szépszó Gabriella:** Nagyfelbontású magassági szélklimatológiai információk dinamikai előállítása
- 2012.06.21.: **Szanyi Sándor:** Térbeli struktúraelemzés szél keltette tavi áramlásokban
- 2012.06.21.: **Torma Péter:** Egy balatoni hidrodinamikai előrejelző rendszer felé
- 2012.06.21.: **Homoródi Krisztián:** Szél keltette hullámozás mérése, becslése és modellezése
- 2012.06.21.: **Szűcs Mihály:** Valószínűségi szélelőrejelzések vizsgálata
- 2013.05.30.: **Havasi Ágnes:** A Richardson-extrapoláció elméleti vizsgálata és alkalmazásai
- 2014.02.27.: **Csik András:** Meteorológiai ensemble előrejelzések hidrológiai célú alkalmazásai
- 2014.02.27.: **Haszpra Tímea:** A meteorológiai bizonytalanságok számszerűsítése a légszennyezés modellezésében
- 2014.02.27.: **Szűcs Mihály:** Ensemble előrejelzések a meteorológiában
- 2014.05.28.: **Baran Sándor:** A szélsőségek ensemble előrejelzéseinek statisztikai kalibrálása
- 2014.05.28.: **Horányi András:** Az Európai Középtávú Előrejelző Központ (ECMWF) testközelből, azaz miért az ECMWF a világ vezető előrejelző központja?
- 2014.10.02.: **Zsugyel Márton:** Kaotikus elkeveredés folyóvízi sarkantyúk környezetében
- 2014.10.02.: **Lancz Dávid:** Az AROME sekély konvekció parametizációja magas felbontáson
- 2014.10.02.: **Kelemen Fanni Dóra:** A mediterrán térség ciklonjainak vizsgálata
- 2015.05.27.: **Tóth Zoltán:** International weather research projects

A LEVEGŐKÖRNYEZETI SZAKOSZTÁLY BESZÁMOLÓJA

THE AIR ENVIRONMENT SECTION'S REPORT

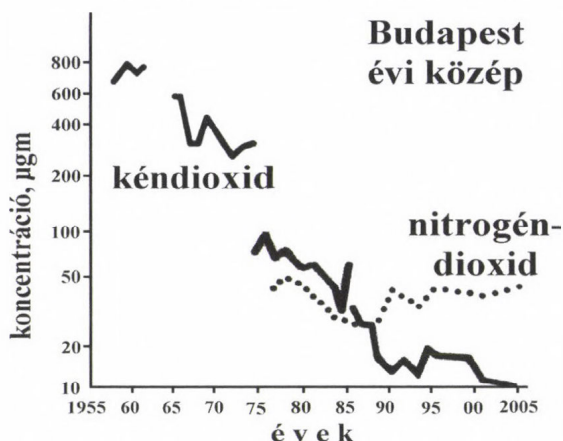
Szepesi Dezső¹, Ferenczi Zita²

¹Levegőkörnyezet-Gazdálkodási Szaktanácsadó Bt. 1137 Budapest, Katona József u. 41., szd12506@ella.hu
²Országos Meteorológiai Szolgálat, 1675 Budapest Pf. 39., ferenczi.z@met.hu

Összefoglalás. A Levegőkörnyezet-gazdálkodási Szakosztály 1964-ben alakult. A szakosztály megalakulása Szepesi Dezső nevéhez kapcsolódik. Az USA-ban megismert és ott azóta is alkalmazott (*emission inventory, meteorological transmission, diffusion modelling*) módszerek népszerűsítésével foglalkozik. A módszerek hazai viszonyok közötti alkalmazását kidolgozták illetve bemutatták Szepesi Dezső, Nárai Katalin matematikus és Cseh Melinda környezetmérnök. 2008-ban Horváth László vette át a légszennyeződéssel foglalkozó szakosztály irányítását, majd 2014-ben Ferenczi Zita kapott felkérést a Társaságtól a Szakosztály irányítására.

Abstract. The air environment farming department shaped up in 1964, the department's forming is associated with a name of Dezső Szepesi. The methods (*emission inventory, meteorological transmission, diffusion model*) have recognised and applied in US has been popularised by the activity of the Section. The application of methods among domestic circumstances were worked out and presented by Dezső Szepesi, Katalin Nárai mathematicians, and Melinda Cseh environment engineering. Later László Horváth took over the control of the Section dealing with the air pollution problem in 2008; Zita Zita received an invitation from the Society in 2014 to continue the Section's management.

Bevezetés. A MTESZ⁹-ben az utóbbi 50 évben tartott munkák végzése, előadások tartása 2 szekcióban zajlott: A Levegőkörnyezet-gazdálkodási Szakosztály 1964-ben alakult, ezzel a Magyar Meteorológiai Társaság egyik legrégebben létrejött szakosztálya. Megalakulása Szepesi Dezső nevéhez kapcsolódik. Az USA-ban megismert és ott azóta is alkalmazott (*emission inventory, meteorological transmission, diffusion modelling*) módszerek felhasználása képezi legfőbb profilját. Ezeket a módszereket, hazai viszonyok között, a MTESZ keretében, Szepesi Dezső, Nárai Katalin matematikus és Cseh Melinda környezetmérnök dolgozták ki illetve mutatták be. 2008-ban Horváth László vette át a légszennyeződéssel foglalkozó szakosztály irányítását. 2014-ben pedig Ferenczi Zita kapott felkérést a Társaságtól a szakosztály irányítására.



1. ábra. A kén-dioxid és a nitrogén-dioxid éves átlagos koncentrációjának alakulása Budapesten (Szepesi, Dezső, Fehér Viola és Móri József mérései alapján)

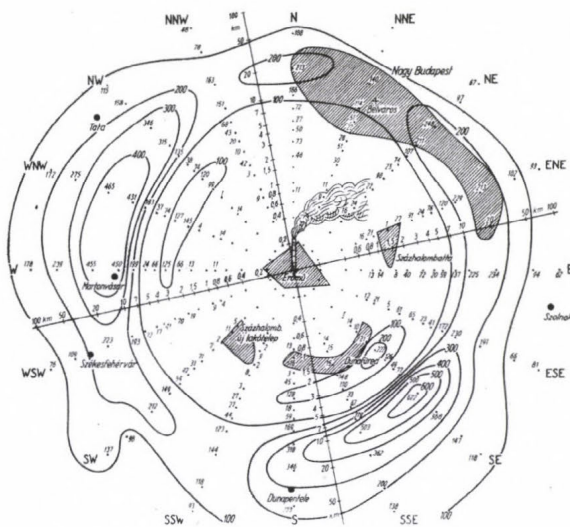
A szakosztály főbb tevékenységei Szepesi Dezső irányítása alatt. A kezdetek és a motiváció: Fővárosban a

fűtés szénalapú egyedi tüzelő berendezéseken alapult. Alacsony kéményeken kiáramló füst időnként elviselhetetlenül magas kén-dioxid és korom koncentrációk kialakulásához vezetett az 50-es 60-as években (1. ábra). Ezek a kedvezőtlen légszennyezettségi viszonyok arra ösztönözték a szakértőket, hogy kidolgozzanak egy magas pontforrás modellt. Ezzel a számítógépes modellel végzett számítások eredményeire alapozva több száz szennyező forráshoz illetve erőmhöz készült szakvélemény. A 2. ábrán a százhalombattai erőmű és a kapcsolódó modellszámítás eredményei láthatók. Nemzetközi szinten a Meteorológiai Világszervezet és az Európai Gazdasági Bizottság felől is érdeklődés mutatkozott a szakmai tevékenységünk iránt. Ezekben a munkákban az USA-ból hozott ismeretek, illetve az osztályunkon (3. ábra) folyó kutatások alapján, évtizedeken keresztül részt tudtunk venni. Már az USA tanulmányút előtt elkezdtünk ún. transzmissziós adatbázisokat feldolgozni, modellezni és egy levegőkémiai labort kialakítani. A következő években indult el a zavaró szaghatás „kitettségi átlagidő” alapú modellrendszer kidolgozása, amely a helyi szél valamint a hígulási és szagforrás viszonyoknak megfelelően nyújt reális képet a zavaró szagok terjedéséről. A kifejlesztett szoftver az EIONET modell dokumentációs adatbázisába is bekerült,

<http://pandora.meng.auth.gr/mds/showlong.php?id=179>

A 4. ábrán a Dunakeszi hulladéklerakó, valamint egy biharkeresztési sertéstelep esetében a modellel számított zavaró szag hatásterülete látható. A szakosztály munkájához kapcsolódóan meghatározásra kerültek az alap légszennyezettség típusai is, amelyeket a következő módon definiáltunk: globális, hemiszférikus, kontinentális, regionális és városi alap légszennyezettség (5. ábra). Regionális és városi alap légszennyezettség kidolgozásának akkor van értelme, ha a felsőbb légrétegre kidolgozott fogalomkörhöz hasonlóan a levegőkörnyezet gazdálkodás alap összefüggései, az emisszió kataszter, a transzmisszió, az immiszió értékek fogalmi elfogadásra és gyakorlati alkalmazásra kerülnek. A 6. ábrán egy példán keresztül mutatjuk be a regionális és a városi alap légszennyezettség meghatározásának eredményeit.

⁹ MTESZ: Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége. 1948-ban alakult meg a különböző szakmai szervezetek egységes irányítása céljából. Az MMT a kezdetektől egészen 2012-ig volt tagja a Szövetségnek.



2. ábra. A százhalombattai erőmű (baloldal) és a modellszámítás eredményei: koncentráció eloszlások (jobboldal)

A szakosztály működése során a fent említett témák előadások keretében bemutatásra kerültek az érdeklődő hallgatóság számára. A munkában megfordult Szepesi Dezső Horváth Lászlót javasolta új elnöknek, akit a Szakosztály a 2008. január 31-i ülésén megválasztott, Balogh Beáta titkárral együtt. A Szakosztály új neve Levegőkörnyezeti Szakosztály (LKSz) lett. A vezetőséget a LKSZ 2010. november 10-i ülésén újraválasztották.



3. ábra: Megbeszélés a 70-es években, a regionális levegő és csapadékminőség mérő állomás létesítésére (VITUKI, Kecskemét Komlósi Telep). Nárainé Katalin, Várhelyi Gabriella (karba tett kézzel), Szepesi Dezső (balak előtt), Borlai Mária, Ficsor István, Gajzágó László (félíg háttal)

A szakosztály ülései Horváth László irányítása alatt.

2008. január 31.: Horváth László (OMSz): "Légkör és bioszféra közti nyomanyagcsere".

2008. szeptember 25.: Detlev Möller (Brandenburgi Műszaki Egyetem): „On the History of the Scientific Exploration of Fog, Dew, Rain and Other Atmospheric Water”.

2010. november 10.: Előadás: Mészáros Róbert (ELTE Meteorológiai Tanszék):



4. ábra: Dunakeszi hulladéklerakó (baloldal) és egy biharkeresztési sertéstelep (jobboldal) esetében számított zavaró szag hatásterülete

„Folyamatos és eseti szennyezőanyag kibocsátás modellezése különböző skálákon”.

2012. november 6.: Horváth László (OMSz) és Weidinger Tamás (ELTE Meteorológia Tanszék): „Bioszféra-légkör nyomgázcseré vizsgálatok Magyarországon (1978-2012); az eredmények rövid összefoglalása”.

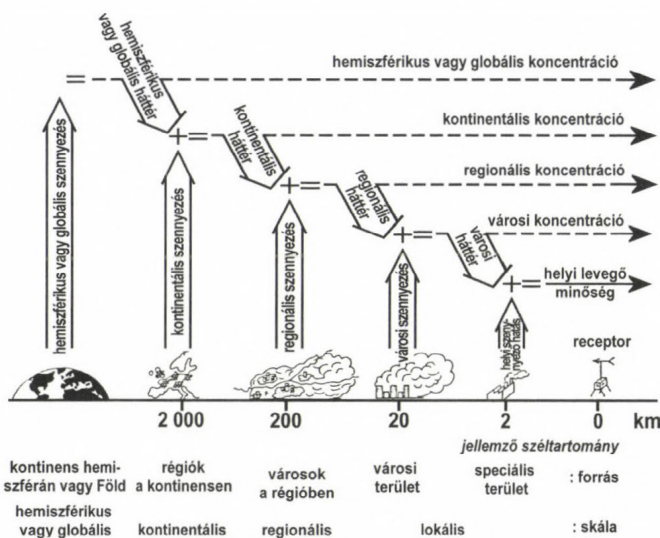
2012. december 13: Dézsi Viktor (OMSz): „Az OLM mérőhálózat eredményei: PM_{2,5} PAH, BC mérések”, Grosz Balázs (ELTE TTK): „A DNDC biogeokémiai modell magyarországi adaptálása és összekapcsolása a WRF numerikus modellel”, Machon Attila (OMSz): „A meteorológiai tényezők hatása a reaktív nitrogénvegyületek fluxusaira az Alföldön”.

2014. április 10: Moring Andrea (University of Edinburgh), Horváth László (OMSz): „Légköri kén- és nitrogénvegyületek ülepedésének hosszú távú trendje Magyarországon”, Moring Andrea: A birkák és az időjárás szerepe az ammónia kibocsátásban – a bárányok hallgatnak.

- Kis-Kovács Gábor (OMSz): PM emisszió
- Imre Kornélia (MTA Levegőkémiai Kutatócsoport): A légköri víztartalom hatása a PM₁₀ koncentráció meghatározásában.
- Gyarmatiné Mészáros Erzsébet (OMSz): Amit a PM₁₀ mérések mutatnak
- Ferenczi Zita (OMSz): Határon túli források hatása a hazai PM szennyezettségre
- Páldi Anna, Bobvos János, Beregszászi Tímea, Szalkai Márta (Országos Környezetegészségügyi Intézet):

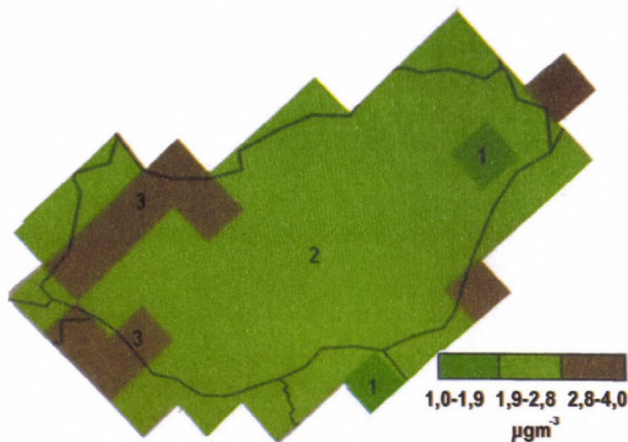
A kültéri légszennyezés egészségkárosító hatásai

2015 tavaszi szezonjában május 27-én még egy ülést tartott a szakosztály, amelynek témája a szennyezőanyagok terjedésének modellezése volt. Ezen az ülésen két meghívott előadó mutatta be kutatási eredményeit: Horváth Zoltán, aki a Széchenyi István Egyetem, Matematika és Számítástudomány Tanszékéről érkezett és a városi légszennyeződés mérésén, modellezésén alapuló irányítási rendszerét ismertette. A következő előadó Groma Veronika volt a Magyar Tudományos Akadémia



5. ábra: Alap légszennyezettségi szintek hierarchiája (Szepesi, WMO)

polgár irányítási rendszerét ismertette. A következő előadó Groma Veronika volt a Magyar Tudományos Akadémia



6. ábra: Magyarország regionális, valamint Budapest városi NO₂ alap légszennyezettség. (LKGSZ BT. 2006)

A szakosztály főbb tevékenységei Ferenczi Zita vezetésével. A szakosztály első ülésére 2015. január 21-én volt, címe: „A titokzatos PM nyomában, avagy amit a PM-ről tudni lehet” volt. Az ülésen, amely nagyon sok érdeklődő hallgatót vonzott, az alábbi előadások hangzottak el:

- Varga Judit (Földművelésügyi Minisztérium): A PM₁₀ nemzetközi szabályozása

Energia tudományi Kutatóközpont, Környezetfizikai Laboratóriumából, aki PhD dolgozatát mutatta be, melynek címe:

Liszt Ferenc repülőtér levegőminőségének vizsgálata mérési és modellezési eredmények alapján. Az előadások kapcsán az ülés második felében hosszasan elbeszélgettünk a felvetett témákról.

A NAP ÉS SZÉLENERGIA SZAKOSZTÁLY TEVÉKENYSÉGE

HISTORY OF SOLAR AND WIND ENERGY SECTION

Wantuchné Dobi Ildikó¹, Major György²Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSz), 1024 Budapest Kitaibel Pál utca 1., *dobi.i@met.hu*
Magyar Meteorológiai Társaság tiszteleti tagja, 1024 Budapest Kitaibel Pál utca 1., *major.gy@met.hu*

Összefoglalás. A cikk a kezdetektől röviden áttekinti a nap és a szél energetikai felhasználását elősegítő – az OMSz által folytatott – legfontosabb kutatásokat, valamint összegzi a MMT Nap- és szélenergia szakosztály (NSzSz) szervezésével az utóbbi harminc évben lezajlott rendezvényeket.

Abstract. Paper gives a review from the beginning on the most important studies of the Hungarian Meteorological Service for the utilization of solar and wind energy. It summarizes events organized by MMT Solar- and Windenergy Section during the last thirty years.

Előzmények. A nap és a szél energetikai célú hasznosításához szükség van meteorológiai információkra. A hazai erőforrások felmérésére, és elterjedésük érdekében történő fejlesztésekre a múlt század eleje óta több alkalommal sor került. A lehetséges napsütés tartamok különböző irányú lejtőkre vonatkozó formuláit elsőként Marcell (1927) vezette le. Néhány évtizeddel később a direkt és diffúz sugárzás adatokból építőipari felhasználásra készültek táblázat sorozatok. A budapesti légkörfizikai obszervatórium 1969–1976 között négy főégtájra néző falakon végzett méréseiből a vertikális felületekre jutó napsugárzási energiát Takács (1979) számította ki. Szabó és Tárkányi (1969) különböző azimut szögek esetén, az ablaküvegen bejutó sugárzás értékeket táblázat sorozatban adta közre. A szélviszonyok országos elemzése energiagazdálkodási tervezés céljából először az ötvenes években készült el (Kakas és Mezősi, 1956). A 70-es években „A természeti erőforrások kutatása és feltárása” témának az MTA X. osztálya lett a gazdája. Az OMSz-ban végzett kutatások eredményeit az 1982-es Meteorológiai Tudományos Napok összegezte. (Major Gy., 1984). Ahogy Fülöp József könyv bevetőjében írja „a téma művelése során egyre több kapcsolat létesült” a különböző tudományágak közt. A témakörben megélénkült tudományos élet vezetett a Nap- és Szélenergia Szakosztály megalakulásához.

Szakosztály megalakulása és tevékenysége. Az MMT Nap- és Szélenergia Szakosztálya (NSzSz) 1984-ben jött létre (Tar 1984). Alapítója és elnöke Major György, titkára Tar Károly volt. 2008-tól a titkári feladatokat Dobi Ildikó vette át, majd 2011-ben megbízást kapott a szakosztály vezetésére. A titkári teendőket három évig Tarjányné Zsuzsanna végezte, 2014 óta pedig Péliné Németh Csilla látja el. Legfontosabb feladata a témakört érintő meteorológiai ismeretek, kutatási eredmények közzététele, népszerűsítése. A társaság 2010 előtti tevékenységéről archív anyag nem áll rendelkezésre, emiatt az áttekintés alapját az OMSz kiadványokban fellelhető információk és a szakosztály vezetőinek a közlései képezik.

Az NSzSz tevékenysége mindig szorosan kötődött az OMSz-nál folytatott kutatásokhoz. Az állami finanszíro-

zású feladatok beszámolóit mellett a kutatások részleteit bemutató kiadványok is készültek, az eredményeket pedig rendszerint előadások formájában is megismerhette a tagság. Az előadókülések, konferenciák szervezése többnyire más tagszervezettel (MTA Albizottságai, MMT többi szakosztálya, Magyar Szélenergia Társaság, Nemzetközi Napenergia Társaság Magyar Tagozata, később Magyar Napenergia Társaság) közösen történt.

Röviden felidézzük az időszak alatt publikált legjelentősebb munkákat. Valkó Péter 1985 szeptemberében speciális mérő műszerkocsival sugárzásméréseket folytatott a pestszentlőrinci Obszervatóriumban (akkori nevén Központi Légkörfizikai Intézetben). A „mozgó állomás” feladata elsősorban a rövidhullámú napsugárzás teljes szögeloszlásának felmérése különböző meteorológiai és egyéb feltételek mellett. A pestlőrinci mérés elsődleges célja a diffúz sugárzás helyszíni szerkezetének vizsgálata volt. A kampány során a műszerek 77 eltérő irányú felületen detektálták az összes beérkező napsugárzási energiát. A négy főégtájú falra, illetve a vízszintes felületre érkező összes beeső sugárzásból bármely tetszőleges irányú lejtőre jutó sugárzást meg tudta határozni (Valkó, 1986).

Major és munkatársai (1981) készítették el az első, méréseken alapuló globálisugárzás térképet az egész Földre vonatkozóan, melyet „World Maps of relative global radiation” címmel jelentetett meg a Meteorológiai Világszervezet a WMO Guide sorozat részeként. Számításaihoz az 1967–1970 évekre az északi féltekén 227, a délin 42 földfelszíni állomás méréseit, továbbá ugyanezen időszakra amerikai műholdak relatív fényesség értékeit használták fel.

A napenergia-hasznosítás meteorológiai vonatkozásaihoz kapcsolódó öt éves alap kutatás eredményeképpen a Légkörfizikai Intézetben (Major, 1985) 12 darab Robits műszer és 40 darab napfénytartam mérő 1958–1982 között rögzített adatsorából havi, éves napfénytartam és globálisugárzás térképek, illetve izoplétás feldolgozások készültek. A kutatás során elemezték az időszak szélsőséges sugárzási értékeket adó helyzetait (előfordulási valószínűségeit és tartamát), valamint meghatározták a

napsugárzás, a hőmérséklet és a szél együttes gyakoriságait.

A napenergiát hasznosító berendezések tervezéséhez elterjedt a teszt referencia vagy más néven „tipikus sugárzás meteorológiai év” (Major, 1991) meghatározása, melyek komplex elméleti alapjait egy OTKA pályázat keretében dolgozták ki az OMSz, az ELTE és a BME kutatói. A szimulációhoz az országot lefedő 15 éves órás állomási adatokat (felszíni hőmérséklet, globálisugárzás és szélsebesség) használták fel. Vizsgálták a területi reprezentativitás kérdését, spektrum és periodogram elemzéseket végeztek. Az ARMA folyamattal végzett szimulációk eredményeit verifikálták.

Magyarország területére nap- és szélenergia témájú NKFP (3A/0038/2002) kutatási projekt keretében Major György vezetésével egy öt tagú konzorcium folytatott kutatásokat 2002 és 2005 között (Dobi, 2006). Döntően a szélenergiára vonatkozóan születtek új eredmények, melyek közzétételére öt előadóiülés keretében számoltak be a résztvevők és néhány felkért előadó.

Rendezvények listája. A Léggör c. folyóirat számaiban a „Magyar Meteorológiai Társaság Hírei” rovat 1993-tól részben közölte az MMT szakosztályi ülések és rendezvények programjait Maller Aranka szerkesztésében. Az utóbbi évtized szakosztályi meghívóival kiegészítve a listát, az alábbi rendezvények és előadások hangzottak el az NSzSz égisze alatt:

1994. április 28. előadás: Major György, Randiamampianina Roger: A hőmérséklet és a felhőzet éghajlati trendjének kérdéseiről.

1994. július 1–szeptember 30. nemzetközi rendezvény: “WMO World Climate Research Program Radiation Projects Working Group on Data Management” ülése

1994. november 30.: “A napenergia Épületgépészeti alkalmazásai” című konferencia az Ybl Miklós Műszaki Főiskola Épületgépész Tanszékeivel közös szervezésben. Elhangzott előadások: Csiha András: Napenergia hasznosítás Magyarországon, Halász István: Mesterséges intelligencia szoftver alkalmazásai napkollektor optimális méretének meghatározására., Seres Tibor: Napkollektoros melegvíz-termelő berendezések vizsgálata számítógépes szimulációval., Nagylucskay László videója a megvalósult alkalmazásokról.

1998. április 2. előadóiülés: Tar K.: Növényesorok és utak besugárzásának geometriai modellje

2004. május 27.: “Szélenergia, mezőgazdaság, környezetvédelem” című konferencia Elhangzott előadások: Kircsi Andrea: A szélenergia hasznosításának klimatológiai aspektusai hazánkban, Tóth László: Szélenergia és mezőgazdaság, Horváth Gábor: Szélparkok tervezése természetvédelmi és energetikai szempontok alapján, Tóth Péter: Szélenergia és környezetvédelem

2005. május 5.: Beszámoló az NKFP eredményeiről: Bíróné Kircsi Andrea: Profil vizsgálatok a szél energetikai hasznosításához, Tar Károly: Módszerek a szélada-

tok pótlására és a szélenergia napi összegének becslése

2005. szeptember 22.: Beszámoló az NKFP eredményeiről: Varga Bálint, Németh Péter, Wantuchné Dobi Ildikó: Szélprofil vizsgálatok eredményeinek összefoglalása, Tóth László, Schrempf Norbert: Energiacélú szélmerések kivitelezése (eszközök, módszer, értékelés), Tóth László, Schrempf Norbert: Toronymerések tapasztalatai, a várható energiatermelés becslése

2005. október 13.: beszámoló az NKFP eredményeiről: Szentimrey Tamás, Konkolyiné Bihari Zita: Széltérkép fejlesztés állomások adataiból statisztikai klimatológiai eljárással, Szépszó Gabriella: Az ECMWF ERA-40 re-analízisek dinamikai leskalázása az ALADIN korlátos tartományú modellel szélklimatológia előállítása céljából, Hunyár Máttyás, Veszprémi Károly, Szépszó Gabriella: Újdonságok Magyarország szélenergia potenciáljáról, Wantuchné Dobi Ildikó: Széltérképek összehasonlítása

2005. november 10.: Beszámoló az NKFP eredményeiről: Gergen István, Csenterics Dezső: Szélenergia beru- házások jogi, műszaki, megtérülési aspektusai, Bella Szabolcs, Németh Ákos, Major György: Magyarország napenergia potenciálja, Wantuch Ferenc: Szél- és napenergia előrejelzése

2006. október 19.: Beszámoló az NKFP eredményeiről: Major György: A nap- és szélenergia NKFP projekt, Csoknyai Istvánné: Környezeti és természeti szempontokkal összehangolt 2020, 2030-ig becsülhető hazai szélenergia potenciál, Tóth Péter: A szélenergia hasznosítás távlatai az EU-ban és Magyarországon, Pálffy Miklós: Fotovillamos napenergia-hasznosítás helyzete Magyarországon, Grabner Péter: Korlátok és lehetőségek a magyar villamosenergia-rendszerben

2007. szeptember 20. előadóiülés: Rózsavölgyi Kornél: A szélenergia hasznosításának klimatológiai és energetikai modellezése Magyarországon, Beck János: Megújuló energiaforrások helyileg optimális megválasztását segítő számítógépes program

2008. október 30. előadóiülés: Bartók Blanka: Műholdfelvételekből származtatott globálisugárzás adatok verifikációja, Varga Zoltán: A napelemes áramtermelés jövedelmezőségi vizsgálata

2009. december 1. előadóiülés: Szépszó Gabriella: Energetikai célú nagyfelbontású magassági szél- előrejelzések az ALADIN modell segítségével, Stelczer Balázs: OMSz-szélprognózis alapján történő villamos energiatermelés előrejelzésének gyakorlati tapasztalatai, Gyöngyösi András Zénó, Weidinger Tamás: WRF modell alkalmazása szélenergetikai becslésekben, Romhányi Zoltán: A szélenergiából előállított villamos áram becslése a közeljövőben: elvárások, tervek.

2010. október 7. előadóiülés: Major György, Horváth László, Pintér Krisztina, Nagy Zoltán, Haszpra László, Barcza Zoltán és Gelybó Györgyi: Fotoszintetikusan aktív sugárzás és globálisugárzás

2011. december 8. választmányi ülés: Major György: Néhány szó a „global dimming” és „brightening” kérdésköréről

2012. március 6. előadóülés: Nagy Zoltán: Globálsugárzás adatok megbízhatóságának vizsgálata „Dimming or brightening?”, Pálffy Miklós: A fotovillamos napenergia hasznosítás helyzetképe

2012. április 18. előadóülés: Tar Károly: A szélenergia hasznosítás reális lehetősége Magyarországon, Bíróné Kircsi Andrea és Tóth Péter: A szélenergia hasznosítás helyzete nemzetközi kitekintéssel, Bartholy Judit, Péliné Németh Csilla és Radics Kornélia: A hazai szélklíma regionális tendenciái a szélenergia-hasznosítás tükrében, Gyöngyösi A. Zénó, Weidinger Tamás, Gertner Orsolya és Bánfalvi Károly: Szélenergetikai becslések mérési adatok és modell számítások alapján, Kádár Péter: A szélenergia integrálása a hálózatba

2012. május 23. előadóülés: Patkós Csaba: A RUBIRES program tapasztalatai az Egri kistérségben, Tóth Tamás és Kapocska László: A nap- és szélenergia hasznosítás társadalmi támogatottsága a Hernád-völgyben, Munkácsy Béla: Szemelvények a Vision 2040 Hungary fenntartható energia-forgatókönyv társadalomtudományi összefüggéseiből, Pálvölgyi Tamás: A NEMZETI Energia stratégia környezeti és fenntarthatósági értékelése

2012. augusztus 29–31, konferencia Debrecenben: A Magyar Meteorológiai Társaság XXXIV. Vándorgyűlése és VII. Erdő és Klíma Konferencia közös megrendezésére került sor, melynek szervezésében a szakosztály is aktívan részt vett. A rendezvény témája: „Meteorológiai ismeretek gyakorlati hasznosítása” volt. Összesen 34 előadás hangzott el, melyből hét a megújuló energia témakörben. Részletes beszámoló a Légkör korábbi számában olvasható (Wantuchné Dobi és, Vig, 2013)

2012. október 18. előadás: Ötvös Pál: Vízerőművek üzemeltetése változó időjárási körülmények között

2013. május 2. Választmányi ülés: Gööz Lajos: Eredmények és ellentmondások a hazai megújuló energiák gyakorlati alkalmazásában, Alföldi-Boruss Márk: Megújuló Cselekvési Terv keretében 2020-ig várható intézkedések és pályázatok

2014. május 29. konferencia OMSz székházban: „Nap- és szélenergia kutatás és oktatás” témában. Részletes beszámolók olvashatóak a Magyar Energetika

ka (Wantuchné és Szépszó, 2015) és a Légkör hasábjain.

2014. október 9. előadóülés: Véghegy Tamás: „Napkor-szaki sorozat” új könyvének bemutatója. A napelemes rendszerek villamos berendezései.

Összegzés. A Nap- és Szélenergia Szakosztály az elmúlt harminc év során törekedett arra, hogy a meteorológiai intézményekben született hazai kutatási eredményeket és nemzetközi trendeket az MMT érdeklődő tagjai megismerhessék. A megújuló energiát alkalmazó erőművek számának utóbbi évtizedben tapasztalható rendkívül gyors ütemű növekedése a meteorológiai fejlesztések inspirálója világszerte. Globalizált szolgáltatások sora érhető el a világhálón, amivel nem könnyű lépést tartani. A hazai alkalmazásokhoz kapcsolódóan szintén interdiszciplinárisra vált a kutatás-fejlesztés. Az NSzSz a szélesebb kutatói körből kikerülő új ismeretek megosztása révén, a Magyarországon felmerülő problémák megoldásának elősegítésében hasznos szerepet tölthet be a jövőben is.

Irodalom

- Dobi, I. (szerk.), 2006: Magyarországi szél és napenergia kutatás eredményei, OMSz, Budapest, p. 147.
- Dobi, I. (szerk.): Meteorológiai információk szerepe a szél és napenergia hasznosításában (megjelenés alatt)
- Kakas, J. és Mezösi M., 1956: Szélviszonyaink vizsgálata és az országos energiagazdálkodás. *Időjárás* 60, 351–364.
- Major Gy., Miskolczi, F., Putsay, M., Rimóczi-Paál, A., Takács, O. és Tárkányi, Zs., 1981: World maps of Global Radiation. *WMO Technical Note* N° 172 WMO No. 557.
- Major, Gy. (szerk.), 1984: A légköri erőforrások hasznosítása az energiagazdálkodásban Magyarországon (Meteorológiai Tudományos Napok '82), OMSz Hivatalos Kiadványai LVII. kötet
- Major, Gy. (szerk.), 1985: A Napenergia hasznosítás meteorológiai megalapozása Magyarországon, OMSz kiadvány, pp.189
- Marcell, Gy., 1927: Hegy és völgy napsütése. *Időjárás* 31, 7–8
- Tar, K., 1984: Meteorológia és szélenergia. *Légkör* 29 (3), 2–6
- Szabó, J. és Tárkányi, Zs., 1969: Napsugárzási adatok az építőipari tervezés számára, *Építéstudományi Intézet*, Budapest
- Valkó, P., 1986: Magyar-svájci napsugárzásmérések Pestlőrincen. *Időjárás* 90, 60–63.
- Takács, O., 1979: Vertikális felületekre jutó napsugárzási energia. *Időjárás*, 83., 137–144
- Wantuchné Dobi, I. és Vig, P., 2013: Meteorológiai vándorgyűlés valamint erdő és klíma konferencia Debrecenben. *Légkör* 58, 72–74.
- Wantuchné, Dobi, I. és Szépszó, G., 2015: Konferencia a nap- és szélenergia kutatásról és oktatásról. *Magyar Energetika* XXII (1), 18–20.

**A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG
REPÜLÉSMETEOROLÓGIAI SZAKOSZTÁLYA
AVIATION METEOROLOGY SECTION OF
THE HUNGARIAN METEOROLOGICAL SOCIETY**

Wantuch Ferenc¹, Bottyán Zsolt²

¹Nemzeti Közlekedési Hatóság Légiközlekedési Igazgatóság, 1185 Budapest, Ferihegy 1.,

²NKE Katonai Repülő Tanszék, bottyán.zsolt@uni-nke.hu

Összefoglalás. A Repülésmeteorológiai Szakosztály történetének, szakmai működésének és életének legfontosabb eseményeit foglaljuk össze.

Abstract. The most important events of the Aviation Meteorology Section are summarised. A short description is given about the history, the vocational function of the Section, and its life.

Korábban működött ugyan, Repülésmeteorológia Szakosztály a Magyar Meteorológiai Társaságon belül ez azonban megszűnt. Több éves szünet után 2011-ben merült fel a gondolat, hogy újjá kellene szervezni, a Repülésmeteorológiai Szakosztályt. A tagság részéről meg volt az igény a szakosztály újbóli megalakításához, így 2011. december 12.-én jelentős taglétszámmal újjá alakultunk. Az alakuló ülésen a szakosztály elnökének Wantuch Ferencet, titkárának, Bottyán Zsoltot választotta meg. A repülésmeteorológiát mint speciális szakterületet számos intézménynél művelik. Az Országos Meteorológiai Szolgálat szakemberein kívül, dolgoznak repülésmeteorológusok a Magyar Honvédségnél, a Hungarocontrol-nál, a Nemzeti Közszolgálati Egyetemen és a Nemzeti Közlekedési Hatóságnál. A legnagyobb létszámmal ezen a szakterületen a Magyar Honvédség rendelkezik.

A szakosztály munkájának megszervezése során három fő szempontot próbáltunk szem előtt tartani. Az első az volt, hogy a különböző helyen dolgozó kollegák, kapcsolatba kerüljenek egymással, megismerkedjenek azzal, hogy más szervezetnél a problémákat hogyan oldják meg. A szakosztály ülésein mindig van lehetőség a közvetlen szakmai diskurzusra, tapasztalatcserére. A másik fő terület a repülésmeteorológiai területen született új eljárások, publikációk ismertetése. A harmadik terület, pedig - amit szintén fontosnak láttunk - az volt, hogy a repülésmeteorológia iránt érdeklődő fiatalok, egyetemisták, számára biztosítsunk lehetőséget arra, hogy előadhassák készülő szakdolgozatukat, ismertethessék kutatási eredményeiket.

Az alakuló ülésen Fodor Zoltán az OMSz osztályvezetője vázolta a repülésmeteorológia aktuális helyzetét az Országos Meteorológiai Szolgálaton belül. 2012. március 7-én Hadobács Katalin repülésre veszélyes időjárási jelenségek rekonstrukciójának alkalmazási lehetőségeiről, a felületi jegesedés becsléséről és a hozzá tartozó szimulációs környezet kialakításáról tartott előadást. Az előadó MSc diplomamunka dolgozatával a Hille Alfréd Ifjúsági Pályadíj 2011. évi nyertese is egyben. A teljesség igénye nélkül megemlítenénk néhány érdekesebb témát és előadót az elmúlt évekből. 2012. november 12-én Tuba Zoltán százados az MH 86. Szolnok Helikopter Bázis, meteorológiai csoport parancsnoka tartott előadást a Repülésmeteorológiai klíma adatok felhasználásának lehetséges aspektusairól a pilóta nélküli repülőeszközök

(UAV) repülésekkel kapcsolatban. Ez volt az az időszak, amikor a TÁMOP-4.2.1.B-11/2/KMR-2011-0001 „Kritikus infrastruktúra védelmi kutatások” című pályázat keretében, az „Adatintegráció” alprogramon belül a „Pilóta nélküli repülőeszközök komplex meteorológiai támogatási rendszerének kidolgozása” (UAV_MET) KKT nevű kutatási program elindult, Bottyán Zsolt (NKE) vezetésével. A pályázat keretében az volt a cél, hogy a projekt végére egy olyan összetett, interneten elérhető rendszert hozzanak létre, amely a gyakorlatban hatékonyan segíti a pilóta nélküli rendszerek működtetését, komplex meteorológiai támogatását. A pályázatban megfogalmazott célok megvalósításában a Nemzeti Közszolgálati Egyetemen kívül az ELTE Meteorológiai Tanszéke, Nemzeti Közlekedési Hatóság, a Hungarocontrol, a Magyar Honvédség, és az Időkép KFT is részt vett. Mindezt azért tartottuk fontosnak megemlíteni, mert a pályázathoz kapcsolódóan számos előadás elhangzott a repülésmeteorológiai szakosztály ülésein. Csak egyet említenék ezek közül, ez 2013. április 4-én Kardos Péter, Kurunczi Rita, Gyöngyösi András Zénó közös előadása volt, amely az említett pályázat keretében operatív futtatásra került WRF időjárás előrejelző modell a hazai viszonyokhoz leginkább megfelelő beállításával, parametrizációjának optimalizálásával foglalkozott. Címe: „Időjárás előrejelző rendszer fejlesztése pilóta nélküli repülések meteorológiai biztosítására.”

Az évek során más szervezetekkel, az MMT más szakosztályaival is rendeztünk közös ülést, említést érdemel Burkhard Wrenger professzor előadása „Remotely Piloted Aircraft Systems for Environmental Monitoring” címmel. Ez a rendezvény az ELTE Meteorológiai Tanszék, az MTA MTB Légekördinamikai és Szinoptikus Meteorológiai Albizottság és az MMT Repülésmeteorológiai Szakosztály közös szervezése volt.

Az évek során lehetőséget biztosítottunk egyetemi hallgatóknak szakdolgozatuk ismertetésére, nyilván itt azoktól a hallgatókról van szó, akinek a témája valamilyen formában kapcsolódott a repülésmeteorológiához. Ezek az előadások mindenki számára hasznosak voltak. Az egyetemi hallgatók számára azért, mert lehetőséget biztosított arra, hogy még az államvizsga előtt, nyilvános keretek között beszámoljanak eddigi tevékenységükről, és hogy a felmerülő kérdésekre válaszoljanak. A szakosztály tagja számára pedig ez lehetőséget teremtett arra, hogy megismerkedjenek az aktuális kutatási eredmé-

nyekkel, új módszerekkel. Számos ilyen érdekes előadást hallgathattunk meg az elmúlt évek során, ezek közül a legutolsó kettőt emelném ki. Az egyik Nagy Roland előadása volt, amelyben a szerző ismertette, hogy a látástávolság előrejelzésének támogatására milyen neurális hálózatot tervezett és annak eredményeit verifikálta is. A másik előadó Steierlein Ákos volt, aki a repülőtéri reguláris időjárási távirat ultrarövidtávú leszállási előrejelzésének verifikációját oldotta meg és tesztelte Budapest Liszt Ferenc Nemzetközi repülőtérén.

Az MMT Repülésmeteorológiai Szakosztályának előadásai közül mindig érdeklődésre tartanak számot azok az előadások, amelyek valamilyen új operatív alkalmazás bevezetéséről szólnak. Megemlítenénk Kovács Győző előadását amelyben ismertette a Magyar Honvédségnél alkalmazásra került TAF verifikáló rendszer működését továbbá összehasonlította az MH és az OMSz-nél készült előrejelzéseket. Ami a további tervekkel illeti 2015 őszétől az OMSz-ban folyó repülésmeteorológiai fejlesztésekről fogunk előadásokat hallani.

NYÍREGYHÁZI TERÜLETI CSOPORT REGIONAL GROUP OF NYÍREGYHÁZA

Tar Károly¹, Dobány Zoltán

¹Nyíregyházi Főiskola Természettudományi és Informatikai Kar, Turizmus és Földrajztudományi Intézet,
tar.karoly@nyf.hu, dobany@nyf.hu

Összefoglalás. A Nyíregyházi Területi Csoport történetének, szakmai működésének és életének legfontosabb eseményeit foglaljuk össze.

Abstract. The most important events of the Nyíregyháza Regional Group summarised. A short description is given about the history, the vocational function of the Section, and its life.

A Magyar Meteorológiai Társaság Nyíregyházi Csoportja 2012. május 8-án alakult 11 taggal. Háttér intézménye a Nyíregyházi Főiskola Turizmus és Földrajztudományi Intézete. Megalakulásakor a Csoport a hallgatóknak az éghajlat tananyaghoz kapcsolódó ismereteinek bővítését, a meteorológiának a tananyagon kívüli területeinek megismertetését és az éghajlatváltozással kapcsolatos legújabb eredmények áttekintését tűzte ki célul. A Csoport elnökének Tar Károlyt, titkárának pedig Dobány Zoltánt választotta a tagság, akik a 2014. szeptemberi tisztújító rendezvényen újra bizalmat kaptak. Az elmúlt három évben 13 rendezvényt szerveztünk 15 előadással, közösen a Magyar Földrajzi Társaság Nyírségi Osztályával. Rendezvényeink látogatottsága jónak mondható, a hallgatóság létszáma 20 és 50 fő között változott, átlagosan kb. 30 fő.

A rendezvényeinken elhangzott előadások listája időrendi sorrendben:

2012. május 8., alakuló ülés: A Magyar Meteorológiai Társaság tevékenységének bemutatása (Tar Károly, a Társaság társelnöke), Dunkel Zoltán, az Országos Meteorológiai Szolgálat és a Magyar Meteorológiai Társaság elnöke: A jövő erőforrása az időjárás és az éghajlat. A nemzeti meteorológia intézetek szerepe ma és a jövőben.

2012. október 18., Németh Ákos vezető-tanácsos, éghajlati szakértő (OMSz Éghajlati Osztály): Turisztikai klimatológia - Az éghajlat és az időjárás, mint a turizmus kulcstényezője?

2012. november 13., Dobány Zoltán (NYF TFI), főiskolai docens: A felhők világa.

2013. február 21., Wantuch Ferenc (Nemzeti Közlekedési Hatóság Légiközlekedési Igazgatóság): Légköri elektromosság, villámok, villámmegfigyelő rendszerek.

2013. március 19., Dobány Zoltán főiskolai docens: A monszun jelenség és tanításának problémái.

2013. május 14., Mika János egyetemi tanár, EKF: Az éghajlatváltozás kihívásai

2013. október 15., Dobány Zoltán főiskolai docens: Helyi szelek Földünkön, Tar Károly egyetemi magántanár: Kárpátok és az Alföld légcseréjének szélenergetikai vonatkozásai.

2014. február 25., Lakatos Mónika (éghajlati szakértő, Országos Meteorológiai Szolgálat): Hazai éghajlati változások a mérések tükrében.

2014. március 25., Pajtókné Tari Ilona és Mika János (EKF): A klímaváltozás új tudományos és oktatási kihívásai.

2014. április 8., Hanusz Árpád (egyetemi tanár, Nyíregyházi Főiskola, Turizmus és Földrajztudományi Intézet): Szélsőséges időjárási helyzetek hatása a turizmusra.

2014. szeptember 30., Magyar Meteorológiai Társaság Nyíregyházi Csoportjának tisztújító ülésére.

2015. február 24., Szegedi Sándor (tanszékvezető egyetemi docens, Debreceni Egyetem Meteorológiai Tanszék): Városklíma kutatások a Debreceni Egyetem Meteorológiai Tanszékén.

2015. március 10., Dobány Zoltán (főiskolai docens, Nyíregyházi Főiskola Turizmus és Földrajztudományi Intézet): A helyi szelek rejtelmek.

**RÓNA ZSIGMOND IFJÚSÁGI KÖR
A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁGBAN
ZSIGMOND RONA YOUTH CLUB
IN THE HUNGARIAN METEOROLOGICAL SOCIETY**

Darányi Mariann¹, Leelőssy Ádám²

¹Országos Meteorológiai Szolgálat, 1525 Budapest Pf. 38. ²ELTE Meteorológiai Tanszék,
daranyi.m@met.hu, leelossy.adam@gmail.com

Összefoglalás. A Magyar Meteorológiai Társaság tevékenységébe az egyetemi meteorológus hallgatók és fiatal pályakezdekők a Társasági ifjúsági tagozata, a Róna Zsigmond Ifjúsági Kör révén kapcsolódnak be. Az Ifjúsági Kör kétirányú kapcsolatot teremt a Társaság és a fiatalok között: egyrészt tapasztalt szakemberek előadásai révén tanulási, tájékoztatói lehetőséget biztosít a hallgatók számára, másrészt a diákok maguk is bemutatkozási lehetőséget kapnak, ahol fejleszthetik előadóképességüket, megismertethetik egymással és a szakma képviselőivel eddigi munkájukat. A generációk közötti párbeszéd építése mellett egyre nagyobb szerepet kapnak a diákfórumok, ahol a fiatalok egymás között cserélik ki tanulmányaik során és külföldi utazásokon szerzett tapasztalataikat. Az előadások és fórumok szervezése mellett az Ifjúsági Kör elnöke állít jelöltet az évente odaítélt Róna Zsigmond-díjra, amely a pályakezdő meteorológusok kiemelkedő szakmai tevékenységét jutalmazza.

Abstract. Into Hungarian Meteorological Society's activity the university meteorologist students and young career starters his social youth division, they are switched on through Zsigmond Róna Youth Club. The Youth Club creates a two-way contact between the company and the young persons: provides a learning, orientation opportunity to the listeners through the lectures of specialists experienced on the one hand, the students themselves receive an introduction opportunity where their lecturer skill may be developed on the other hand, it may be acquainted with each other and with the representatives of the trade their work until now. The student fora get a bigger role for one besides the building of the dialogue between the generations, where the young person's exchange their experiences obtained on the row of their studies and foreign country travels between each other. The Youth Club's chair nominates a candidate onto the Zsigmond Róna Award given out annually beside the lectures and the organization of fora that rewards the entrant meteorologists' outstanding professional activity.

A Róna Zsigmond Ifjúsági Kör alapítása és újraalapítása. Bár az Országos Meteorológiai Szolgálat elődje már 1870-ben, a Magyar Meteorológiai Társaság pedig 1925-ben megalakult, az önálló egyetemi meteorológus képzés elindulására 1950-ig várni kellett. Az első évek tömeges felvételének köszönhetően az Eötvös Loránd Tudományegyetemen induló meteorológus szakon 1957-ig 113 hallgató szerzett diplomát. Annak érdekében, hogy a jelentős számú fiatal meteorológus minél hatékonyabban bekapcsolódhasson a szakmai közösségbe, a Meteorológiai Tanszék javaslatára a Magyar Meteorológiai Társaság 1957-ben megalapította a fiatal magyar meteorológusokat és egyetemi hallgatókat összefogó Róna Zsigmond Ifjúsági Kört.

A következő évtől kezdve azonban az önálló meteorológus szak megszűnt, a kettős képzésben diplomát szerző hallgatók száma pedig jelentősen visszaesett: 1962-ig senki, 1980-ig pedig mindössze 92 meteorológus végzett. Az öt évfolyamnyi kihagyás, a lecsökkent létszám és a kettős képzés gyengébb összetartó ereje az Ifjúsági Kör aktivitásán is nyomot hagyott, amely így elvesztette jelentőségét.

A Társaság tagjai természetesen továbbra is kiemelt figyelmet fordítottak a fiatalok felé rendszeres oktatási tevékenységgel és a hallgatók számára kiírt pályázatokkal.

Különösen Béll Béla helyezett nagy hangsúlyt az oktatás ügyére. Az 1967. március 16-i közgyűlésen javasolta az MMT Didaktikai Szakosztályának megalakulását annak érdekében, hogy a Társaság szakmai támogatást nyújt-hasson a közép- és felsőfokú oktatásban dolgozók és tanulók számára. Mivel ez nem valósult meg, később a Róna Zsigmond Ifjúsági Kör újraalapításáért emelt szót, amire az ő elnöksége alatt került sor 1977. október 6-án.

Az újraalapító közgyűlés. Az 1977. október 6-i közgyűlésen Béll Béla, az MMT elnöke mondott megnyitó beszédet a Róna Zsigmond Ifjúsági Kör újra-

alapítása alkalmából. Elmondta, hogy az Ifjúsági Körrel elsősorban az egyetemi hallgatóknak és pályakezdő meteorológusoknak kíván a Társaság fórumot teremteni. A megnyitó után az Országos Diák-köri Konferencián az MMT és az OMSz küldömjével kitüntetett előadások hangzottak

A Róna Zsigmond Ifjúsági Kör vezetői újra alapítás óta

<i>időszak</i>	<i>elnök</i>	<i>titkár</i>
1977 – 1985:	Mersich Iván	Haszpra László
1985 – 1990:	Haszpra László	Sipos Győző
1990 – 2001:	Gyuró György	Weidinger Tamás Kovács László Wantuchné Dobi Ildikó
2001 – 2005:	Zsótér Ervin	Dezső Zsuzsanna
2005 – 2007:	Lőrincz Andrea	Kern Anikó
2007 – 2008:	Kern Anikó	Hágel Edit
2008 – 2009:	Hágel Edit	Komjáthy Eszter
2009 – 2011:	Komjáthy Eszter	Darányi Mariann
2011 óta:	Darányi Mariann	Leelőssy Ádám

el: Fekete László tudományos segédmunkatárs „Csapadékos és csapadék nélküli szakaszok statisztikai sajátosságai az Alföldön”, majd Nagy Zsuzsa tudományos segédmunkatárs „A geopotenciál mező objektív analízise” c. előadásait hallgathatták meg a jelenlévők. Az előadások után megválasztották az Ifjúsági Kör vezetőségét is. Elnök Mersich Iván, az MTA ösztöndíjas aspiránsa, titkár Haszpra László IV. éves meteorológus hallgató lett.

A RÓNA ZSIGMOND ALAPÍTVÁNY KITÜNTETETTJEI („RÓNA ZSIGMOND DÍJ”)

1979: Práger Tamás
 1980: Várhelyi Gabriella
 1982: Mersich Iván
 1983: Haszpra László
 1984: Fejősné Iványi Zsuzsa, Mika János
 1985: Faragó Tibor, Fekete László
 1986: Tar Károly
 1987: Bartholy Judit, Pálvölgyi Tamás
 1988: Szentimrey Tamás
 1989: Horváth Ákos
 1990: Szabó Tibor, Weidinger Tamás
 1991: Ihász István, Kerekes András
 1992: Bottyán Zsolt, Gyuró György,
 Matyasovszky István, Radnóti Gábor
 1993: Szunyogh István, Bozó László
 1994: Lakatos László, Bussay Attila
 1995: Csiszár Iván, Ács Ferenc
 1996: Horányi András

1997: Kádár Barbara
 1998: Borbás Erzsébet Éva
 1999: Pongrácz Rita
 2000: Baranka Györgyi
 2001: Kovács László, Kertész Sándor
 2002: Zsótér Ervin
 2003: Barcza Zoltán, Ferenczi Zita
 2004: Mészáros Róbert
 2005: Radics Kornélia
 2006: Hirsch Tamás
 2007: Biróné Kircsi Andrea
 2008: Kern Anikó
 2009: Hágel Edit, Kolláth Kornél
 2010: Breuer Hajnalka
 2011: Rajnai Márk
 2012: Csonka Tamás
 2013: Szépszó Gabriella
 2014: Csirmaz Kálmán

A Róna Zsigmond Alapítvány kitüntetettjei, a Társaság Választmányának döntése alapján 2013-tól kezdődően 80 000 forint nettó díjazásban részesülnek a mellékelten bemutatott oklevél mellett. A törvény szerint befizetendő adóelőleget, társadalombiztosítást, a Társaság vállalja magára.



A Róna Alapítvány kamatai mellé 2014-ben és 2015-ben, a nyerteseknek átadott oklevél.

Zárszavában Béll Béla sok sikert kívánt a kör működéséhez, egyben megígérte, hogy a Meteorológiai Társaság továbbra is minden lehetséges módon támogatja a kör tevékenységét.

A Róna Zsigmond-díj. Az újjáalakult Róna Zsigmond Ifjúsági Kör és a fiatal meteorológusok közössége jelentős támogatást kapott a Róna Zsigmond-díj megalapításával. 1978. december 20-án Róna Zsigmond lánya, Szabó Józsefné Róna Rózsa 100 000 Ft¹⁰ letétű alapítványt tett, amelynek kamataiból évente az Ifjúsági Kör elnökének jelölése alapján a kiemelkedő szakmai tevékenységet végző fiatal meteorológusokat jutalmazták. Az első Róna Zsigmond-díjat Práger Tamás nyerte el. Zách Alfréd így méltatta az alapítványtevőt: „*A Magyar Meteorológiai Társaság elnöksége, Választmánya és tagsága hálás szívvel gondol Róna Zsigmondra, egykori elnökére, tiszteleti tagjára és az alapítványtevőre, Szabó Józsefné Róna Rózsa. Reméljük, hogy azok a fiatal, pályakezdő meteorológusok, akik ez alapítványban részesülnek, méltók lesznek a nagy elődhöz.*”

A díjazott fiatalok mindenkor igyekeztek megfelelni Zách Alfréd reményeinek. A Róna Zsigmond-díjjal kitüntetett pályakezdők közül a díj alapítása óta eltelt 36 évben több egyetemi tanár, tanszékvezető, az Országos Meteorológiai Szolgálat három elnöke és számos hazai és külföldi intézményben dolgozó kiváló szakember került ki. A díjjal járó anyagi és erkölcsi elismerés mellett a díjazott minden évben az MMT közgyűlésén előadásban mutathatja be munkáját, ami kitűnő bemutatkozási lehetőséget jelent a szakmai közösség előtt.

Az Ifjúsági Kör tevékenysége. A fiatal meteorológus közösséget nagyban erősítette, hogy 1980-ban ismét elindult az önálló meteorológus szak az ELTE-n, amely egészen 2005-ig, a bolognai rendszer bevezetéséig működött. A Meteorológus Tudományos Diákkör egyre növekvő aktivitása révén a hallgatók szép számban mutatnak be önálló tanulmányokat. Az Ifjúsági Kör a hallgatók munkáját pályázatokkal és versenyekkel motiválta. Az OMSz Ifjúsági Bizottságával közösen 1983-ban megrendezett *Fiatal Meteorológusok Fórumán* a legjobb pályamű díját Weidinger Tamás, a legjobb előadás díját Mika János nyerte el. Az 1989-ben meghirdetett *Kiváló Ifjú Szakember* pályázat díjazottjai Ihász István, Csima Gabriella és Tölgyesi László voltak. Ugyanezen a pályázaton 1992-ben Szunyogh István és Gyarmati Györgyi kapott díjat. Az alkalmanként meghirdetett pályázatok mellett természetesen a Társaság minden évben odaítélte a Róna Zsigmond-díjat is, amelynek átadását szintén színvonalas előadások kísérték. A fiatalok bemutatói mellett az OMSz szakemberei és az ELTE oktatói is rendszeresen tartottak előadásokat.

A hallgatók és fiatal kutatók versenyen kívül is lelkesen mutatták be önálló munkájukat, vagy konferenciákon, külföldi tanulmányutakon szerzett tapasztalataikat. 1985-ben Mika János „*Meteorológia 2020-ban: új kihívások a III. Magyar Jövőkutatói Konferencia jövőképében*” címmel tartott beszámolót, amelynek megállapításai kü-

lönösen érdekesek mai ismereteink fényében. A jövőre vonatkozó jóslatok előre látták a nap- és szélenergia elterjedését, a levegőkémia és a légkörfizika robbanásszerű fejlődését – ugyanakkor túl optimisták voltak az időjárás-módosítás terén, és messze alábecsülték a számítógépek jelentőségét.

Az Ifjúsági Kör a bolognai rendszer bevezetése óta. A bolognai rendszer bevezetésével 2005-től jelentősen átalakult a meteorológus képzés rendszere: nagy létszámú, több tudományterületet felölelő alapszakok után egy mindössze két éves önálló meteorológus mesterképzés következik. Az új rendszer eredményeként a meteorológus hallgatók tájékozottabbá váltak a társtudományok irányában, az európai átjárhatóság révén pedig sok fiatalnak van lehetősége külföldön tanulmányokat folytatni. A változások hatásai az Ifjúsági Kör tevékenységében is megjelentek: rendszeressé váltak a külföldi tanulmányutakról szóló diákfórumok évente 3-6 hallgató részvételével. A hallgatói közösségek nemzetközivé válásának jeleként 2014-ben először külföldi hallgató, Nicola Zanca előadása nyitotta meg a fórumot, amelyben a Climate-KIC rendezvényt népszerűsítette a magyar fiatalok körében.

Folytatódtak a tapasztalt kutatók által tartott előadások Bogárdi István, Tasnádi Péter és Major György révén, amelyeket a környezetvédelem gyakorlati oldalával foglalkozó vendégelőadók színesítettek Hetesi Zsolt és Kárai Gábor személyében. Szabó Tamás „*Járműfejlesztés meteorológus szemmel*” című előadásában példát adott a meteorológusok által megszerzett tudás alkalmazhatóságára más tudományterületeken.

Az amatőr meteorológiai és viharvadász fórumok elterjedése révén a hallgatók körében egyre nagyobb érdeklődésre tart számot a veszélyjelzés és a konvektív időjárás. Az Ifjúsági Kör számos nagy érdeklődéssel kísért előadást szervezett a témában, amelyeket az OMSz szakemberei: Polyánszky Zoltán, Kolláth Kornél, Csirmaz Kálmán, Simon André, Kocsis Zsófia, Fövényi Attila és Nagy Attila tartottak. Új színfoltként jelent meg az előadók között a magánmeteorológiát képviselő Viharvadászok Egyesülete is. 2015-ben a több mint 70 résztvevőt számláló VI. Viharvadász Találkozó az Ifjúsági Kör társszervezésében került megrendezésre. A találkozón a 2014. évi Róna Zsigmond-díjas, Csirmaz Kálmán tartott előadást „*Jégesők kialakulásáról és előrejelezhetőségéről*” címmel.

Az elmúlt évtizedben a hallgatói létszám rohamos bővülésének, a tudományterületek és országok közötti könnyű átjárhatóságnak, valamint a Viharvadász Egyesülettel való együttműködésnek köszönhetően az Ifjúsági Kör rendezvényeinek tudományos spektruma és látogatottsága egyaránt növekszik. Az Ifjúsági Kör célja a hagyományok ápolása mellett ezt a növekvő tendenciát, ugyanakkor a rendezvények színvonalát is megtartani, és továbbra is a fiatalság igényeinek és érdeklődésének megfelelő tanulási és bemutatkozási lehetőségeket biztosítani.

Irodalom

Bozó, P. 1978: Róna Zsigmond Ifjúsági Kör a Magyar Meteorológiai Társaságban. *Időjárás* 82, 54-55

Zách, A. 1979: Emlékezés Dr. Róna Zsigmondra. *Légkör* 23(1), 2-3

¹⁰ A szerkesztő megjegyzése: 1977. július 1-jén 2 600 Ft-os fizetéssel lépett be az OMSz-hoz egy két éves diplomával.

EGER BÜKK-VIDÉKI CSOPORT REGIONAL GROUP 'EGER BÜKK-COUNTY'

Rázi András

Országos Meteorológiai Szolgálat, Miskolci Regionális Előrejelző Központ, razi.a@met.hu

Összefoglaló. A Társaság legfiatalabb csoportja 2015-ben, a Társaság működésének 90. évében alakult. Ez alatt a rövid idő alatt is történtek események. A beszámoló erről szól.

Abstract. The Society's youngest group was formed in 2015, in the 90th year of the MMT's function. Events happened under this short time. The report speaks about this.

Előzmények. Társaságunk legfiatalabb területi csoportja 2015 februárjában alakult Egerben. Ősképe a Magyar Földrajzi Társaság Eger-Bükk-vidéki Osztálya volt, amely 2004 óta működik Egerben. A név átvétele is szándékos, hiszen a mi szakmánk iránt érdeklődők is nagyrészt a Főiskola Földrajz és Környezettudományi Intézetének (tanárjelölt, BSc, MA, MSc és PhD) hallgatói, de természetesen minden eseményünk nyitott más érdeklődők számára is.

Látva az érdeklődést a földrajzos események iránt, melyekhez az évek során néhányszor a légkör tudománya is szolgált munícióval, 2014. végén pozitívan reagáltunk a Társaság vezetőinek kezdeményezésére, hogy immár az MMT is járuljon hozzá tapasztalataival és tudásával az Egerben zajló tudományos élethez. További motivációnk volt, hogy az Eszterházy Károly Főiskola képzésében jelentős szerepet kap a meteorológia oktatása, mind a tanárjelöltek, mind pedig a megújuló energia szakirányos, illetve erőforrás és kockázatelemző geográfus szakirányos hallgatók számára. E képzésekben támaszkodunk például az OMSz egri meteorológiai főállomására is.

Eddigi rendezvényeink. 2015. február 17-én került sor a csoport alapítására Németh Ákos főtitkár jelenlétében, ahol a jelenlévők egyhangú szavazással a csoport elnökévé választották Mika János egyetemi tanárt (EKF), titkárává pedig Rázi András (EKF, OMSz) meteorológus oktatót. Ezt követően két aktuális előadásra került sor, melyekben a központi téma és az előadás címe, *A téli időjárás és hatásai* voltak. Elsőként Rázi András beszélt a téli időjárási veszélyeiről és előrejelzésük lehetőségeiről, aki mindezt a miskolci Regionális Előrejelző Központban szolgálatserűen is gyakorolja. A második előadó Németh Ákos volt, *A téli időjárás humán biometeorológiai hatásai* című előadással. Ebből megtudhattuk, hogy bár jóval többet hallunk a meleg szélsőségek kockázatairól, és talán az évtizedes tendenciák is ebbe az irányba tolódnak, az erős szél jelentősen csökkentheti az érzet hőmérsékletet, és növelheti a téli kihülés kockázatát.

2015. március 24 a *Napsugárzás, mint erőforrás és kockázat* gyűjtőcímmel következett a második rendezvényünk, amelyen ismét két OMSz-os kollégát üdvözölhetünk. Elsőként Nagy Zoltán osztályvezető (OMSz) tartotta meg előadását *A hasznosítható napenergia mérése és számítása* címmel, amelyből megtudhattuk például, hogy

az egy éves célzott egri mérések alapján melyik hónapban hogyan érdemes irányítani és dönteni a napenergiát hasznosító felületet. Tóth Zoltán légkörfizikus (OMSz) *Az ózonréteg, UV-sugárzás: hatások és tendenciák* című előadása a késői órán is lekötötte a hallgatóságot. Jó volt hallgatni az ország vezető szakembereit ebben a két témakörben is. Az előadásokat a Líceum TV is felvette, majd az Eger TV műsorsávjában többször is teljes terjedelmében sugározta. Így azok is okulhattak belőle, akik a Meteorológiai Világnap másnapján nem jutottak el hozzánk, az Almagyar-dombrára.

2015. április 21-én került sor tavaszi harmadik előadókörünkre, amit teljes egészében a Társaság elnöke, Dunkel Zoltán töltött ki *A vegetáció fejlődésének megfigyelése a felszínen és műholdakról* című előadásával és az ezt követő beszélgetéssel. A biológus kollégáinkat is érdeklő előadásból megtudtuk, hogy nemcsak az időjárás befolyásolja egy-egy növénytársulás fejlődését, de ezt a fejlődést is érdemes minden lehetséges módon megfigyelni. Hiszen, legtisztábban a helyhez kötött növények reagálnak, azaz teszik később reprodukálhatóvá az éghajlati és időjárási történéseket olyan helyekről és időszakokból is, ahol, és amikor nem voltak közvetlen méréseink.

A témaválasztások sikerét mutatja, hogy eddig valamennyi esemény, csupán a címe alapján felkeltette az egri médiumok érdeklődését, és a megyei hírlapban valamint az egyik helyi rádióban is meghirdetésre kerültek, anélkül, hogy a csoport elnöke vagy titkára ezt szorgalmazta volna.

Mindhárom előadáson a földrajzos célközönségünk mellett a főiskola más tanszékéről is voltak vendégeink, sőt néhány a főiskolához nem kötődő érdeklődőt is üdvözölhetünk.

Továbbra is célunk, hogy minél több érdekes rendezvénnyel gazdagítsuk a Magyar Meteorológiai Társaság egri tevékenységét. Mindezt úgy, hogy a tudományos igényesség megtartása mellett, minél szélesebb szakmai körnek keltsük fel az érdeklődését a meteorológia változatos problémái és gyakorlati tevékenysége iránt. Az őszi félévben például a fizika, a kémia és a matematika egy-egy meteorológiai alkalmazásáról tervezünk előadásokat. Ehhez, és a későbbi rendezvényeinkhez kérjük és reméljük meteorológus kollégáink előadói közreműködését.

A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG PÉCSI CSOPORTJA REGIONAL GROUP OF HUNGARIAN METEOROLOGICAL SOCIETY PECS CITY

Fodor István

Pécsi Tudományegyetem kutató professzor emeritus, fodor@rkk.hu

Összefoglalás. Az 1973-ban alakult pécsi csoport életében számos esemény történt, többek között Vándorgyűlés szervezése vagy a jégesőelhárítással szoros szakmai együttműködés. Működésének legfontosabb eseményeit foglaljuk össze ebben a közleményben.

Abstract. The Regional Group of Pecs was established in 1973. Many interesting things have happened in its life, among others organisation of biannual Itinerary Conference or close co-operation with hailstorm suppression system. The most important events of the Pecs Regional Group are summarised in the present communication.

A Magyar Meteorológiai Társaság VII. Vándorgyűlését 1961-ben tartotta Pécsen, amelynek kiemelt témái a szubmediterrán éghajlat és a bányaklíma voltak.

A vándorgyűlés különös hatással volt Pécsen és Pécs térségében a meteorológia tudománya iránt érdeklődő, vagy azt művelő szakemberek színes palettájára. Csúpn a Mecseki Szénbányák Kutatási Osztályán közel 70 fő foglalkozott a bányák klímájával, amit a metánveszélyes bányák és így a sűjtőlég fenyegetése is indokolt, különösen a mélyművelésű komló bányákban. Ehhez társultak még a Mecseki Uránbányák Kísérleti Kutatóintézetének szakemberei. Az MTA Dunántúli Tudományos Intézetében Szabó Pál Zoltán igazgató vezetésével folytak klimatológiai kutatások is. Simor Ferenc pl. már korábban megírta Pécs város éghajlatát két kötetben, majd a Kolozsvári Egyetem klimatológus professzoraként megírta Erdély éghajlatát. 1945-ben visszatért Pécsre és az MTA Dunántúli Tudományos Intézetében nemzetközi színvonalú teréklíma-kutatásokat folytatott, és aktív szerepet vállalt a Magyar Meteorológiai Társaság Pécsi Csoportjának létrehozásában is. Az MTA kutatóintézetéből segítette még a Pécsi Csoport létrehozását Lovász György professzor és Szentiványi Miklós meteorológus, aki korábban az OMSz munkatársa volt. A Pécsi Orvostudományi Egyetemen Páter János professzor és munkatársai a korabeli Közegészség-tudományi Intézetben végzett orvosmeteorológiai – elsősorban gyógy- és üdülőhelyi – kutatásaival járult hozzá a Pécsi Csoport munkájának színesítéséhez. Külön irányt képviselt a nemzetközi hírű Horvát Adolf Olivér professzor, aki ciszterci pap-tanárként számos nehézséggel megküzdve saját maga által végzett mikroklíma-kutatásaival igen értékes vizsgálati anyagot gyűjtött a Mecsek és Villányi-hegység flórájának feldolgozásához. A Pécsi Csoport munkájában kezdettől fogva élete végéig egyik legszínesebb egyéniség volt. Még 99 évesen is beszámolót kért a csoport munkájáról.

Igazi lökést adott az Magyar Meteorológiai Társaság Pécsi Csoportjának megalakulásához a jégeső-elhárítás rendszerének telepítése a Dél-Dunántúlon Pécs központtal. Ez Béll Béla akadémikusnak, a korabeli Aerológiai Observatórium igazgatójának a szorgalmazásával indult. *Wirth Endre számításai szerint az 1962–1982 közötti időszakra vonatkozóan a jégverés okozta károsodás együttesen elérte a 4,9 millió hektárt és a korabeli érték alapján a kártérítés összege megközelítette a 19 milliárd forintot* (Wirth E.–Zahács J.–Földvári J. (1985): Jégesők, jégkárok, védekezés, biztosítás).

1973-ban megkezdődik a jégeső-elhárítás rendszerének telepítése a Dél-Dunántúlon Polgár Endre, valamint Wirth Endre vezetésével. Béll Béla akadémikusnak, az Magyar Meteorológiai Társaság elnökének, Kéri Menyhért társelnöknek és Szakály József főtitkárnak az előkészítésével ugyancsak 1973-ban megalakul a Magyar Meteorológiai Társaság Pécsi Csoportja is. A meteorológia tudományának széles körét tárják elénk a csoport megalakulását támogató és munkájában aktívan részt vevő intézmények: a Pécsi Orvostudományi Egyetem Közegészségtani Intézete, a Baranya Megyei KÖJÁL, az MTA Dunántúli Tudományos Intézete, az Országos Meteorológiai Szolgálat Alkalmazott Felhőfizikai Főosztálya (Pogány), a Mecseki Szénbányák Kutatási Osztálya, a Mecseki Ércbánya Vállalat Kísérleti Kutatási Osztálya, a Pécsi Tanárképző Főiskola Földrajzi Tanszéke, a biometeorológia iránt érdeklődő gyakorló orvosok, középiskolai földrajz- és fizikaszakos tanárok.

A Pécsi Csoport első választott vezetősége az alábbi összetételben kezdte meg munkáját:

Elnök: Páter János professzor (Pécsi Orvostudományi Egyetem)

Társelnökök: Simor Ferenc professzor, az MTA Dunántúli Tudományos Intézetének tudományos főmunkatársa, Wirth Endre, az OMSz Alkalmazott Felhőfizikai Főosztály (Pogány) vezetője

Titkár: Fodor István, az MTA Dunántúli Tudományos Intézet tudományos kutatója

Páter János halála után a Pécsi Csoport elnöke Wirth Endre lett, őt Fodor István követte, 2014 óta pedig Geresdi István professzor tölti be az elnöki tiszteket.

A csoport munkássága előadások és konferenciák szervezésével az alábbi tudományos témaköröket ölelte fel: Baranya megye természeti erőforrásainak feltárása (agroklimatológiai adottságok, Dél-Dunántúl gyógy-üdülőhelyeinek klímaadottságai; A klimatikus erőforrások hasznosíthatósága (ipar, mezőgazdaság, egészségügy), munkahelyi és ipari hatások, környezetvédelem; Az időjárás mesterséges befolyásolásának lehetőségei és eredményei Baranyában, a jégeső-elhárítás baranyai programjának eredményei; A városklíma-kutatás időszerről kérdései.

A csoport segítséget nyújtott Pécs város és Baranya megye földrajzszakos tanárainak továbbképzéséhez a meteorológiai, éghajlattani szakismeretek vonatkozásában.

Az 1970-es és 1980-as években még évi 6-8 rendezvényre került sor. A Magyar Meteorológiai Társaság számára az 1977–1980 közötti időszakról készült beszámoló szerint több mint húsz előadó- és vitaülést tartott, amelyeken 450–500 főnyi szakember aktivizálódott. A bánya- és barlangklíma-vizsgálatokról szóló tudományos viták is elősegítették, például, hogy 1982-ben „A barlangok éghajlati és bioklimatológiai sajátosságai” című szakkönyv a Magyar Meteorológiai Társaság szakírói nívódíját nyerte el.

1976. július 23-án 17 óra 21 perckor került sor az első időjárás-módosító beavatkozásra Magyarországon a Siklós-Villányi-hegység Tenkes-hegyi kilövőállomásáról. Ezt követően 1977-ben már a második vándorgyűlés megrendezésének adott helyszínt Pécs. A Magyar Meteorológiai Társaság XIX. Vándorgyűlése volt ez, amelynek témája a „Jégeső-elhárítás, radarmeteorológia” volt. A kitűnő előadások részletesen elemezték a jégeső-elhárítás elméleti alapjait, lehetőségeit és műszaki feltételeit. Ezt követően a villányi borospincék felé haladva a Tenkes-hegyen szakmai bemutatóra került sor. A kellő alaposággal megszervezett szakmai bemutatón minden rendben volt, de a verőfényes, tiszta kék augusztusi égbolton

nem csupán viharfelhőt, de egy árva cumulust sem lehetett látni. Dél előtt 11 órakor a vándorgyűlés résztvevői a Tenkes-hegyen elhelyezkedve hanyatt fekvé várták a bemutatót, és a sikeresen fellőtt rakéták útját nagy figyelemmel kísérték.

A Pécsi Csoport 1988-ban nagy sikerű nemzetközi konferenciát szervezett „Karszt és klíma” címmel.

1990 után a mecseki szénbányák bezárták kapuikat, az uránbányászat is megszűnt.

Bár a jégeső-elhárítás első kísérleti fázisa befejeződött (elsősorban az anyagi bázis szétesése miatt), a Pécsi Csoport programjában továbbra is napirenden maradtak az elméleti kutatások. Ennek eredményeként 2004-ben Geresdi István Felhőfizika című könyve kapta meg a Magyar Meteorológiai Társaság szakírói nívódíját.

2008-ban ismét Pécsre került sor vándorgyűlésre. A Magyar Meteorológiai Társaság XXXII. Vándorgyűlésének témája az „Éghajlat” volt a katonai meteorológia aktuális kérdéseivel. A téma természetszerűen biztosította a magas színvonalú előadásokat és vitát. Emellett a kulturális kísérő programok színes skáláját ígerte sok újdonsággal „Pécs Európa kulturális fővárosa 2010” címre készülve.

MMT – DEBRECENI CSOPORT

DEBRECEN REGIONAL GROUP OF MMT

Szász Gábor¹, Lázár István²

¹MMT Tiszteletbeli Elnöke, 4029 Debrecen, Csapó utca 98

²Debreceni Egyetem, TTK, Meteorológiai Tanszék 4010 Debrecen, Pf. 13., lazar.istvan@science.unideb.hu

Összefoglalás. Az 1978-ban alakult Debreceni Csoport tevékenységének legfontosabb elemeit foglaljuk össze.

Abstract. The most important events of the Debrecen Regional Group are summarised.

A meteorológiai ismeretek gyarapodása, valamint az egységes tudományok széleskörű szervezett tevékenysége nyomán kialakultak azok az érdeklődő civil csoportok, melyek az idő folyamán valamely ismeretkörben önálló társadalmi csoporttá szerveződtek. Az önszerveződés útján nagyszámú tudományos társaság alakult meg, melyeknek egyike az MMT. Az utóbbi évtizedekben ezek a társaságok, melyeknek működése az érdeklődés miatt az országos jellegű regionális csoportok alakultak ki, s így képződött a régió szerinti tagolódás. Ennek elsődleges az az oka, hogy a régió-időjárás, éghajlat valamilyen kérdéskörben vagy körökben a tényszerű kölcsönhatás eltérő formában nyilvánul meg. A Magyar Meteorológiai Társaság alapításának kezdete óta az általános meteorológiai irányú érdeklődés és klimatikus hatások-kölcsönhatások társadalmi tevékenységet formáló következményeknek rendszerbe foglalása egyre növekvő szerepet tölt be. A régiók klímája, illetve az időjárási hatások sajátos változékonysága az előrehaladás, fejlődés alakulásában olykor akadályozó, máskor serkentő szerepet tölt be. Az éghajlat-gazdálkodás rendszere áttekinté-

sének tényszerű nyomása, olykor szükségletet alkot, amely alapján a tennivalók és az eredmény (következmény) reálisan becsülhetővé válik. Az MMT regionális csoportjának e vonatkozásban rendkívül fontos tevékenysége nem csupán az egyszerű ismeret-gyarapodást, igyekszik szélesíteni, de olyan régió belüli feladatokat is megfogalmaz, amelyet a régió belülről kell elvégezni.

Az MMT Debreceni Csoportja – a többi csoporttal együttesen – tevékenységének célja lényegében adaptációs folyamatnak tekinthető, vagyis az ismeretszerzés és annak hasznosítása (szellemi, technikai) a környező klíma figyelembevételével. Összefoglaljuk azokat a témaköröket, amelyek a különböző, az MMT téma-ismertetők előadói, legnagyobb részben a helyi felsőoktatási intézmények oktatói, kutatói voltak, de ezek mellett nagy fontosságúak voltak azok a rendezvények, amelyeket társ-szakterületek képviselői közösen rendeztek meg: Magyar Agrárszövetség, Hidrológiai Társaság, Talajtani Társaság. E társaságokkal kialakult kapcsolat sok évtizedre nyúlik vissza. Az előadások jellege volt többek között a klimatikus folyamatok tényezői összefüggéseinek ismertetése. (Rend-

lémai; XXXIV. (2012): Meteorológiai ismeretek gyakorlati hasznosítása.

A debreceni területi csoport tevékenységének egy speciális területe az 1972-ben Jakucs Pál ökológus professzor és Justyák János professzor által közösen indított két évtizedes kiterjedésű Síkfőkút Project, ami a Síkfőkúti egy hektár kiterjedésű cseres tölgyes erdő teljes vertikális metszetében és vele szomszédos füves kontroll mintaterületen felállított komplex műszer együttes mérési sorai alapján az erdő biomassza produkciója és az időjárás alakulása közötti kapcsolatrendszer részletekbe menő feltárását célozta. Ebből a programból nőtt ki az *Erdő és klíma konferenciák* sorozata, melyek megszervezésében és az azokon való részvételben területi csoportunk tagjai is alapvető szerepet vállaltak:

I. Erdő és klíma konferencia (Noszvaj, 1995) A Kossuth Lajos Tudományegyetem Meteorológia Tanszéke, A Magyar Meteorológia Társaság Debreceni területi csoportja és az Országos Erdészeti Egyesület szervezésében,

II. Erdő és klíma konferencia (Sopron, 1997) a Kossuth Lajos Tudományegyetem Meteorológia Tanszéke, a Soproni Egyetem Termőhelyismerettani Tanszéke, a Magyar

Meteorológia Társaság Debreceni területi csoportja, az Országos Erdészeti Egyesület és az MTA Debreceni Területi Bizottságának Meteorológia Munkabizottsága szervezésében,

III. Erdő és klíma konferencia (Debrecen, 2000). A KLTE Meteorológia Tanszéke, a Debreceni területi csoportja és az MTA Debreceni Területi Bizottságának Meteorológia Munkabizottsága szervezésében.

IV. Erdő és klíma konferencia (Sopron 2004) a Nyugat-Magyarországi Egyetem szervezésében

V. Erdő és klíma konferencia (Mátrafüred 2006) a Nyugat-Magyarországi Egyetem szervezésében,

VI. Erdő és klíma konferencia (Nagyatád 2009) a Nyugat-Magyarországi Egyetem szervezésében,

VII. Erdő és klíma konferencia (Debrecen 2012), Az MMT, a DE, TTK Földtudományi Intézet Meteorológia Tanszéke, az TTK Ökológiai és Biológiai Intézete Növénytan Tanszéke, az Agrár- és Műszaki Tudományok Centruma, a Nyugat-Magyarországi Egyetem Soproni Erdőmérnöki Kar Környezettudományi Intézete, az MTA Erdészeti bizottsága és az OMSz támogatásával.

MMT SZEGEDI TERÜLETI CSOPORT SZEGED REGIONAL GROUP OF MMT

Gulyás Ágnes¹, Makra László²

¹Szegedi Tudományegyetem, Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék, 6722 Szeged, Egyetem u. 2. agulyas@geo.u-szeged.hu

²SZTE Gazdálkodási és Vidékfejlesztési Intézet 6800 Hódmezővásárhely, Andrásy út 15., makra@geo.u-szeged.hu

Összefoglalás. A Szegedi Csoport hatvan évvel ezelőtt alakult meg. A rövid közlemény az elmúlt 60 év legfontosabb eseményeit foglalja össze.

Abstract. Szegedi Regional group of MMT was formed sixty years ago. The present short communication tries to summarize the most important events of 60 years.

Míg a Magyar Meteorológiai Társaság alapításának 90., addig az MMT Szegedi Területi csoportja a 60. évfordulóját ünnepli az idén. A területi csoport 1955-ben alakult Wagner Richárd egyetemi tanár elnökségével.

Wagner professzor egészen 1972-ben bekövetkező haláláig aktívan szervezte a csoport életét. A tagság részben kollégákból, középiskolai tanárokból, illetve a kevéssel ezelőtt (1954-ben) alakult Éghajlattani Tanszék hallgatóiból állt. Évi néhány előadó ülésen a tudomány legújabb eredményeit mutatták be neves hazai előadók, amelyek részben a szegedi Éghajlattani Tanszéken, részben pedig más vidéki városainkban zajlottak (Kecskemét, Pécs). Wagner professzor a mikroklíma kutatások atyjaként a területi csoport előadó ülésén maga is gyakran volt előadó ebben a témában, illetve

többször hívta meg e tudományterület művelőit (Kiss Árpád, Boros József).

1973-ban Péczely György került a területi csoport élére. Elnöksége alatt 1975-ben nagyszabású ünnepi ülésorozattal és ifjúsági klubdelutánnal emlékeztek meg a csoport megalakulásának 20. évfordulójáról. Péczely pro-

fesszor elnöksége alatt is folytatódott a hagyomány, mely szerint évi 3–4 előadást szervezett a csoport, amelyek a meteorológia-klimatológia témák mellett légszennyezési kérdéseket is egyre gyakrabban érintettek. A csoport szoros szakmai kapcsola-

latokat épített ki a SZOTE Közegészségtani Intézetével és a szegedi Közegészségügyi és Járványügyi Állomással (KÖJÁL, mai jogutódja az ÁNTSZ), az ismeretterjesztő munkában is sokszor közösen vettek részt. Mivel Péczely

Az MMT Szegedi Területi csoportjának tisztségviselői az elmúlt 60 évben:

	<i>elnök</i>	<i>titkár</i>
1955-1972	Wagner Richárd	Boros József
1973-1984	Péczely György	Kiss Árpád
1986-2005	Koppány György	Makra László
2005-2014	Makra László	Süsmeghy Zoltán
2014-	Gál Tamás	Gulyás Ágnes

professzor kutatási érdeklődése a városklíma irányába terelődött (ő hozta létre és 3 éven át üzemeltette a város első városklíma mérőhálózatát), így a területi csoport előadásain is egyre többször került terítékre ezzel kapcsolatos kutatás bemutatása, az akkori legmodernebb módszerek és elméleti ismeretek bemutatásáról.

1986-tól az Éghajlattani Tanszék új vezetőjét, Koppány György professzort választották meg a területi csoport új elnökévé és ezt a tiszteit nyugdíjba vonulásáig (2005-ig) látta el. Elnöksége alatt a csoport igyekezett nyitni a nagyközönség felé. Ehhez remek lehetőséget kínált, hogy a csoport titkára Makra László ezekben az években több

személyes hangvételű megemlékezésen mesélte el emlékeit, illetve Makra László foglalta össze a kutató, oktató munkásságát.

Az utóbbi években a hazai szakemberek mellett meghívott előadók között egyre többször szerepelnek külföldi vendégek (Németország, Lengyelország, Szerbia, Törökország, Svédország), akik a tudomány legújabb eredményeivel és módszereivel a saját tapasztalataik alapján ismertetik meg a hallgatóságok (köztük PhD- és egyetemi hallgatók is szép számmal akadnak). A 2000-es évek óta a területi csoport egyre szélesebb közönség felé próbál nyitni, így a rendezvényeink ennek jegyében a szűk



Wagner Richárd (1905-1972)



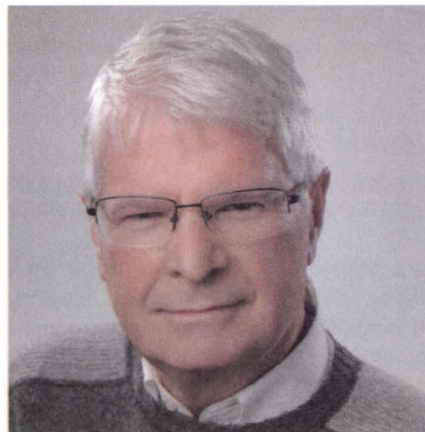
Wagner Richárd hallgatói körében a 60-as években



Péczely György (1929-1984)
a Területi csoport elnöke 1973-1984



Koppány György
a Területi csoport elnöke 1986-2005



Makra László
a Területi csoport elnöke, 2005-2014

szakmai expedíciót vett részt egzotikus tájakon (Délkelet-Ázsia számos vidékén) és az utazások során készült felvételekből számos nagy érdeklődéssel kísért ismeretterjesztő előadást is szervezett a területi csoport égisze alatt.

2005 és 2014 között Makra Lászlót választották a csoport elnökévé. Elnöksége alatt 2009-ben a csoport emlékülést szervezett Péczely György születésének 80. és halálának 25. évfordulója alkalmából, amelyen a professzor családtagjai is részt vettek. Az ünnepi ülésen Ambrózy Pál a Magyar Meteorológiai Társaság volt elnöke – aki kortársa és évtizedekig kollégája is volt Péczely Györgynek –

szakmai köröket megszólító tudományos előadások mellett a tudomány népszerűsítő, ismeretterjesztő irányba is elmennek és a középiskolás, vagy az általános iskolás korosztályt is megszólítják.

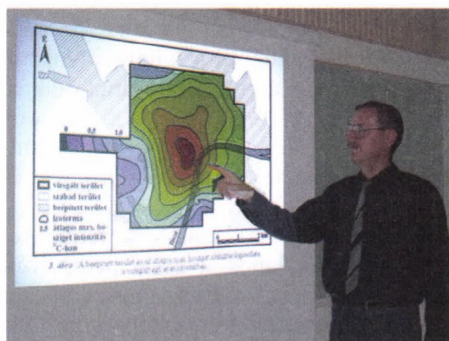
Aktív szakmai kapcsolatot ápolunk többek között az Országos Meteorológiai Szolgálat Dél-alföldi Regionális Központjának munkatársaival, akik az oktatásban és az ismeretterjesztésben is közreműködnek a területi csoport munkájában. Jelenlegi tagságunk 18 fő, amit lehetőség szerint bővíteni is szeretnénk és célunk, hogy a csoport továbbra is érdekes programokat kínáljon a Dél-Alföld

meteorológia iránt érdeklődő – remélhetőleg egyre népesebb – közönségének az elkövetkező újabb 60 évben.

Szegedi Csoportj néhány előadóülése, 2005-2014

Anita Bokwa (associate professor, Jagiellonian University, Institute of Geography and Spatial Management, Kraków, Poland), 2009. október 12: Environmental impacts of long-term Air pollution changes in Kraków, Poland. Szegedi Tudományegyetem, Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék, 3. emelet, Marczell György terem, Szeged, Egyetem u. 2.

Ambrózy Pál (ny. intézetigazgató, Országos Meteorológiai Intézet), 2009. május 6: Megemlékezés Péczely György professzorról születésének 80., és halálának 25. évfordulóján.



Unger János előadást tart Szeged város-klimatológiai jellemzőiről



Süleyman Toy az erzurumi Atatürk Egyetem oktatója 2015. májusában tartott előadást Szegeden



A legkisebbek számára érdekes időjárási jelenségekkel kapcsolatos játékos előadást szerveztünk

Szegedi Tudományegyetem, Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék, 3. emelet, Marczell György terem, Szeged, Egyetem u. 2.

Makra László (egyetemi docens, SZTE Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék), 2009. május 6: Péczely György professzor szakirodalmi munkássága. Szegedi Tudományegyetem, Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék, 3. emelet, Marczell György terem, Szeged, Egyetem u. 2.

Andreas Matzarakis (Vice-President of the International Society of Biometeorology), 2010. június 11: Climate, meteorology and human biometeorology. Szegedi Tudományegyetem, Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék, 3. emelet, Marczell György terem, Szeged, Egyetem u. 2.

Németh Lajos (meteorológus, RTL Klub, Budapest), 2010. november 8: Éghajlatváltozás-előrejelzés. Szegedi Tudományegyetem, Tanulmányi és Információs Központ, Szeged, Ady tér

Makra László (egyetemi docens, SZTE, TTIK, Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék), 2012. június 29: Diurnal, weekly and annual cycles of air pollutant levels in Szeged. „Contribution to sustainable development by assessing the transboundary air pollution upon the cultural & turistical heritage in HU – RO border. TRANSAIRCULTUR, HURO/1001/139/1.3.4; nyitó rendezvény és szakmai fórum, 2012. July 27. Szegedi Tudományegyetem, Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék, 3. emelet, Marczell György terem, Szeged, Egyetem u. 2.

Ionel, Ioana (professora, University Politehnica, Timișoara, Romania), 2012. június 29: Air quality in Timișoara – a

continuous challenge I. „Contribution to sustainable development by assessing the transboundary air pollution upon the cultural & turistical heritage in HU – RO border. TRANSAIRCULTUR, HURO/1001/139/1.3.4; nyitó rendezvény és szakmai fórum, Szegedi Tudományegyetem, Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék, 3. emelet, Marczell György terem, Szeged, Egyetem u. 2.

Bodó Barna (egyetemi tanár, Diaspora Foundation, Timișoara, Romania), 2012. június 29: Local values and local communities in Temesvár (Timișoara) region. „Contribution to sustainable development by assessing the transboundary air pollution upon the cultural & turistical heritage in HU –

RO border. TRANSAIRCULTUR, HURO/1001/139/1.3.4; nyitó rendezvény és szakmai fórum, Szegedi Tudományegyetem, Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék, 3. emelet, Marczell György terem, Szeged, Egyetem u. 2.

Ionel, Ioana (professora, University Politehnica, Timișoara, Romania), 2012. június 29: Air quality in Timișoara – a continuous challenge II. „Contribution to sustainable development by assessing the transboundary air pollution upon the cultural & turistical heritage in HU – RO border. TRANSAIRCULTUR, HURO/1001/139/1.3.4; nyitó rendezvény és szakmai fórum, Szegedi Tudományegyetem, Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék, 3. emelet, Marczell György terem, Szeged, Egyetem u. 2.

Popescu, Francisc (lecturer, University Politehnica, Timișoara, Romania), 2012. június 29: Rezultate ale măsurătorilor de poluare a aerului. „Contribution to sustainable development by assessing the transboundary air pollution upon the cultural & turistical heritage in HU – RO border. TRANSAIRCULTUR, HURO/1001/139/1.3.4; nyitó rendezvény és szakmai fórum, Szegedi Tudományegyetem, Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék, 3. emelet, Marczell György terem, Szeged, Egyetem u. 2.

Koppány György (ny. egyetemi tanár, SZTE, TTIK, Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék), 2013. április 29: Éghajlat és történelem. Szegedi Tudományegyetem, Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék, 3. emelet, Marczell György terem, Szeged, Egyetem u. 2.

VISSZATEKINTÉS A MAGYAR METEOROLÓGIA TÁRSASÁG SZOMBATHELYI TERÜLETI CSOPORTJÁNAK 30 ÉVES MŰKÖDÉSÉRE

LOOKING BACK ON 30 YEARS OPERATION OF THE HUNGARIAN METEOROLOGICAL SOCIETY'S REGIONAL GROUP IN SZOMBATHELY

Puskás János¹, Kúti Zsuzsanna², Károssy Csaba³

¹pjanos@gmail.com; ²kutizsuzsi@gmail.com, ³c.karossy@gmail.com

Összefoglalás. Az 1984-ban alakult szombathelyi csoport életében számos esemény történt. Működésének legfontosabb eseményeit foglaljuk össze ebben a közleményben.

Abstract. The Regional Group of Szombathely was established in 1984. Many interesting things has happened its life, The most important events of the Regional Group are summarised in the present communication.

A Magyar Meteorológiai Társaság csoportja Szombathelyen, 1984 őszén alakult meg. A megalakulásának előzménye az volt, hogy a Berzsenyi Dániel Tanárképző Főiskolán létrejött a Földrajz Tanszék. Ennek alapítója és első tanszékvezetője Károssy Csaba volt, aki Szegedről érkezett Szombathelyre. Akkor az elnöke Bírósz Béla mentő főorvos lett.

A csoport szorosan együttműködött a Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége Vas megyei Szervezetébe tömörült szakmai szervezetekkel. A MTESz Vas megyei szervezete segítségével megalakult Nyugat-Magyarországi csoport a Soproni Erdészeti Egyetemen közösen igen aktívan bekapcsolódott az Meteorológiai Társaság országos rendezvényeinek a tevékenységébe. A Vas megyei MTESz támogatása – Barina Tamás titkár nagyon pozitív segítségével – lehetővé tette, hogy minden alkalommal részt vegyünk az országos értekezleteken. Számos országos szintű vendéget tudjunk előadásra és látogatásra meghívni (Ambrózy Pál, Vissy Károly, Baráth József, Tar Károly, Makra László). A 80-as évek végén hallgatói közreműködéssel kísérletet tettünk Szombathely városklimatológiai kutatásának beindítására. A lakótelepi torony és sorházak szélviszonyainak vizsgálatára a MTESz-től kapott keretből vásárolt kézi-kanalas szélmérőkkel extrém időjárási helyzetekben több alkalommal végeztünk méréseket. A Nyugat-magyarországi Vízügyi Társaság megbízásából a Kis-Balaton rendezési tervéhez (több tanítvány bevonásával: Molnár Ernő Zoltán, Rácz Ottó, Tolvaj Andrea, Kármán Zsolt stb.) készítettünk meteorológiai tanulmányt. Szoros együttműködést alakítottunk ki a szentgotthárdi meteorológiai állomással, Völker Józseffel, ahol évenként rendszeresen fogadták érdeklődő csoportjaink látogatásait. Később az elnök Károssy Csaba tagtársunk lett, a titkár pedig Puskás János. A csoport tevékenysége kapcsolódott a Berzsenyi Dániel Tanárképző Főiskolához, mert számos tag volt a főiskola oktatója és hallgatója. A földrajz szakos hallgatók közül később is többen lettek az MMT aktív tagjai. A csoportban előadások szervezése folyt, amit helyi és meghívott előadók tartottak (Nowinszky László, Tar Károly, Makra László).

A Magyar Meteorológiai Társaság Szombathelyi Csoportja elmúlt 30 évben végzett tevékenysége legfontosabb momentumának 2002-ben elindított konferencia sorozat elkezdése volt, amely – hosszú töprengés után, mintegy megéreztve a jövő kihívásait – a Természet-, Műszaki- és Gazdaságtudományok Alkalmazása Nemzetközi Konferencia – nevet kapta. Az első konferenciára számos hazai intézmény illusztris képviselője is eljött

előadást tartani (Mika János, Tar Károly, Antal Emánuel, Makra László, Barát József). A konferencia előadásairól – országosan is elsőként CD-t készítettünk, amelyet minden előadó megkapott emlékeztetőül a tanulmányokkal. A konferencia sorozat azóta is nagy sikerrel működik és a kezdetektől nemzetközi szintű rendezvény lett. Az idén már a 14. került megrendezésre, amelyre az országhatáron túlról is számos előadó tisztelte meg csoportunkat és tanszékünket.

A csoport tevékenysége 2008 tavaszától új lendületet vett, amikor az elnök Puskás János, a titkár pedig Kúti Zsuzsanna lett. A tagság szervezésekor a támaszkodtak a Nyugat-magyarországi Egyetem földrajz képzésére. További tagok csatlakoztak a kollégák és a városban élő időjárási és éghajlati elemek és események iránt érdeklődők köréből. Jelenleg a csoport tagjainak száma 100 és 150 közé tehető. A létszám azért változó, mert a hallgatók a tanulmányaik befejezése után távoznak Szombathelyről, így a kapcsolat lazul, majd meg is szűnhet. E kedvezőtlen folyamatot erősítette a bevezetett kétszintű (BSc és MSc) képzés, ugyanis így a hallgatók zöme 3 évig tanul Szombathelyen, és csak kevesebben folytatják tanulmányaikat a mesterképzésben.

A csoport tagjainak és a városban élő érdeklődőknek fél-évente általában 5–7 olyan programot kínálunk, melynek témaköre illik a társaság profiljához. A programokról drótpostán kapnak értesítést a tagok és az érdeklődők, ezen kívül előzetesen megjelennek a helyi lapokban, a televízióban, a rádióban és az internetes hírportálokon is.

Meteorológiai és klimatológiai előadások: Az előadások nagy része az éghajlattal és az időjárással foglalkozik. Az előadók közül kilencen nem szombathelyiek voltak (60 %). Ez azért fontos, mert nincs lehetőségünk arra, hogy az előadóknak tiszteletdíjat fizessünk, viszont a témakörök nagyon fontos szerepet kapnak a földrajz szakos hallgatók képzésében: Éghajlati adatsorok CD-n és az OMSz honlapján; Magyarországi városok és megyék objektív analízise és rangsora környezeti és társadalmi tényezők alapján; Regionális éghajlati forgatókönyvek előkészítése statisztikus módszerekkel; Az extrém időjárási jelenségek miatt bekövetkezett katasztrófák és események; Meteorológia a vízügyi ágazatban; Klímaváltozásról mindenkinek (0-tól a 100 évesig); A vulkánkitörések hatása az időjárásra; A Kis-Balaton csodálatos világa; A modern klímakutatás – a mennyiség átcsap-e minőségbe?; A sakkjáték földrajza; Evolúció, klíma és a „véletlen”; Az éghajlat változékonyságának hatása az élőlényekre és a mezőgazdaságra; Gomba és időjárás; Az extraterresztrikus jelenségek hatása a Földünk időjárás-

ára és éghajlatára; Az éghajlati és időjárás tényezők jelentősége és szerepe a turizmusban; A villámok sajátosságai és villámlás megfigyelő rendszerek

Megújuló energia: A megújuló energia használata egyre jobban terjed hazánkban. A növekvő nemzedék viszont keveset tud erről a területről, ezért a figyelmet ezekkel az előadásokkal igyekszünk ráirányítani a nap- és a szélenergia használatának fontosságára: Napenergia hasznosítás; A potenciális szélenergia és az időjárás frontok kapcsolata Magyarországon; A szél mindig fú? (A szélenergia otthoni hasznosítási lehetőségei)

Távoli tájak időjárás és éghajlati bemutatása: A legtöbb előadás ebbe a csoportba tartozik. Itt meg kell jegyezni, hogy a földrajz szakos hallgatók rengeteget tudnak profitálni azokból a személyes tapasztalatokból, melyet az előadók „átnyújtanak” számukra. Itt nemcsak a kontinensek éghajlatáról vagy időjárásáról esik szó, hanem az ott élő emberek mindennapjairól, kultúrájáról is képet kaphatunk 1 órában: Az orongóktól a Petronasig (maláj csoda); Maláj csoda a Petronas árnyékában; Kuba, a cukor és a dohány „hazája”; Bali, az istenek lakhelye; A fekete föld „Aranypartján”; Ósi indián kultúrák földje, Mexikó; Egy változó ország, egy változó világban: Irán; India arcai; Konferenciákkal a Föld körül; A párizsi történelem helyszínei; Vízkutatás a Szaharában; Santorini, a füstölő sziget; A Sódvidék ezüstje – időjárás és földtani kockázat; Bunkerek és riviéra; A Muszálától az Arany-szarv-öböl; Kenuval a Duna forrásától a torkolatáig; India csillagászati emlékei; A Reteyzáttól a Madarasi Hargitáig; A Yellowstone, Death Valley és Grand Canyon nemzeti parkok természetföldrajzi és turisztikai sajátosságai; „A szauna a szegény ember patikája” avagy arany-füstöt lélegeztem Kemiben; Barangolás a Pireneusokban és a Baszkföldön; Sör-Kul-Túra Frankföldön; A hegyek ölelésében: Andorra; A Himalája bokájától a derekáig; Bhután – a mennydörgő sárkány és a nemzeti boldogság országa; Kalandozások Afrikában; Reunion – egy szigetnyi Európa az Indiai-óceán közepén; Apróságok többségben: Pókaszexpedíció Tanzánia hegyeiben; A világ másik felén (Ausztrália-Új-Zéland)

„Tanítványaink a katedrán” sorozat: A „Tanítványaink a katedrán” sorozatba olyan – nagy népszerűségnek örvendő – előadások tartoznak, amelyeket a Nyugat-magyarországi Egyetemen (és jogelődjein) tanuló földrajz, környezettan és geográfus szakos kiváló hallgatók tartanak. Természetesen az előadások alapos előkészítése (többszöri próbája) után kap lehetőséget a hallgató az előadás megtartására. Remek lehetőség, hogy ezzel felkészülhessen az Országos Tudományos Diákköri Konferenciákra, vagy más tudományos konferencián tartandó előadásra. A hallgató társak is „felnéznek” arra, akit meghallgattak valamelyik alkalommal: Egyiptom hallgatói szemmel; Látogatóban a fáraók földjén; A hegyi államtól az arany államig (USA); „A Mediterráneum bástyája”; „Egy vidéki világváros”; Kis ország Európa „trónján”; Látogatás a világ ötödik legkisebb országában és vendégeskedés az Adria királynőjénél; Elzász csodái; „A Vázsonyi-szélről a monzúnig” (Cholnoky Jenő életműve meteorológiai munkássága tükrében); Hurrikánok

nyomában; Nyitott szemmel Észak-Zemplénben; Zivatarok megfigyelése Egyházasrádócon és környékén; Az ismeretlen „szomszéd”; Az éghajlatváltozás hatása Mura mente mezőgazdaságára; Mediterrán varázs; Speciális időjárás helyzetek az Alpoknál; „Légtüneménytan ...”, avagy emlékezés Berde Áronra, az első magyar nyelvű meteorológiai szakkönyv írójára; Hurrikánok a Földközi-tengeren?; Egyiptom „ppt”, azaz egy pompás és problémás terület; Elfeledett civilizációk; Tunézia, a legeurópaibb afrikai ország

Szóló és Klíma Konferencia: A Meteorológiai Társaság által szervezett – hosszú időre visszanyúló – sikeres rendezvény az Erdő és Klíma Konferencia. Ehhez hasonló interdiszciplináris konferencia a Kőszegen tartott tudományos összefoglaló, melyen a szőlőtermesztéssel, időjárással és éghajlattal foglalkozó kutatók évente találkoznak. A sikerességét mutatja, hogy az ország távoli részéből is érkeznek szakemberek, hogy a kutatási eredményeket a gyakorló szőlőtermesztőkkel megismertethessék. 2015-ben már a 7. alkalommal rendeztük a konferenciát Kőszeg város támogatásával.

Tudománytörténet: A tudománytörténet fontosságát az elődök munkásságára való építkezés igazolja. Ilyen témájú előadásokkal a „Tanítványaink a katedrán” programban is találkozhatunk: Konkoly-Thege Miklós a csillagász és meteorológus; Életem – utazásaim (Cséke Zsolt filmje Balázs Dénes életéről); Veszprém időjárása és éghajlata, történeti feljegyzések tükrében

Pályázatok: Évente hirdetünk pályázatot a Meteorológiai Világnap alkalmából, ezenkívül az évfordulóra szerveztünk megemlékezést pályázat formájában: Péczely György születésének 80., halálának 25. évfordulója (poszter pályázat); 2008-ban Hegyfoki Kabos halálának 90. évfordulója alkalmából a MMT Szombathelyi Területi Csoportja pályázatot hirdetett 3 fős csapatok részére. A csapatok posztert készítettek Hegyfoki Kabos életéről és munkásságáról, melyet szóbeli fordulón 5–6 perces előadásban bemutattak. A munkákat oklevéllel és emléklappal díjaztuk; Meteorológiai Világnap (poszter és fotó pályázat középiskolások és egyetemisták részére)

Az MMT Szombathelyi Csoportja és az Oladi Általános Művelődési Központ Teleki Blanka Középiskolája és Szakiskolája 2010 óta plakát- és fotó pályázatot hirdetett Vas megye középiskolásai és egyetemi hallgatói részére. A pályázat témája „Március 23. Meteorológiai Világnap”. A pályázatra csapatokban (legfeljebb 3 fő) és egyénileg is lehetett jelentkezni. E jeles nap alkalmával posztert kellett készíteni a diákoknak bármilyen technikával. A posztereken kívül fotópályázatot is hirdettünk. A plakátokból és a fotókból az Oladi Általános Művelődési Központ Teleki Blanka Középiskolája és Szakiskolájának aulájában, majd a Nyitra Utcai Általános Művelődési Központban rendeztünk kiállítást. Évről évre a pályázatra szép számban érkeztek pályaművek. A beérkezett legjobb pályázatok díjazásban részesültek, melyre fedezetet pályázati támogatások nyújtottak.

Az MMT 90. „születésnapja” alkalmából további eredményes éveket kívánunk valamennyi tagtársunknak!

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 2014. január 1. és december 31. között

Our programmes between 1 January and 30 December 2014

Február 6.

Takács Ágnes: A termikus komfortviszonyok térbeli mintázatának elemzése és kapcsolata a közterület-használattal Szeged belvárosában; **Zsebeházi Gabriella:** Hazai és ensembles-beli regionális éghajlati modellek eredményeinek statisztikai vizsgálata; **Kis Anna:** Csapadékindexek XXI. századra becsült trendjei Közép-Kelet-Európában korrigált csapadékmezők felhasználásával; **Mesterházy Ildikó:** A szőlőtermesztés klimatikus feltételeinek várható változása a XXI. században Magyarországon (az Éghajlati Szakosztály rendezvénye)

Március 25.

Lakotár Katalin: Barangolás a Pireneusokban és a Baszkföldön (a Szombathelyi Területi Csoport rendezvénye)

Február 27.

**VALÓSZÍNŰSÉGI ELŐREJELZÉSEK
FELHASZNÁLÁSA – ÁLOM VAGY VALÓSÁG?**

Szűcs Mihály: Ensemble előrejelzések a meteorológiában; **Csik András:** Meteorológiai ensemble előrejelzések hidrológiai célú alkalmazása; **Haszpra Tímea:** A meteorológiai bizonytalanságok számszerűsítése a légszennyezés modellezésében (a Léggördinamikai Szakosztály rendezvénye)

Március 4.

Bottyán Zsolt: A pilóta nélküli repülés komplex meteorológiai támogatásának egy lehetséges rendszere (a Repülésmeteorológiai Szakosztály rendezvénye)

Március 6.

Lakatos Mónika, Kovács Tamás, Vincze Enikő: A 2013-as év értékelése éghajlati szempontból; **Kolláth Kornél:** Veszélyes időjárási események 2013-ban; **Bonta Imre, Homokiné Újvári Katalin:** A 2013. júniusi dunai árhullám időjárási háttere; **Csik András:** A 2013-as dunai árhullám és az év vízjárása; **Szalai József:** Talajvízszint-változások 2013-ban; **Varga György, Kravinszkaja Gabriella:** A Balaton vízház-tartásának aktuális kérdései (az Éghajlati Szakosztály rendezvénye)

Március 11.

Bánkuti Zoltán: Egyiptom PPT, azaz egy Pompás és Problémás Terület (a Szombathelyi Területi Csoport rendezvénye)

Március 25.

Pajtókné Tari Ilona, Mika János: A klímaváltozás új tudományos és oktatási kihívásai (2014) (a Nyíregyházi Területi Csoport rendezvénye)

Március 26.

Adina-Eliza Croitoru: Climate change detection: data and methods (a Debreceni Területi Csoport rendezvénye)

Március 27.

Nagy Roland: Új módszerek vizsgálata a légiforgalmi irányításban használatos, látástávolságra vonatkozó döntéstámogató célprognózisok készítésében Budapest Liszt Ferenc Nemzetközi Repülőtéren; **Sterlein Ákos:** A repülőtérei reguláris időjárási távirat ultrarövidtávú leszállási előrejelzésének verifikációja és előrejelzés-módszertani vizsgálata Budapest Liszt Ferenc Nemzetközi repülőtéren (a Repülésmeteorológiai Szakosztály rendezvénye)

Április 1.

Erőss Judit: Sör-Kul-Túra Frankföldön (a Szombathelyi Területi Csoport rendezvénye)

Április 2.

Nagy Attila: Viharciklonok az euro-atlanti térségben (a Róna Zsigmond Ifjúsági Kör rendezvénye)

Április 10.

Möring Andrea, Horváth László: Léggöri kén- és nitrogénvegyületek ülepedésének hosszú távú trendje Magyarországon; **Möring Andrea:** A birkák és az időjárás szerepe az ammónia kibocsátásban – a bárányok hallgatnak (a Levegőkörnyezeti Szakosztály rendezvénye)

Április 12.

6. SZÓLÓ ÉS KLÍMA KONFERENCIA – Kőszeg (a Szombathelyi Területi Csoport rendezvénye)

Április 17.

Szabó Zoltán Attila: Pilótanélküli repülőgépeken alkalmazható módszerek a léggöri konvekció és turbulencia mérésére; **Fövényi Attila:** Turbulencia előrejelzés az OMSz Repülésmeteorológiai és Veszélyjelző Osztályán (a Repülésmeteorológiai Szakosztály rendezvénye)

Április 24.

Bartholy Judit, Mika János, Kertész Ádám: Hatások, Alkalmazkodás, Sérülékenység (Az IPCC 2014. március 31-i Értékelő Jelentése) (az Éghajlati Szakosztály rendezvénye)

Április 29.

Kalauz József: Gomba és időjárás (a Szombathelyi Területi Csoport rendezvénye)

Május 13.

Horváth Csaba: Megújuló energiák Romániában (vízenergia); **Bartók Blanka:** Megújuló energiák Romániában (napenergia, szélenergia, geotermális energia) (a Debreceni Területi Csoport rendezvénye)

Május 20. Tisztújító közgyűlés

Május 28.

Baran Sándor: A szélsébség ensemble előrejelzéseinek statisztikai kalibrálása (a Léggördinamikai Szakosztály rendezvénye)

Május 28.

Horányi András: Az Európai Középtávú Előrejelző Központ (ECMWF) testközelből, azaz miért az ECMWF a világ vezető előrejelző központja?
KÖNYVBEMUTATÓ – Dévényi Dezső Emlékkötet (a Léggördinamikai Szakosztály rendezvénye)

Május 29.

NAP ÉS SZÉLENERGIA KUTATÁS ÉS OKTATÁS KONFERENCIA – Budapest (a Nap- és Szélenergia Szakosztály rendezvénye)

Július 24. Rendkívüli, alapszabálymódosító közgyűlés
Augusztus 28-29.

AZ MMT XXXV. VÁNDORGYŰLÉSE

Keszthely

Szeptember 30.

Bánkuti Zoltán: Tunézia, a legeurópaibb afrikai ország (a Szombathelyi Területi Csoport rendezvénye)

Október 2.

MODERN DINAMIKUS METEOROLÓGIAI VONATKOZÁSÚ KUTATÁSOK

Lancz Dávid: Az AROME sekély konvekció parametrizációja magas felbontáson; **Kelemen Fanni Dóra, Bartholy Ju-dit, Pongrácz Rita, Joaquim Pinto, Patrick Ludwig:** A mediterrán térség ciklonjainak vizsgálata; **Zsugyel Márton:** Kaotikus elkeveredés folyóvízi sarkantyúk környezetében (a Léggördinamikai Szakosztály rendezvénye)

Október 7.

Németh Ákos: Éghajlati és időjárási tényezők jelentősége és szerepe a turizmusban (a Szombathelyi Területi Csoport rendezvénye)

Október 9.

Vincze Enikő: Az Országos Meteorológiai Szolgálat Növényfenológiai Gyűjteménye (az Éghajlati Szakosztály rendezvénye); **Véghegy Tamás:** „Napkorszáki sorozat” új könyvének bemutatója – A napelemes rendszerek villamos berendezései. (a Nap- és Szélenergia Szakosztály rendezvénye)

Október 16.

Szépszó Gabriella: A klímamodellőzés szépségei egy szélmalomharc tükrében (a Róna Zsigmond Ifjúsági Kör rendezvénye)

Október 22.

Fodor István: Visszaemlékezés az MMT Pécsi Csoportjának 40. évére (a Pécsi Területi Csoport rendezvénye)

Október 20.

Pavol Nejedlík: HU-SK meteo cooperation in history and our common future coping with climate change (MMT külföldi tiszteleti tag székfoglalója)

Október 28.

Lakatos Mónika: Hazai éghajlati változások a mérések tükrében (a Nyíregyházi Területi Csoport rendezvénye)

November 13.

Surányi Dezső: A parkok kulturális értékei; **Ongjert Richárd:** Parkok szerepe a várostervezésben; **Eplényi Anna Vivien:** Közparkok térélményeinek környezetpszichológiai-szemponitú tervezése; **Gulyás Ágnes:** Zöldterületek hatása a városklímára; **Penksza Károly, Saláta Dénes:** Városi parkok növénytársulásai;

Pottyondy Ákos, Hortobágyi Cirill, Penksza Károly: 12 éves oázis a Kisalföld ölelésében - A Pannonhalmi Apátsági Arborétum; **Marosán Angelika:** A gödöllői Királyi Kastély park fenntartásának sajátosságai; **Zsigó György:** Parkok növényvédelme; **Kuti László, Andó Anita:** Városi geológia - a parkok szerepe (az Agro- és Biometeorológiai Szakosztály rendezvénye)

November 25.

Béres Csilla: Kalandozások Afrikában (a Szombathelyi Területi Csoport rendezvénye)

November 27.

BESZÁMOLÓ AZ ELTE METEOROLÓGIAI TANSZÉK HALLGATÓINAK KÜLFÖLDI TANULMÁNYÚTJAI RÓL

Nicola Zanca: Climate-KIC, the EU-s main climate innovation initiative (ISAC-CNR, Bologna); **Sábitz Judit:** European Research Course On Atmospheres - ERCA 2014 (Grenoble, Franciaország); **Kis Anna:** Szélsőséges események statisztikai és dinamikai leiskálázása (Trieszt, Olaszország); **Dobor Laura:** Üvegházgázok koncentrációjának és fluxusának mérése és modellezése (Hyytiälä, Finnország); **Lázár Dóra:** A léggör összetételének változása (Urbino, Olaszország); **Leelőssy Ádám:** Meteorológiai és levegőkémiai transzportfolyamatok integrált modellezése (Aveiro, Portugália) (a Róna Zsigmond Ifjúsági Kör rendezvénye)

Társaságunk 2014. május 20-án alapszabály módosító és tisztújító közgyűlést tartott. A közgyűlés határozatképtelensége miatt, a hagyományoknak megfelelően a megismételt közgyűlésig szakmai előadást hallgathattunk meg. Az előadó Fűhrer Ernő, a 2014-es Berényi Dénes Emlékdíjas volt. A színvonalas és érdekes előadás után a közgyűlés a társasági díjak átadásával folytatódott.

Steiner Lajos Emlékéremet vehetett át **Tasnádi Péter** egyetemi tanár (ELTE Meteorológiai Tanszék). Társaságunk **Hegyfokj Kabos Emlékéremmel** ismerte el **Bartholy Judit** tszv. egyetemi tanár (ELTE Meteorológiai Tanszék) munkásságát. Az MMT Közgyűlése a 2013. évi **Szakirodalmi Nívódíjat Molnár Ágnes és Gelencsér András** (mindketten Pannon Egyetem, Veszprém) Levegőkörnyezet és az emberi tevékenység című elektronikus művéért ítélte oda. **Berényi Dénes Emlékdíjat** kapott **Fűhrer Ernő** tudományos tanácsadó (Erdészeti Tudományok Intézet). A **Róna Zsigmond Alapítvány kamatait**, mint pályadíjat, **Szépszó Gabriella** (OMSz Éghajlati Osztály) számára ítélte oda a Közgyűlés. A díjátadó után új tiszteleti tagokat választott a Közgyűlés. A Magyar Meteorológiai Társaság **tiszteleti tagja** 2014-től: **Hirling György, Probáld Ferenc, Tóth Pál, Tünczer Tibor és Szakács Györgyné Farkas Amália**. Társaságunk új külföldi tiszteleti tagja lett: **Thomas Foken** (Bayreuthi Egyetem Mikrometeorológiai Tanszék) és **Pavol Nejedlík** (Szlovák Hidrometeorológiai Intézet).

Az ünnepi események után az MMT költségvetését kellett megtárgyalnia a Közgyűlésnek. Mind a szakmai beszámoló, mind az Ellenőrző Bizottság jelentése elfogadásra került, ezt követte a 2014. évi költségvetés vitája. A költségvetés tervezetét a jelenlévők változtatás nélkül elfogadták. A szavazás után került sor az Alapszabály

módosítására. A civil szervezeteket érintő jogszabályváltozások miatt több ponton is változtatni kellett a korábbi szabályokon. Ezen kívül szigorúbb összeférhetetlenségi szabályozás lépett életbe a társaság vezető tisztségviselőit illetően. Az MMT Választmánya javaslatot tett a Választmány létszámának csökkentésére is, ami szintén az Alapszabály módosítását jelentette. Miután az Alapsza-

bály módosítását a Közgyűlés elfogadta, sor kerülhetett a tisztújításra. A tisztújítás idejére a Közgyűlés levezető elnöki feladatait Antal Emánuel tagtársunk vette át, aki Ihász Istvánnal és Pieczka Ildikóval együtt a jelölőbizottság tagja volt. A jelölőbizottság javaslatát a Közgyűlés nagy többséggel elfogadta.

A 2014-2018 időszakban a Magyar Meteorológiai Társaság vezetősége:

<i>tiszteletbeli elnök:</i>	Szász Gábor	<i>a Választmány tagjai:</i>	Barcza Zoltán
<i>elnök:</i>	Dunkel Zoltán		Haszpra László
<i>társelnökök:</i>	Radics Kornélia		Lakatos Mónika
	Kovács László		Pintér Ferenc
<i>főtitkár:</i>	Németh Ákos		Tóth Róbert
<i>tudományos titkár:</i>	Weidinger Tamás		Tölgyesiné Puskás Márta
<i>ügyvezető titkár:</i>	Vincze Enikő	<i>Ellenőrző Bizottság elnöke:</i>	Hunkár Márta
<i>kommunikációs titkár:</i>	Balogh Beáta	<i>Ellenőrző Bizottság tagjai:</i>	Buránszkiné Sallai Márta
			Kis-Kovács Gábor
			Mészáros Róbert
			Molnár Károly
		<i>Ellenőrző Bizottság póttagjai:</i>	Nagy József
			Varga László

A Fővárosi Törvényszék több ponton hiányosnak találta a májusi Közgyűlés által jóváhagyott módosított Alapszabályt, így 2014. július 24-re rendkívüli Közgyűlést kellett összehívni. A Közgyűlés egyetlen napirendi pontja a Törvényszék által javasolt módosítások megvitatása és elfogadása volt. Az elfogadott Alapszabály-módosításokat végül a Fővárosi Törvényszék október 8-án kelt végzésében bejegyezte.

Az Alapszabály előírásainak megfelelően a tisztújító közgyűlés és az évváró közgyűlés közötti időszakban az MMT valamennyi szakosztálya és területi csoportja megtartotta a tisztújítását. A tisztújítások után a szakosztályok és területi csoportok vezetői:

Agro- és Biometeorológiai Szakosztály

elnök: **Szalai Sándor**
titkár: **Fülöp Andrea**

Levegőkörnyezeti Szakosztály

elnök: **Ferenczi Zita**
titkár: **Balogh Beáta**

Nap- és Szélenergia Szakosztály

elnök: **Wantuchné Dobi Ildikó**
titkár: **Péliné Németh Csilla**

Róna Zsigmond Ifjúsági Kör

elnök: **Darányi Mariann**
titkár: **Leelőssy Ádám**

Nyíregyházi Területi Csoport

elnök: **Tar Károly**
titkár: **Dobány Zoltán**

Szegedi Területi Csoport

elnök: **Gál Tamás**
titkár: **Gulyás Ágnes**

Éghajlati Szakosztály

elnök: **Mika János**
titkár: **Bihari Zita**

Légkördinamikai Szakosztály

elnök: **Szépszó Gabriella**
titkár: **Gnandt Boglárka**

Repülésmeteorológiai Szakosztály

elnök: **Wantuch Ferenc**
titkár: **Bottyán Zsolt**

Debreceni Területi Csoport

elnök: **Szegedi Sándor**
titkár: **Lázár István**

Pécsi Területi Csoport

elnök: **Geresdi István**
titkár: **Sarkadi Noémi**

Szombathelyi Területi Csoport

elnök: **Puskás János**
titkár: **Kúti Zsuzsanna**

METEOROLÓGIAI VILÁGNAP 2015, ALKALMAZKODJUNK OKOSAN! ÉGHAJLATI ISMERETEINKET VÁLTSUK TETTEKRE

WORLD METEOROLOGICAL DAY 2015, CLIMATE KNOWLEDGE FOR CLIMATE ACTION

Sáhó Ágnes

Országos Meteorológiai Szolgálat, 1024 Budapest, Kitaibel Pál utca 1., saho.a@met.hu

„Az éghajlatváltozás mindannyiunk életét meghatározza. Szinte az összes társadalmi és gazdasági ágazatot érinti, kezdve a mezőgazdaságtól a turizmusig, az infrastruktúráktól az egészségügyig. Olyan kulcsfontosságú készleteket befolyásol, mint a víz-, élelmiszer-, és energiakészletek. A fenntartható fejlődést hátráltatja, sőt veszélybe is sodorja, természetesen nemcsak a fejlődő országokban,

Hazánkban a Magyar Meteorológiai Társaság és az Országos Meteorológiai Szolgálat hagyományos ünnepi megemlékezésén miniszteri elismerésekkel jutalmazták a szakma legjobbjait, s elnöki díjazásban az OMSz legkiválóbb társadalmi észlelőit. Egyéb tudományos díjak mellett ebben az évben a Magyar Meteorológiai Társaság 90. évfordulója alkalmából kiírt óvodai rajzpályázat



Államtitkári látogatás a Világnapi ünnepség előtt az előrejelzőknél
Varga László ov., V. Németh Zsolt ÁT, Radics Kornélia elnök,
Buda István elnökh., Tölgyesi László főov.

hanem mindenhol. A tétlenség ára nagyon magas, és még hatalmasabb lesz, ha nem cselekszünk egyre eltökéltebben minél hamarabb.” – Ezen gondolatokkal indította a Meteorológiai Világszervezet (WMO) főtitkára ideai világnapi köszöntőbeszédét. Mondatai indokolták, hogy a szervezet miért választotta a Világnap témájaként 2015-ben az aktív alkalmazkodásra való felszólítást. Michael Jarraud felhívta a figyelmet arra, hogy ezen változások generálta szükséges feladatok egyik főszereplője a meteorológusok. A meteorológia tudománya hihetetlen iramban fejlődik; nemzetközi együttműködések hálózata komoly döntések meghozatalát alapozza meg. A meteorológusok munkája a hatóságok, a mezőgazdaság, a szolgáltatásiipar, az energiaszektor, a városi környezet kialakításáért felelős szakemberek – s még sokáig sorolhatnánk, hogy az élet milyen egyéb területein –, szolgáltatja azt az információbázist, amely nélkül nem lehetne ebben a folyamatos változást mutató környezetben felelős intézkedéseket kiadni. Így ezen szakemberek munkája világszeret elismerést és megbecsülést érdemel.



Elnöki megnyitó keretében Radics Kornélia bemutatja az OMSz által kiadott, frissen megjelent magyar meteorológiai bibliográfiát: A légűneménytantól a károselméletig c. könyvet

nyerteseit is vendégeink között köszönthettük.

Az ünnepség házigazdája Radics Kornélia, az OMSz, Dunkel Zoltán az MMT és Horváth László, az OMSz Tudományos Tanácsának elnöke voltak.

Az ünnepség megnyitásként köszöntő beszédet mondott Radics Kornélia az OMSz elnöke, majd V. Németh Zsolt a Földművelésügyi Minisztérium államtitkára. Körösi Csaba a Köztársasági Elnöki Hivatal Környezeti Fenntarthatóság Igazgatóságának igazgatója és Lukács Ákos a Nemzeti Fejlesztési Minisztérium Klímapolitikai Főosztályának vezetője is megtisztelte köszöntő beszédével a meteorológus társadalom képviselőit.

Ezt követően V. Németh Zsolt államtitkár a Földművelésügyi Miniszter megbízásából átadta a meteorológiai területén adható legrangosabb kitüntetések – a Schenzl Guidó Díjat, a Pro Meteorológia Emlékplakettet, valamint a Miniszteri Elismerő Oklevelet.

Schenzl Guidó Díjat kapott Varga László osztályvezető – az operatív munkában közel négy évtizeden át végzett lelkiismeretes, aktív, felelősségteljes közreműködéséért,

példamutató vezetői tevékenységéért, valamint kiemelkedő érdekképviseleti munkájáért.

Dr. Weidinger Tamás, egyetemi docensnek – a meteorológia számos területén, mind az oktatásban, mind a kutatásban, mind a tudománypolitikában játszott aktív szere-



V. Németh Zsolt gratulál Weidinger Tamásnak

Németh György, az OMSz Földfelszíni Megfigyelési Osztályának munkatársa – a győri állomás jó gazdájaként közel négy évtizeden át végzett hűséges, megbízható munkájáért, példamutató, hűséges szolgálatáért.

Dr. Wantuchné dr. Dobi Ildikó éghajlati szakértő – az



A díjátadás előtt Varga László a méltatást hallgatja



Németh György a méltatást hallgatja

péért, a magyar meteorológia iránti elkötelezettséget tükröző odaadó munkájáért.

Pro Meteorológiai Emlékérmes kapott Fejes Edina az OMSz Szolgáltatási Osztályának munkatársa – megbízható és példamutató előrejelző és szolgáltatói tevékenységéért; a meteorológia népszerűsítése valamint a szakmai kapcsolatok kiépítése terén végzett szorgalmas és áldozatos munkájáért.

Hernádi Balázs alezredes – a katonai meteorológia különböző kötelekeiben az elmúlt 30 évben végzett lelkiismeretes, példamutató munkájáért, odaadó vezetői és szervezői tevékenységéért, elkötelezettségéért.



A Pro Meteorologia díj mellé Dobi Ildikó virágcsokrot is kap

OMSz több évtizedes sikeres nemzetközi képviseletéért, szerteágazó kutatási tevékenységéért, a megújuló energiaforrások terén elért eredményes ismeretterjesztő munkájáért.

Miniszteri elismerő oklevelet kapott Kajtárné Lovas Katalin levegőkémiai szakértő – az országos légszennyező anyagok és üvegházhatású gázok kibocsátási leltárának megújításában végzett odaadó munkájáért, a mezőgazdasági eredetű kibocsátások módszertani fejlesztésében és a különböző adatbázisok összehangolásában játszott úttörő szerepéért.

Pisák Mária gazdasági szakértő – pénzügyi-számviteli területen hosszú időn át nyújtott magas színvonalú nélkü-

lőzhetetlen és fáradhatatlan munkájáért, felelősségteljes és gondos feladatvégzéséért.

A társadalmi észlelőhálózat négy kiváló képviselője kapott díjazást és elismerő oklevelet Radics Kornélia elnök asszonytól.



Az OMSZ elnöke gratulál Nagy Imréné újkígyósi észlelőnek

év érdekes tapasztalatairól cikk is készült, Tóthné és Tóth, (1982).

Varga Sándorné és családja Mernyén végez észleléseket. - Mernye időjárásáról 1950-ig visszamenőleg találunk feljegyzéseket, időjárási naplókat. Varga Sándor, Anna



Tóth Pálné a méltatást hallgatja



Kósa Kiss Attila az elismerő oklevéllel



Az óvodai pályázat első helyezettje a díjak mellé még egy felemelést is nyert, a harmadik helyezett szorít neki

Nagy Imréné Újkígyósról érkezett. Ezen, a Békéscsabától 15 km-re fekvő településen és környékén mezőgazdasági termelés folyik ősidők óta, ezért az itt élő embereket mindig is foglalkoztatta az időjárás változása. Az OMSZ mérőállomása 1979-ben került Újkígyósra. Észlelőnk 36 éven át áldozatos, szorgalmas munkájával szolgáltatta az adatokat.

Dr. Tóth Pálné, Vancsó Ildikó néni legrégebbi észlelőink egyike. Pestszentlőrincen az eredeti Hargita téren áll a mérőállomás, ahol Tóth Pál igazgató és felesége 52 évvel ezelőtt megkezdte a rendszeres méréseket. Az első 30

néni férje 1969-től végezte az észlelést, s az ő elhunytá után vette át 1999-ben Anna néni a csapadékmérést. 2008-tól unokája, Ötvös Tamás továbbítja a méréseket. Köszönjük a családnak a hűséges, odaadó munkát! Anna néni távollétében lánya, vette át az oklevelet.

Veres Eszter Újfehértóról érkezett. Eszter néninek a Szabolcs megyei település kertésztechnikusaként a területen honos alma termesztése adott munkát évtizedeken keresztül. Később kertészmérőként kutatómunkát végzett, de mindezek mellett sem szakított a rendszeres me-

teorológiai észleléssel. Hűségét és áldozatos munkáját köszöntük meg a kitüntetéssel.

Az Országos Meteorológiai Szolgálat idén másodízben adta át az „Év MET-ÉSZ észlelője” díjat, amit idén az internetes észlelői hálózatba nap mint nap belépő és oda adatokat, észleléseket továbbítóknak közül *Kósa-Kiss Attila* nyert el. Észleléseit a határokon túl, Nagyszalontán (*Salonta, Románia*), végzi, nemcsak meteorológiai, hanem csillagászati megfigyeléseket is, igen magas színvonalon. Méréseiről rendszeres ír, 1992 óta 22 közleménye jelent meg a *Léggörben*, legutóbb: *Kósa-Kiss*, 2012. Észleléseihez részletes leírásokat ad a felhözetről, és a MET-ÉSZ fórumon is aktív felhasználó. Köszönjük 3829 leadott észlelése mögötti kitartó, szorgalmas munkáját.

A Szolgálat Tudományos Tanácsa minden évben Szakirodalmi Nívódíjjal jutalmazza az év legszínvonalasabb szakmai publikációs termékét.

Az idei „Szakirodalmi Nívódíjat” az OMSz Tudományos Tanácsa az *Atmospheric Research* 123 (2013) számában a 293-304. oldalon megjelent *Simultaneous observation of an above-anvil ice plume and plume-shaped BTD anomaly atop a convective storm* című cikknek ítélte. Szerzőtársak: Putsay Mária, Gróbné Szenyán Ildikó és Simon André. Az elismerő oklevelet Horváth László, a TuTa elnöke adja át a díjazottaknak.

Dévényi Dezső örökösei a két évente adható Dévényi Dezső numerikus prognosztikai emlékérmét ez évben *Brewer Hajnalka* tanársegédnek ítelték, aki *A talaj hidrofizikai tulajdonságainak hatása a konvektív csapadéokra és a vízmérleg egyes összetevőire: meteorológiai és klimatológiai vizsgálatok Magyarországon* c. doktori dolgozatával nyerte el a díjat, amelyet Dévényi Dezső lánya, *Patricia* adott át.

A Meteorológiai Társaság megalapításának 90. évfordulója alkalmából az MMT és az OMSz közös gyermekrajz pályázatot hirdetett óvodás korú gyermekek részére „*Mi jut eszedbe az időjárásról?*” címmel. A felhívásra közel

300 db remekmű érkezett, melyek közül kilenc kategóriában választottuk ki első helyezetteket, akik postán kapják meg a nekik járó díjat. A legjobbak közül lett kiválasztva a pályázat abszolút első három nyertese, akik az ünnepségen személyesen vehették át az ajándékaikat.

Az első helyezett *Takács Kristóf* (6 és fél éves) kisfiú, a Tárogató Óvoda nagycsoportosa, Győrből érkezett szülei-vel. Kristóf rajza a „*Szél*” kategória első helyezettje is egyben.

A „*Tél*” kategória első helyezettje nyerte el a zsűri második díját. *Kovács Sámuel* (6 éves) a kistarcsai Gesztenyés Óvoda nagycsoportosa.

A verseny harmadik helyezettje, *Juhász Alicia* már 7 éves. A bátaszéki MOB Pörbolyi Tagóvodájába jár. Alicia rajza egyúttal a „*Szivárvány*” kategória első helyezett képe is.

Az ünnepséget két szakmai előadás is színesítette. *Lakatos Mónika* az OMSz Éghajlati Osztályának szakértő munkatársa az idei világnap mottóját követve az éghajlati változások által követelt alkalmazkodás területeit és az éghajlati ismeretek felhasználásának lehetőségeit kívánta bemutatni „*Alkalmazkodjunk okosan! Váltsuk tettekre éghajlati ismereteinket!*” című előadásával.

Az idei évben sok jeles évforduló mellett a Magyar Meteorológiai Társaság megalakulásának 90. évfordulóját is ünnepeltük. Hogy mi rejlik az 1925-ben létrejött szakmai közösség múltjában és jelenében, néhány percben Dunkel Zoltán, az MMT elnöke mutatta be „*90 éves a Magyar Meteorológiai Társaság (1925–2015)*” címmel.

Az ünnepség záróakkordjaként csoportkép készült az ünnepeltekről, majd az ő tiszteletükre adott állófogadással fejeződött be az ünnepi alkalom.

Irodalom

Kósa-Kiss, A., 2009: Aeroszolfelhő a Kuril-szigetetről (A Szaricsev vulkán egyes hatásai a sztartoszférára és a troposzférára). *Léggör* 54(3) 32-34

Tóth, Pné és Tóth, P., 1982: Harminc év egy budapesti csapadékmérő állomáson. *Léggör* 27(4), 21-23

2014. ÉV IDŐJÁRÁSA

WEATHER OF 2014

Vincze Enikő

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

Bevezetés. A 2014-es év sok szempontból nevezetes hazánk területén, melyet *1. ábránk* is szemléltet. 11,95°C-os középhőmérsékleti értékkel 1901 óta a legmelegebbnek bizonyult (homogenizált, interpolált adatok alapján), 0,2°C-kal megelőzte az eddigi legmelegebb 2007-es évet is. Érdekes, hogy ezúttal nem a nyári hőség mutatkozik meg a magas éves átlagot tekintve – ugyanis tavaly elmaradtak a hóhullámok, hősi-riadók és aszályos időszakok, ezzel 2014 megtörte az elmúlt években megfigyelt, forrósággal jellemezhető nyarak sorát. Az év többi hónapja bizonyult szokatlanul melegnek. Emellett elmondható az is, hogy hazánkban az elmúlt év a minimumhőmérsékleteket illetően nevezhető leginkább rekordernek.

Megemlítjük, hogy nemcsak hazánk területén jelentős az elmúlt év: a WMO közlése alapján a nemzetközi adatsorok 1850-es kezdete óta ez volt a legmelegebb év globális átlagban is. Az adatokhoz illesztett lineáris trend (*1. ábra*) egyértelműen emelkedést mutat, mely az elmúlt 114 évben +1,20°C-nak, az elmúlt 30 évre vonatkozóan pedig +1,62°C-nak adódik.

A csapadékmennyiségeket tekintve a 2014-es év a csapadékosabbak között foglalt helyet az 1901-től induló adatsorban. Kitérünk itt is az elmúlt pár évhöz képest rendhagyó nyári időszak, mivel az év legcsapadékosabb hónapjait nyáron jegyeztük. Az éves átlagos csapadékösszeg 739,8 mm, mely a sokéves átlag 130%-a. Az elmúlt 114 év adataihoz exponenciális trendet illesztve 5,6%-os mérsékelt csökkenés jelentkezik, míg az elmúlt 30 évet tekintve 16,9%-os növekedés figyelhető meg az éves csapadékösszegekben (azonban ezek egyike sem szignifikáns).

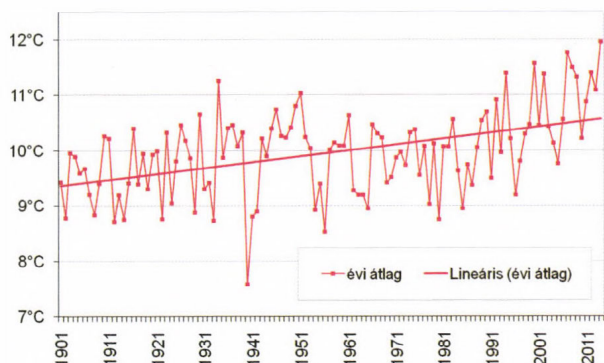
Globálsugárzás. Ebben az évben hozzávetőleg a normálnak megfelelő mennyiségű napenergia érte a felszínt 2014-ben országos átlagban (normál: 454 kJ/cm²; 2014: 446 kJ/cm²; 98%). Július helyett júniusban mértük a legmagasabb értéket, de szokatlanul sok napsütésre utal a márciusi adat is (*3. ábra*). A globálsugárzás éves összege hazánk területén 360 és 480 kJ/cm² között változik, síkvidéken 440 és 480 kJ/cm² között alakul. 2014-ben DK-en regisztráltuk a legmagasabb értékeket,

masútt jellemzően 430 és 460 kJ/cm² között mozogtak az értékek (4. ábra).

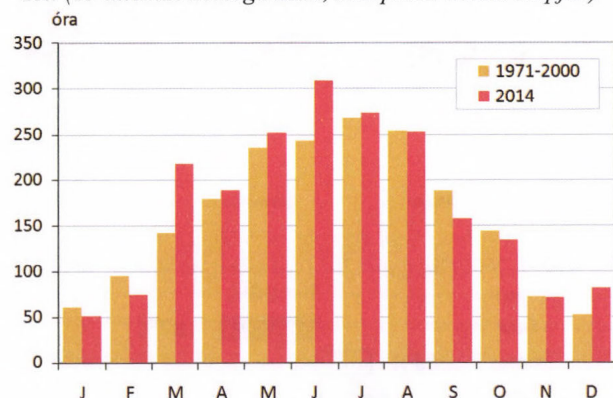
Hőmérséklet. Ahogy 5. ábránkon is jól látható, mindössze két kivétellel az összes hónap melegebb volt a megszokottnál. A legnagyobb pozitív anomáliát március adataiból kaptuk eredményül, a havi átlag 4,1 °C-kal magasabbnak adódott a normálnál. Ezt követi a február (+3,27 °C), illetve a január (+3,3 °C), majd a november (+3,1 °C). Mindezek eredményeként a

teinken volt megfigyelhető (-1 és 0 °C között). A 2014-es téli hónapokhoz hasonlóan a február is jelentősen melegebb volt a megszokottnál: jellemzően 3–4 °C-kal volt melegebb az átlagosnál szerte az országban.

2014 márciusa szintén jelentősen melegebbnek bizonyult a megszokottnál: az országban sehol sem volt hűvösebb a harmadéves átlagnál, a legnagyobb részen a havi átlaghőmérséklet a sokéves normálnál 3,5–4,5 °C-kal is magasabbnak adódott. Az ÉK-i régióban és a Dunántúli-középhegységben ala-



1. ábra: Az országos évi középhőmérsékletek 1901 és 2014 között (15 állomás homogenizált, interpolált adatai alapján)

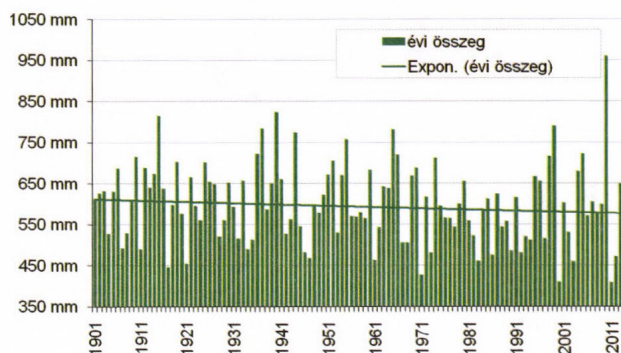


3. ábra: A globálsugárzás havi értékei 2014-ben és 1971-2000 között

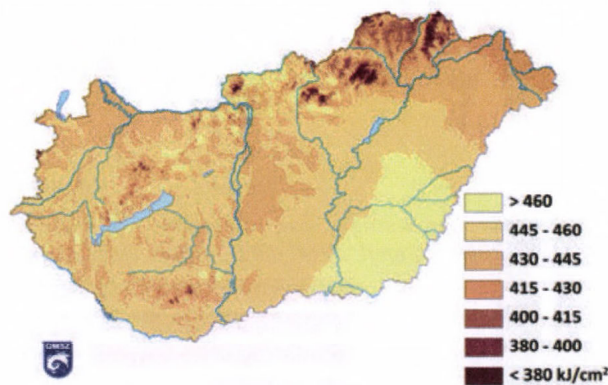
január a 7., a február a 9., a március az 1. legmelegebb január, február, illetve március, de az első 20 helyezett között szerepel még április, október, november és december hónap is. Ezzel együtt 2014-hez köthető a 3. legmelegebb tél, a 7. legmelegebb tavasz és az 5. legmelegebb ősz az adatsorok 1901-es kezdete óta. Bár a hóhullámok és hőségriasztások 2014-ben elmaradtak, a nyár középhőmérséklete még így is magasabbnak bizonyult a sokéves átlagnál. Összességében 2014 a legmelegebb év hazánkban adatsoraink 1901-es kezdete óta, és a legmelegebb év globálisan 1850 óta.

2014 januárja (6. ábra) jelentősen melegebbnek bizonyult a megszokottnál: az ország legnagyobb részén a havi átlaghőmérséklet a normálnál 3–4 °C-kal is magasabbnak adódott. A K-i határszélen alakult ki a legnagyobb anomália, itt átlagban 4–4,5 °C-kal is melegebb volt a szokásosnál. A középhőmérséklet zömmel 2–3 °C között alakult, ugyanakkor DNy-ÉK irányú átlaghőmérséklet-csökkenés is megfigyelhető volt.

A februári középhőmérséklet zömmel 3–5 °C között alakult. Ennél melegebb Szeged, Szigetvár és Balatonederics környékén adódott, valamint az É-i országrészben elszórta (5–6 °C között). Hidegebb ÉK-en, valamint a magasabban fekvő területe-



2. ábra: Az országos évi csapadékösszegek 1901 és 2014 között (58 állomás homogenizált, interpolált adatai alapján)



4. ábra: A globálsugárzás éves összege 2014-ben

kult ki a legnagyobb pozitív anomália, itt átlagban 4,5–5,5 °C-kal is melegebb volt a szokásosnál. A középhőmérséklet zömmel 8–10 °C között alakult.

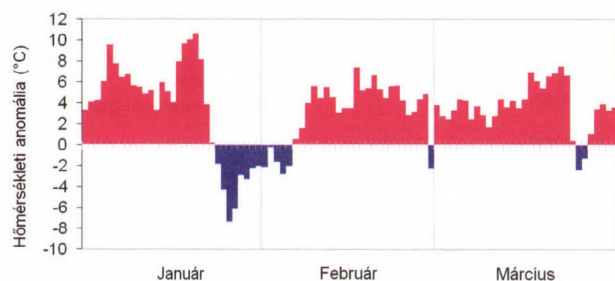
Áprilisban (7. ábra) a középhőmérséklet jórészt 12–13 °C közé esett hazánkban. 1,8 °C-kal melegebbnek bizonyult a hónap a megszokottnál: az ország legnagyobb részén a havi átlaghőmérséklet a sokéves normálnál 1,5–2,5 °C-kal magasabbnak adódott. Az ÉK-i régióban és a Dunántúlon, az Alpokalján alakult ki a legnagyobb anomália, itt átlagban 2,5–3 °C-kal is melegebb volt a szokásosnál.

2014 májusa 0,7 °C-kal hűvösebb volt a megszokottnál: az ország legnagyobb részén a havi átlaghőmérséklet a normálnál 0,5–1,0 °C-kal alacsonyabbnak adódott. Pozitív anomália értékek csak az Északi-középhegység magasabban fekvő területein és a K-i határszélénél voltak megfigyelhetők. A középhőmérséklet zömmel 14–16 °C közé esett.

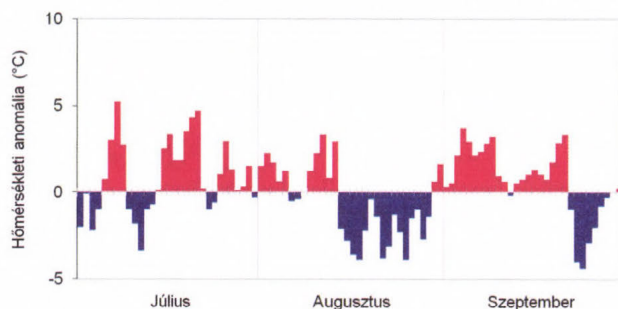
A középhőmérséklet júniusban legnagyobb részén 19–21 °C között alakult az ország területén, az értékekben Ny/ÉNy-DK irányú növekedés volt jellemző. A sokéves átlaghoz képest a legtöbb helyen +0,5–1 °C anomália volt jellemző. A Ny-i országrészen előfordult a normálnál 2 °C-kal magasabb havi át-

lag is, míg az É-i határszélen fél fokkal hűvösebb volt a megszokottnál.

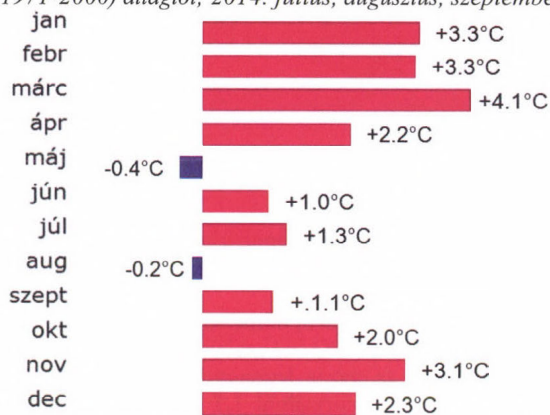
A július havi középhőmérséklet zömmel 21–22 °C között alakult az országban. A legmelegebb területek a Tisza vonalában és a K-i régióban, illetve a Duna felső szakaszán jelentkeztek (22–23 °C közötti átlagok), alacsonyabb átlagok a magasabban fekvő területeinken jelentek meg (16–20 °C között). DNy–ÉK irányú anomália-növekedés volt megfigyelhető.



6. ábra: Napi országos középhőmérsékletek eltérése az (1971-2000) átlagtól; 2014. január, február, március



8. ábra: Napi országos középhőmérsékletek eltérése az (1971-2000) átlagtól; 2014. július, augusztus, szeptember

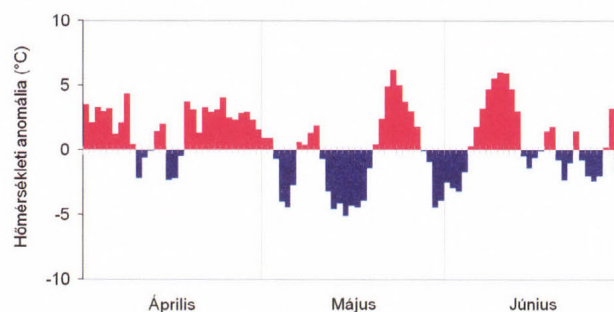


2014. év +1.9°C

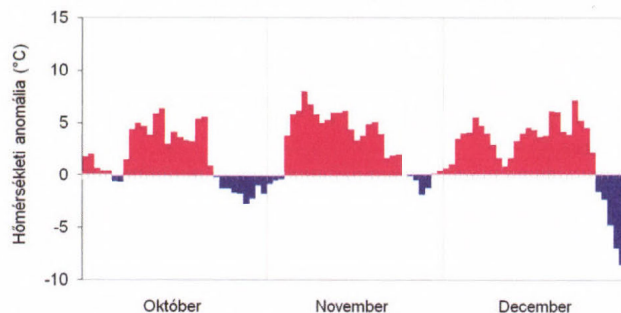
5. ábra: Az országos havi középhőmérséklet eltérése a sokévi (1971-2000-es) átlagtól 2014-ben (15 állomás homogenizált, interpolált adatai alapján)

Augusztusban (8. ábra) ÉNy–DK irányú középhőmérséklet-emelkedés alakult ki az ország területén: a Ny-i határszélen 17–20 °C volt jellemző, az ország DK-i sarkában 22 °C körüli hőmérsékletek is jelentkeztek. Egészen a Tisza vonaláig hűvösebb volt a szokásosnál, leginkább Ny-on és É-on maradtak el a hőmérsékleti értékek a normáltól (-0,5 és -1 °C közötti anomália).

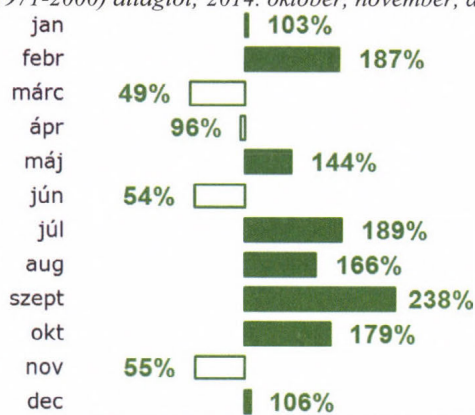
Szeptemberben a havi átlaghőmérséklet az ország legnagyobb részén 16 – 18 °C között alakult, mely a normálnál 0,8 °C-kal magasabb. Ennél hűvösebb a Dunántúlon volt megfigyelhető (havi átlaghőmérséklet 15–17 °C között), a legmagasabb értékek pedig K-en jelentkeztek (18 °C körül). Az ország legnagyobb részén 0,5 – 1,5 °C-kal volt melegebb a megszokottnál. Októberben az országos átlaghőmérséklet 12 °C volt, mely a normálnál 1,6 °C-kal magasabb érték. Az ország legnagyobb



7. ábra: Napi országos középhőmérsékletek eltérése az (1971-2000) átlagtól; 2014. április, május, június



9. ábra: Napi középhőmérsékletek eltérése az (1971-2000) átlagtól; 2014. október, november, december



2014. év 130%

11. ábra: Havi csapadékösszegek 2014-ben az 1971-2000-es normál százalékában (58 állomás homogenizált, interpolált adatai alapján)

részen 1,5 – 2,5 °C-kal volt melegebb a megszokottnál. Jóval melegebbnek adódott a november a sokéves átlagnál. A Ny-i határszélen az anomália értéke a 4 °C-ot is meghaladta. A Duna-Tisza közén és ÉK-en adódott a legkisebb különbség, azonban még itt is a megszokottnál +2–3 °C-kal magasabb átlaghőmérsékletek voltak megfigyelhetők. A legmelegebb a Kisalföld térségében, a leghűvösebb ÉK-en volt.

Az országos havi átlag $7,2^{\circ}\text{C}$, ami a sokéves átlagnál 3°C -kal magasabb.

Decemberben az ország nagy részén $2\text{--}4^{\circ}\text{C}$ között alakult a havi középhőmérséklet, az értékekben E-D irányú növekedés volt megfigyelhető. A hónapot az egész országban pozitív anomália jellemezte, a normálnál átlagosan $2\text{--}3^{\circ}\text{C}$ -kal volt melegebb.

Az ország jelentős részét 12°C -nál is magasabb éves középhőmérsékletek jellemezték. D-É irányú csökkenés figyelhető meg az értékekben (10. ábra), és mindössze a magasabban fekvő területeinken jegyeztünk 10°C -nál alacsonyabb átlagokat.

A hőmérsékleti anomália átlagosan $+1,5\text{--}2^{\circ}\text{C}$ között alakult 2014-ben. A megszokottnál hidegebb sehol sem volt éves átlagban.

A hideg küszöbnapok száma jól kifejezi a megszokottnál melegebb évet: fagyos nappól ($T_{\min} \leq 0^{\circ}\text{C}$) a várt 96 nap helyett 49 napot jegyeztünk 2014-ben, zord nap ($T_{\min} \leq -10^{\circ}\text{C}$) a normál 9 helyett mindössze 3-szor fordult elő, téli nappól ($T_{\max} \leq 0^{\circ}\text{C}$) pedig 11-et figyeltünk meg a 25 helyett.

Nyári nap ($T_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$) éppen annyi volt, mint az 1971–2000-es átlag (75 nap), hőségnappól ($T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$) 19-et regisztráltunk (a normál 20 nap). Forró nap ($T_{\max} \geq 35^{\circ}\text{C}$) nem jelentkezett 2014-ben (normál: országos átlagban 1 nap).

Csapadék. 2014 a 9. legcsapadékosabb év volt hazánkban 1901 óta. Az éves átlagos csapadékösszeg 739,8 mm, mely 30%-kal magasabb az 1971–2000-es átlagnál (11. ábra). Három, a megszokottnál jelentősen szárazabb hónap fordult elő az évben: márciusban a normál 49%-át jegyeztük, júniusban annak 54%-át, novemberben pedig 55%-ot. Három hónapban országos átlagban a normálnak megfelelő csapadékmennyiség hullott (január, április és december), hat hónap pedig jelentős csapadéktöbblettel telt.

Az elmúlt néhány évtől eltérően két nyári hónapot is igen csapadékos időjárás jellemezte: júliusban az 1971–2000-es átlag majdnem kétszeresét figyeltük meg, augusztusban pedig több mint másfélszeresét. A július ezzel az elmúlt 114 év 5. legcsapadékosabb júliusa, az augusztus pedig a 12. legcsapadékosabb augusztus hazánkban. Az átlagnál melegebb és csapadékosabb viszonyok következtében július időjárása már-már trópusi jellegűnek is beillt.

A 19. legesősebb nyár után a szeptemberben (6. legcsapadékosabb) és októberben lehullott csapadékmennyiségek a 14. legcsapadékosabb őszt eredményezték 1901 óta.

Az éves átlagos csapadékösszeg az ország legnagyobb részén 600–800 mm között alakult (12. ábra). DNY-ÉK irányú csökkenés volt megfigyelhető: a DNY-i határszélen nem volt ritka az 1000 mm feletti érték sem, míg Debrecen környékén 500 mm alatt maradtak az értékek.

Januárban zömmel a megszokott csapadékmennyiség 60–100%-a hullott le hazánkban. A Ny-i országrész esetében csapadékhányról számolhatunk be (a normál 60–80%-át jegyeztük), de leginkább ÉNy-on maradtak el a havi csapadékösszegek a megszokott értékektől (az 1971–2000-es átlag 30–50%-a). K-en ugyanakkor többlet jelentkezett: ÉK-en a normál 120–200%-a hullott le. Az országos átlagos csapadékösszeg januárban (32,8 mm) az 1971–2000-es normál alapján (33,5 mm) megszokottnak mondható.

A februárban jegyzett csapadékmennyiségeket tekintve az egyes országrészek között jelentős eltérések voltak megfigyelhetők: míg Ny-on zömmel 70–150 mm összeget regisztráltunk, a K-i határszélen mindössze 10–15 mm közötti csapadékmennyiség hullott. Országos átlagban a megszokott csapadékmennyiség majdnem 180%-a hullott le a hónapban, ami leginkább a Ny-i területek bő csapadéktöbbletének köszönhetően alakult

ki. A Ny-i határszélen több helyen az adott területre vonatkozó normál közel négyszeresét jegyeztük, de a teljes Dunántúla 140%-ot meghaladó anomália volt jellemző.

Jellemzően a megszokott csapadékmennyiség mindössze 40–50%-a hullott le hazánkban március folyamán, 10–25 mm közötti értékeket jegyeztünk. A Kisalföld térségében és a Duna-Tisza-közén jelentős csapadékhány lépett fel (a normál 10–30%-a hullott le). Csak DK-en közelítette meg a havi csapadékmennyiség az 1971–2000-es éghajlati normál értékeit (80–100%). A márciusi országos átlagos csapadékösszeg 14,4 mm-nek adódott, mely a sokéves átlag 45%-ának felel meg.

Áprilisban az ország nagy részén 35–45 mm közötti értékeket jegyeztünk, ÉK-en és a középső területeken 25 mm alatti havi csapadékösszegek voltak jellemzőek. Az országos területi átlag 42,4 mm, mely a normál 91%-a.

Az ország nagy részén 80–90 mm közötti csapadékmennyiségeket jegyeztünk májusban – országos átlagban a sokéves átlaghoz képest jóval több csapadék hullott ebben a hónapban. Belsőhátsófalván a sokéves átlag több mint háromszorosát jegyeztük. A havi országos átlag 97,6 mm. Májusban több helyen is volt jégeső. Május 1-én Pécsen, 12-én Edelenyben, május 16-án a Nyírségben észleltek tubát. Május 17-én villámárvíz volt a Borsónyban.

1901 óta a 11. legszárazabb júniusról számolhatunk be, az országos átlagos csapadékösszeg a normál mindössze 54%-át teszi ki. Az ország legnagyobb részén 30–45 mm között alakult a havi csapadékösszeg. A D-i, DNY-i országrész csapadékosabbnak bizonyult (50–90 mm), míg É-on, ÉK-en nem volt ritka a 15 mm alatti érték. ÉK-en volt a legnagyobb mértékű a hiány, itt a megszokott mennyiség 5–30%-át regisztráltuk.

Hazánk legnagyobb részén 100 és 200 mm között alakult a júliusi csapadékösszeg. Az egyes területekre számított 1971–2000-es átlagokhoz képest a legnagyobb csapadéktöbbletek a DK-i országrészben jelentkeztek, itt a megszokott mennyiségnek nem ritkán a háromszorosa-négyszerese is lehullott. Az országos átlag 120 mm, mely a megszokott mennyiség mintegy 183%-a.

A Ny-i országrészben a legnagyobb területeken 120–150 mm közötti csapadékmennyiséget jegyeztünk augusztusban, K-en jellemzően 30–55 mm közötti ez az érték. A sokéves átlaghoz képest Budapest környékén és a Ny-i országrészben adódott a legnagyobb pozitív anomália: Pest-megye több településén a megszokott mennyiség több mint három és félszerese hullott le, Ny-on pedig jellemzően több mint kétszerese. K-en 60–160% közötti értékeket kaptunk eredményül.

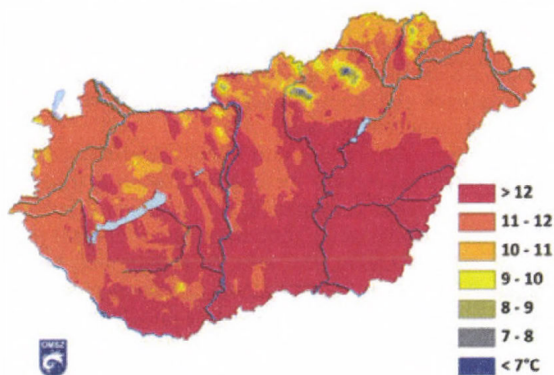
Szeptemberben az ország jelentős részén hullott nagy mennyiségű csapadék. A Tisza vonalától Ny-ra 100–200 mm volt a jellemző. Az ország ÉK-i csücskében ezzel szemben 25 mm alatti mennyiségeket is megfigyelhettünk. Az országos csapadékatlag 113,6 mm volt, ami a havi átlag majdnem két és félszerese.

Októberben átlagosan 73 mm csapadék hullott, ez 29 mm-rel több, mint a sokéves átlag (44 mm). A DNY-i részen hullott a legtöbb eső, itt 100–150 mm közötti mennyiségeket jegyeztünk, É-on pedig 35–55 mm között alakult ez az érték. Az ország legnagyobb részén az átlagnál jóval több csapadék hullott októberben. A Duna-Tisza-közén Bács-Kiskun megyében jelentkezett a legnagyobb pozitív anomália. Itt a havi várható érték háromszorosa – három és félszerese hullott.

A november az előző hónapokhoz képest jóval szárazabbnak bizonyult. Országos átlagban 25,8 mm hullott, ami a normál mindössze 50,1%-a. ÉK-en volt a legszárazabb, itt 5–15 mm-t mértünk.

Decemberben az ország nagy részén általában 30–50 mm csapadék hullott (a normál 60–120%-a), ennél szárazabbnak csak

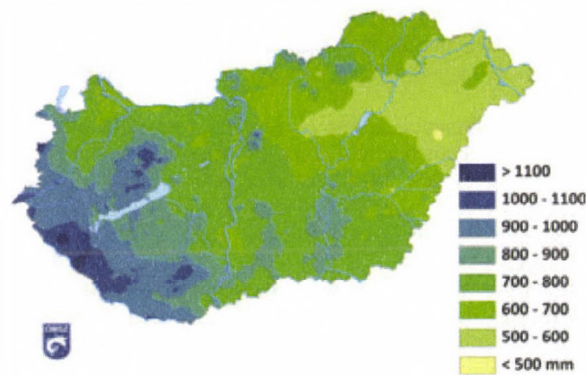
az ÉK-i területek bizonyultak, ahol 20 mm-nél kevesebb csapadék is előfordult (normál 40–60%-a). A legtöbb csapadék az ország ÉNy-DK tengelyére és a DNy-i területekre volt jellemző, ahol 60–80 mm is lehullott a hónap során (normál 120–200%-a). Az ország időjárását december első napjaiban egy mediterrán ciklon alakította, melyből jelentős mennyiségű eső, ónoseső és hó hullott. 20-a körül egyes területeken jégeső is előfordult. Csapadékos napból az év során 16-tal többet jegyeztünk a megszokottnál (normál: 113 nap; 2014: 129 nap), és a 10 mm-t elérő napokból is többet számoltunk (normál: 18 nap; 2014: 23 nap).



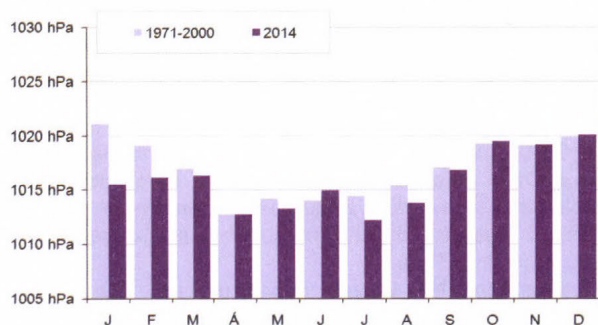
10. ábra: 2014. évi középhőmérséklet (°C) (57 állomás homogenizált, interpolált adatai alapján)

nyomás havi átlaga a megszokott értékek körül alakult, vagy alacsonyabb volt azoknál – mindössze júniusban látható számottevő pozitív anomália. A januári és a februári érték messze elmaradt a megszokottól.

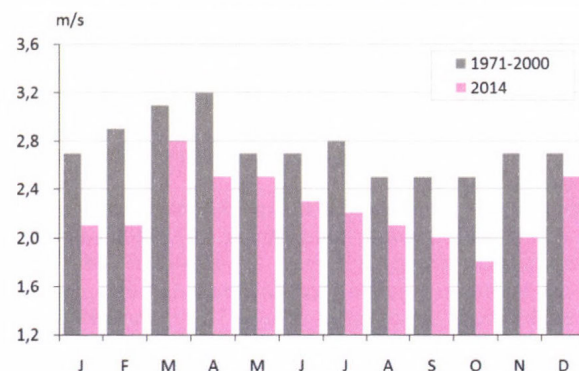
Szél. Országos átlagban a szélesség évi átlaga 2–3,5 m/s között változik, ez alapján hazánk mérsékelt szelűségi területnek minősül. A havi átlagos szélesség éves menetében (14. ábra) általában áprilisban jelentkezik a maximum, míg a legacsonyabb értékeit augusztus és október között veszi fel. 2014-ben a normáltól eltérően a havi átlagos szélesség Bu-



12. ábra: A 2014. évi csapadékösszeg



13. ábra: A tengerszinti légnyomás havi átlagai Budapest-Pestszentlőrincen 2014-ben és 1971-2000 között



14. ábra: A szélesség havi átlagai Budapest-Pestszentlőrincen 2014-ben és 1971-2000 között

20 mm-nél nagyobb csapadékösszeget 8 napon figyeztünk meg országos átlagban (normál: 4 nap). Havas napból jelentősen kevesebb fordult elő a vártnál: 23 helyett mindössze 8 nap.

Légnyomás. A havi átlagos légnyomás értékek alapján a nagytérű nyomási képződmények gyakoriságára következtethetünk. A 13. ábra alapján elmondható, hogy a tengerszinti lég-

dapest-Pestszentlőrinc állomáson márciusban volt a legnagyobb, melyet az áprilisi, májusi és decemberi átlagok követnek másodikként. Általánosságban elmondható, hogy egyetlen hónapban sem haladta meg a 2014-es átlagérték a normált. A leginkább a januári, februári, októberi és novemberi értékek maradnak el a szélességek megszokott havi átlagaitól.

I. táblázat: Az Országos Meteorológiai Szolgálat mérései szerint a 2014-es év szélsőségei, a mérés helye és ideje

Elem	Érték	Mérés helye	Mérés ideje
Legmagasabb mért hőmérséklet	36,5°C	Budakalász	június 10.
Legalacsonyabb mért hőmérséklet	-20,1°C	Bátaapáti	december 31.
Legmagasabb minimumhőmérséklet	23,9°C	Budapest Belterület	július 21.
Legnagyobb évi csapadékösszeg	1228,1 mm	Budapest Rákócscsaba	
Legkisebb évi csapadékösszeg	455,5 mm	Debrecen	
Legnagyobb 24 órás csapadékösszeg	116,2 mm	Szentes Pankota	augusztus 6.
Legvastagabb hótakaró	35 cm	Máza	január 25.
Legnagyobb évi napfényösszeg	2283,1 óra	Debrecen	
Legkisebb évi napfényösszeg	1859,1 óra	Kékestető	

2014/2015 TELÉNEK IDŐJÁRÁSA WEATHER OF WINTER 2014/2015

Vincze Enikő

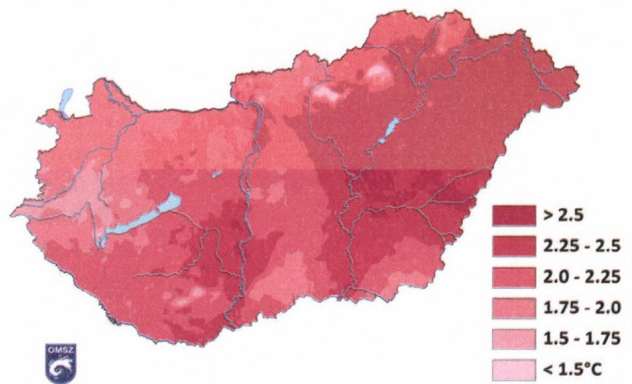
Országos Meteorológiai Szolgálat, H-1525 Budapest, Pf. 38., vincze.e@met.hu

Az évszakos átlaghőmérséklet $2,1^{\circ}\text{C}$. A teljes téli időszakot tekintve mindenhol melegebb volt a megszokottnál hazánk területén, az 1981-2010-es átlagnál alacsonyabb évszakos értékek se-

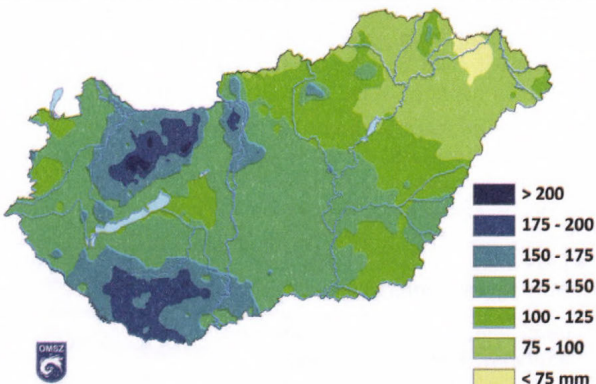
teken alakultak ki, itt egyes helyeken a középhőmérséklet 0°C alatt maradt. A normálnál átlagosan $2-3^{\circ}\text{C}$ -kal volt melegebb. A legkisebb pozitív anomália ÉNy-on alakult ki, $1-1,5^{\circ}\text{C}$, míg a



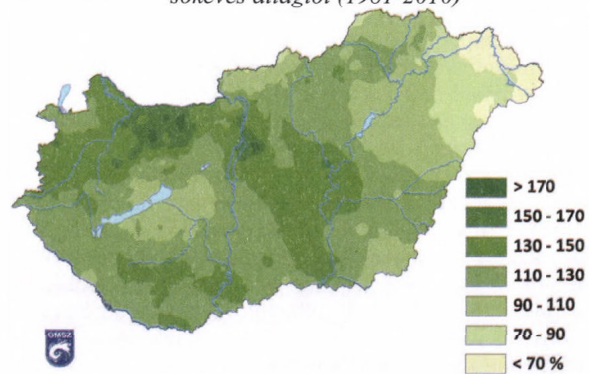
1. ábra: A 2014/2015-ös tél középhőmérséklete ($^{\circ}\text{C}$)



2. ábra: A 2014/2015-ös tél középhőmérsékletének eltérése a sokéves átlagtól (1981-2010)



3. ábra: A 2014/2015-ös tél csapadékösszege



4. ábra: A 2014/2015-ös tél csapadékösszege a sokéves (1981-2010-es) átlag százalékos arányában kifejezve

hol sem jelentkeztek. Az országos éves átlagos anomália értéke $+2,2^{\circ}\text{C}$. Az egyes hónapokat tekintve az 1981-2010-es átlagot leginkább a januári átlaghőmérséklet haladta meg ($+2,8^{\circ}\text{C}$), ezzel 2015 januárja a 10. legmelegebb január 1901 óta. A decemberi $+2,6^{\circ}\text{C}$ -os anomáliával a 2014-es volt a 14. legmelegebb december, a február pedig a 32. legmelegebbnek adódott (anomália: $+1,2^{\circ}\text{C}$). 2014/2015 tele a 7. legmelegebb tél 1901 óta. Az országos átlagos téli csapadékösszeg $133,9\text{ mm}$ a homogenizált adatok alapján; országos átlagban 2014/2015 tele 22%-kal csapadékosabbnak bizonyult a megszokottnál. Az évszak hónapjait tekintve a januárt emelhetjük ki, mely a legcsapadékosabb volt az idei télen, és az 1901-től vezetett rangsorban is előkelő helyet foglal el: 2015 januárja a 8. legcsapadékosabb január az elmúlt 115 év viszonylatában. A december az átlagnak megfelelően alakult, így a rangsorban is közepén helyezkedik el (49.), a február pedig hátrébb (70.). Összességében az idei tél a 32. legcsapadékosabb volt 1901 óta.

December. Decemberben az ország nagy részén $2-4^{\circ}\text{C}$ között alakult a havi középhőmérséklet, É-D irányú melegedés volt megfigyelhető. A legalacsonyabb értékek a magasabban fekvő területe-

legnagyobb anomália, $3-4^{\circ}\text{C}$ az ÉK-i területeken volt jellemző. 12 fagyos nap ($T_{\min} \leq 0^{\circ}\text{C}$) jelentkezett, mely 9 nappal kevesebb, mint a sokéves átlag. Zord nappból ($T_{\min} \leq -10^{\circ}\text{C}$) és téli nappból ($T_{\max} \leq 0^{\circ}\text{C}$) is kevesebb fordult elő (rendre 1 és 4, a normál értékek pedig 3 és 8).

A hónap során mért legmagasabb hőmérséklet:

$17,2^{\circ}\text{C}$, Drávaszabolcs (Baranya megye), december 14.

A hónap során mért legalacsonyabb hőmérséklet:

$-20,1^{\circ}\text{C}$, Bácsaapáti (Tolna megye), december 31.

A hónap során a megszokott csapadékmennyiségnek átlagosan a 60-120%-a hullott le hazánkban: az ÉK-i határszélen a megszokott mennyiség 40-60%-át figyeltük meg, míg az ország ÉNy-DK tengelyén a normál 120-200%-a is előfordult. Országos átlagban a normál 98%-át jegyeztük (46,1 mm), és a csapadékos napok száma is pontosan a sokéves átlagnak megfelelő (11 nap).

A hónap legnagyobb csapadékösszege:

76,9 mm, Tata (Komárom-Esztergom megye)

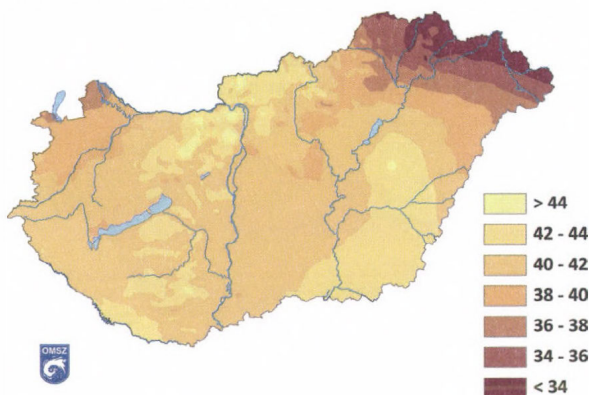
A hónap legkisebb csapadékösszege:

13,8 mm, Hídvégardó (Borsod-Abaúj-Zemplén megye)

24 óra alatt lehullott maximális csapadék:

42,7 mm, Zsámbok (Pest megye), december 1.

Január. A januári átlaghőmérséklet +1 és 3 °C között alakult hazánk legnagyobb részén. Ennél hidegebb az ország ÉK-i sarkában (0–1 °C), illetve a magasabban fekvő területeinken volt jellemző (-3 és 0 °C között). Zömmel DNy-ÉK irányú csökkenés adódott az átlaghőmérsékleteket tekintve. A hónap az ország legnagyobb részén 2–3 °C-kal melegebbnek bizonyult a megszokottnál; a



5. ábra: A 2014/2015-ös tél globálisugárzás összege (kJ/cm²)

sokéves átlagnál hűvösebb január sehol sem fordult elő. Pásztó környékén még a 3,5 °C-ot is meghaladta az anomália értéke.

A megszokottnál enyhébb januárról tanúskodnak a hőmérsékleti küszöbnapok is. Fagyos napból 18-at jegyeztünk (normál: 24 nap), zord napból mindössze 1 fordult elő (normál: 4 nap), a téli nap kritériumának pedig 4 nap felelt meg (normál: 11 nap).

A hónap során mért legmagasabb hőmérséklet:

19,7 °C, Sopron Fertőrákos (Győr-Ménfőcsanak-Sopron megye), január 10.

A hónap során mért legalacsonyabb hőmérséklet:

-18,9 °C, Tarpa (Szabolcs-Szatmár-Bereg megye), január 7.

Jelentős csapadéktöbblet hozott a január: a megszokott mennyiség 191%-a hullott le országos átlagban. A megszokotthoz képest a legnagyobb csapadéktöbblet a Közép-Dunántúlon és Borsod-Abaúj-Zemplén megyében jelentkezett, itt a normál 240–360%-át figyelhetjük meg. Csapadékos napból a normál 9 nap helyett idén januárban 16 jelentkezett.

A hónap legnagyobb csapadékösszege:

161,0 mm, Bakonykoppány (Veszprém megye)

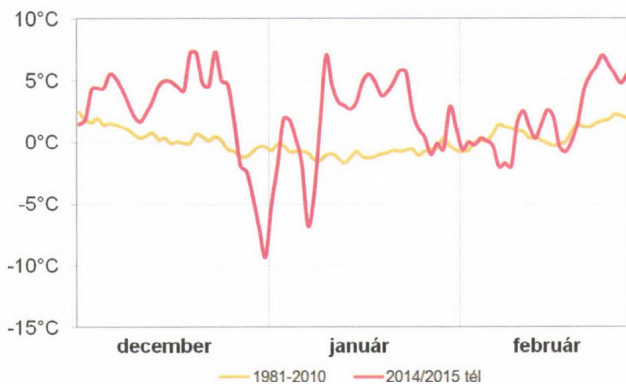
A hónap legkisebb csapadékösszege:

28,8 mm, Nógrádszakál (Nógrád megye)

24 óra alatt lehullott maximális csapadék:

54,3 mm, Mátraszentlászló (Heves megye), január 30.

Február. A februári középhőmérséklet +1 és 2 °C között alakult hazánk legnagyobb részén. A magasabban fekvő területeken ezúttal is hidegebb volt (-1 °C körül). Az országos átlaghőmérséklet 1,9 °C-nak adódott. A Balatontól É-ra eső területeken még megjelentek a sokéves átlagtól elmaradó középhő-



6. ábra: A 2014/2015-ös tél napi középhőmérsékleteinek eltérése a sokévi (1981-2010-es) átlagtól (°C)

mérsékletek (legfeljebb -0,5 °C), a K-i országrészben azonban már jellemzően a +1,5 °C-ot is meghaladta az anomália értéke. Sárospatak és Tokaj között lépett fel a legnagyobb eltérés: itt akár +3 °C-kal is melegebb volt a megszokottnál.

Fagyos napból 20-at jegyeztünk, mely megfelel a normálnak. Zord napból idén egyet sem figyelhetünk meg (normál: 3 nap), és téli napból is mindössze egyet (normál: 5 nap).

A hónap során mért legmagasabb hőmérséklet:

17,2 °C, Körösszakál (Hajdú-Bihar megye), február 24.

A hónap során mért legalacsonyabb hőmérséklet:

-15,9 °C, Hídvégardó (Borsod-Abaúj-Zemplén megye), február 5.

A bő csapadékot hozó január után februárban kevesebb esett a sokéves átlagnál, annak mindössze 82%-át jegyeztük. A csapadékos napok száma megfelel a normálnak (9 nap).

A hónap legnagyobb csapadékösszege:

85,9 mm, Vése (Somogy megye)

A hónap legkisebb csapadékösszege:

6,4 mm, Sajópüspöki (Borsod-Abaúj-Zemplén megye)

24 óra alatt lehullott maximális csapadék:

42,5 mm, Bakonya (Baranya megye), február 6.

2014/2015. tél időjárási adatainak összesítője

Állomás	Napsütés (óra)		Globálisugárzás	Hőmérséklet (°C)						Csapadék (mm)			Szél
	Évszak összes	Eltérés		Évszak közép	Eltérés	Max.	Napja	Min	Napja	Évszak összes	Átlag %-ában	≥ 1 mm napok	
Szombathely	261,3	37,0	14	2,1	2,0	14,3	01.10	-12,6	12.31	106,7	135,4	19	13
Nagykanizsa	-	-	14	2,5	2,2	14,8	01.16	-14,0	12.31	137,6	114,5	23	8
Siófok	-	-		2,4	1,9	14,4	01.16	-9,5	12.31	109,8	102,8	18	22
Pécs	290,0	52,9	14	2,6	1,9	14,7	12.14	-14,9	12.31	148,2	131,1	21	10
Budapest	255,0	27,6	13	2,6	2,1	16,7	01.11	-11,9	12.31	159,1	165,4	19	8
Kékestető	293,6	26,7	14	-2,1	1,1	7,4	01.11	-15,2	12.31	166,0	120,4	29	35
Szolnok	225,6	19,0	13	2,6	2,5	13,6	02.24	-11,0	12.31	143,9	152,0	26	11
Szeged	298,4	87,3	14	2,6	2,3	14,3	02.24	-13,7	12.31	126,5	133,5	24	7
Nyíregyháza	-	-	13	1,6	2,4	14,9	02.24	-13,8	01.07	71,3	77,4	20	8
Debrecen	262,9	65,1	13	2,0	2,4	16,3	02.24	-13,0	12.31	89,5	85,7	19	8
Békéscsaba	-	-	14	2,5	2,5	15,8	02.24	-12,4	12.31	129,4	114,6	23	4



Első helyezett

Takács Kristóf

(6 és fél éves)

Tárogató óvoda, Győr

„Sél”



Második helyezett

Kovács Sámuel

(6 éves)

Gesztenyész Óvoda,
Kistarcsa

„Tél”



Harmadik helyezett

Juhász Alícia

(7 éves)

Bátaszéki MOB
Pörböldi Tagóvodája

„Szivárvány”

A Meteorológiai Társaság megalapításának 90. évfordulója alkalmából az MMT és az OMSz által kiírt közös óvodai gyermekrajz pályázat „Mi jut eszedbe az időjárásról?” győztes rajzai

L É G K Ö R

60. évfolyam

2015. 2. szám



ELHUNYT VENTÚRA EDUÁRD

Budapest.1932.december 23. – Budapest.2015.május 20.



Ventura Eduárd a gimnáziumi érettségi után az ELTE TTK meteorológia szakán folytatta tanulmányait. Ez idő alatt, a nyári szüneteket kihasználva a lőrinci Marczell György Obszervatóriumban a magaslégköri mérések végrehajtásába segédkezett. 1956-ban szerzett diplomát, és 1957-ben az OMI Rádiószondázó Osztályán helyezkedett el. 1961-ben a szegedi Rádiószondázó Obszervatórium munkájában, a magaslégköri mérések szakmai megindításában vállalt aktívan részt. A 60-as évek közepén a Műszerhitelesítő Osztály vezetésével bízták meg. 1970-ben az OMI, majd később az OMSZ Közalkalmazotti Szakszervezete titkárává választották több ciklusban. Mindkét megbízatását nyugállományba vonulásáig látta el. Hamvait a rákoskeresztúri református kápolna sírkertjében helyezték örök nyugalomra.

ELHUNYT BÖJTI BÉLA

Nagykanizsa, 1933. április 20. – Siófok, 2015. július 24.

Értessítjük mindazokat, akik ismerték és szerették, hogy dr. Böjti Béla, a Meteorológiai Szolgálat *Siófoki Viharjelző Obszervatórium* egykori vezetője elhunyt. Végakarata szerint szűk családi körben helyezték végső nyugalomra.



Böjti Béla Nagykanizsán született háromgyermekes családban. 1943-ban – miután elvesztette édesapját –, Kőszegre a Magyar Királyi Hunyadi Mátyás Katonai Nevelőintézetbe került. 1945-ben a háború végén megszűnt a katonai nevelés, így Nagykanizsán, a Piarista Gimnáziumban folytatta tanulmányait. Ezen éveit meghatározta a katonás rend, a piarista nevelés és a falusi környezet. A nyarakat egy kis zalai faluban töltötte, ahol a félrevert harangokkal kísért „viharak” élményei magukkal ragadták. Ekkor fogalmazódott meg benne, hogy milyen pályát szeretne választani, s érettségi után a meteorológus szakra jelentkezett az ELTE-re. 1955-ben kapta meg diplomáját, majd 1972-ben doktorált. Szakdolgozatát „*Az orográfia hatása a csapadéokra*” címmel írta. Ifjú diplomásként először az Országos Meteorológiai Intézetbe járt szakmai gyakorlatra és felkészülésre. Egyetemi kapcsolatok révén ismerte meg leendő feleségét,

akivel 1955-ben kötött házasságot. 1956. március 5-én felesége szülőházájába, Albániába utaztak, ahol az ottani Elnöki Tanács kezdeményezésére a tiranai Hidrometeorológiai Szolgálatnál kezdett dolgozni, technikai tudományos besorolásban. Állomások telepítése, csapadékadatok értékelése, valamint szaktanácsadás volt a feladata repülőterek építéséhez, lecsapolási munkálatokhoz. 1958-ban tért vissza Tiranából és előbb Pestlőrincen az Aerológiai Obszervatórium Sugárzási Osztályán a Nemzetközi Geofizikai Év adatainak feldolgozásával foglalkozott, majd az akkori elnök, Dési Frigyes 1959. január elsején Siófokra, az 1956-ban épült Balatonkutató és Viharjelző Obszervatóriumba helyezte. 1958 és 62 között Siófok volt a Balaton-kutatás bázisa, Kakas József irányításával, ahonnan a Budapest-Siófok közötti nyári repülések meteorológiai kiszolgálása is folyt. Böjti Bélát 1964-ben nevezték ki az obszervatórium vezetőjévé. Ezzel élete összefonódott a siófoki obszervatóriuméval: 28 évig vezette a létesítményt 1990-ig, nyugdíjazásáig itt dolgozott. Munkásságával jelentősen hozzájárult ahhoz, hogy a viharjelzés és a tó melletti kutató tevékenység műszaki, távközlési, informatikai fejlesztési eredményei lépést tarthassanak az országos és nemzetközi szinten is teret hódító rohamos technikai fejlődéssel. 1970-ben Centenárium emlékérmét vett át, 1976-ban a *Kíváló dolgozó* címet is elnyerte. 1988-ban, Rákóczi Ferenc egyetemi tanárral együtt az osztrák *Gerhard Schinze* díjban részesült, majd 1990-ben a Meteorológiai Társaság *Steiner Lajos emlékérmé*t kapta meg. 1997-ben a *Somogy Polgáraiért* díjat vehette át „magas színvonalú munkájáért”, 2000-ben pedig a *Pro Meteorológia* miniszteri kitüntetést. Aktív, s küzdelmes életet élt, melyben segítségére volt ereje, hite, s nem utolsósorban az a szakmai gárda, amely körülvette. Köszönjük mindazokat az eredményeket, melyeket ránk hagyott.

Tisztelettel és szeretettel búcsúzunk tőle. Emlékét őrizzük.

SZERZŐINK FIGYELMÉBE

A LÉGKÖR célja a meteorológia tárgykörébe tartozó kutatási eredmények, szakmai beszámolók, időjárási események leírásának közlése. A lap elfogad publikálásra szakmai útibeszámolót, 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 *kiegészítésként* PDF-fájlt is.

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

Felelős szerkesztő:

Dunkel Zoltán

a szerkesztőbizottság elnöke

Szerkesztőbizottság:

Bartholy Judit

Bihari Zita

Haszpra László

Hunkár Márta

Tóth Róbert főszerkesztő-helyettes

ISSN 0 133-3666

A kiadásért felel:

Dr. Radics Kornélia

az OMSZ elnöke

Készült:

HM Zrínyi NKft.

nyomdájában

800 példányban

Felelős vezető:

Dr. Bozsonyi Károly

ügyvezető igazgató

Évi előfizetési díja: 2100.-Ft + 5% ÁFA
2205.- Ft

Megrendelhető az OMSZ
Pénzügyi és Számviteli Osztályán
1525 Budapest Pf. 38.

E-mail: legkor@met.hu

TARTALOM

CÍMLAPON: Üllőképződés kezdetén (Jenki Szilvia felvétele)

Elhunyt Ventura Eduárd	66
Elhunyt Böjti Béla	66
Szerzőink figyelmébe	66
50 éves a Horvát Meteorológiai Társaság	68
Wantuchné Dobi Ildikó: Nap- és szélenergia kutatás és oktatás konferencia	69

TANULMÁNYOK

Wantuchné Dobi Ildikó: Meteorológiai információk szerepe a szél- és napenergia hasznosításban	72
Ütőné Visi Judit, Kiss Barbara és Kovács Enikő: A megújuló energiák magyarországi oktatási vonatkozásai, európai kitekintéssel	74
Hartmann Bálint: Megújuló energiaforrásokkal kapcsolatos hallgatói és oktatói kutatások a BME villamos energetika tanszékének villamos művek és környezet csoportjában	82
Tóth Péter és Bíróné Kircsi Andrea: A szélenergia hasznosítás legújabb eredményei	88
Brajnovits Brigitta: A szélenergia szerepe a jövő energiaellátásában és a meteorológiai előrejelzésekben	92
Csikós Nándor és Szilassi Péter: Szélerőmű-park kialakítására alkalmas terület kiválasztása geoinformatikai módszerekkel Csongrád megye példáján	98

KRÓNIKA

Tóth Róbert: A házsongárdi temetőben	104
Marton Annamária és Kovács Tamás: A 2015-ös tavasz időjárása	106

LIST OF CONTENTS

COVER PAGE: Genesis of 'incus' (Ms Szilvia Jenki's photo)

Mr. Eduárd Ventura passed away	66
Mr. Béla Böjti passed away	66
Instructions to authors of LÉGKÖR	66
Croatian Meteorological Society celebrates its 50 th anniversary	68
Ildikó Wantuchné Dobi: Conference on Research and Education of Sun- and Wind Energy	69

STUDIES

Ildikó Wantuchné Dobi: The role of meteorological information in wind and solar energy utilization	72
Judit Ütőné Visi, Barbara Kiss and Enikő Kovács: The Hungarian educational aspects of the renewable energies with an European outlook	74
Bálint Hartmann: Student and instructor research activities in the field of renewable energy, of the power systems and environment group of the department of electric power engineering	82
Péter Tóth and Andrea Bíróné Kircsi: Latest results of utilization of wind energy	88
Brigitta Brajnovits: The importance of wind energy in future energy production and meteorological forecasts	92
Nándor Csikós and Péter Szilassi: Optimisation of the wind farm location planning with GIS methods in Csongrád county case study area	98

CHRONICLE

Róbert Tóth: In the Central Cemetery of Cluj-Napoca	104
Annamária Marton and Tamás Kovács: Weather of Spring 2015	106

50 ÉVES A HORVÁT METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG CROATION METEOROLOGICAL SOCIETY CELEBRATES ITS 50TH ANNIVERSARY

On 11th May 2015 Croatian Meteorological Society celebrated its 50th anniversary in Kras Auditorium (Ravnice 48, Zagreb). At the beginning of the gathering the president of Croatian Meteorological Society Mr. Alen Sajko, held short welcoming speech. Congratulations and good wishes for the future work of the Society came from: President of Hungarian Meteorological Society Mr. Zoltan Dunkel (salutation in English with some introductory Croatian sentences), deputy director of Meteorological and Hydrological Service of Croatia Mr. Krešo Pandžić, deputy head of Department of Geophysics, Faculty of Science in Zagreb Ms. Zvezdana Klaić, director of the Technical Museum Ms. Markita Franušić and secretary of Philatelic academia Mr. Božidar Husinec. Written greetings came from Mr. Željko Majstorović, Association of Meteorologists BiH, Sarajevo. At the proposal of the Managing Board of the Society, individuals and organizations received honours. Honours for lifetime achievement received Josip Juras and Čedo Branković. Honours for significant contribution to the development and operation of Society received the following individuals: Višnja Vučetić, Kornelija Špoler Čanić, Dubravka Rasol, Alica Bajić, Janja Milković, Vesna Đuričić, Davor Nikolić, Katarina Kenda and Ivan Ljuština. Honours for significant contribution to the development and operation of Society received the following organizations: Meteorological and Hydrological Service of Croatia, Department of Geophysics (Faculty of Science in Zagreb) and Technical Museum in Zagreb. Honours for young meteorologists on this occasion received Petra Mikuš Jurković and Željko Večenaj. To mark the 40th anniversary of the Society, in 2005, Višnja Vučetić prepared the publication 40 years of the Croatian Meteorological Society, which then couldn't be issued, it existed only in electronic form. For the 50th anniversary, Amela Jeričević and Ksenija Cindrić Kalin, re-worked publication and added activities of the Society in the past ten years. The plan is to translate the publication in English, and it should be completed and presented at *Challenges in Meteorology 4* – Scientific-professional conference with international participation – in November this year. After the official presentation a friendly reception closed the memorial session. The language of the event was Croatian of course but the local organisers were so kind that a Croatian-Hungarian, *Antun Marki*, helped the Hungarian representative to follow the ceremony. During the reception a kind animated conversation was in English between old Croatian colleagues and Hungarian president.

A Horvát Meteorológiai Társaság 2015. május 11-én ünnepelte fennállásának 50. évfordulóját. A megemlékezésre a Magyar Társaság is kapott meghívót. Szervezetünket az elnök képviselte. Az emlékülésre a Kras Auditórium (Ravnice 48, Zágráb) dísztermében került sor délután négy órai kezdettel. Az összejövetel kezdetén, a Horvát Meteorológiai Társaság elnöke, *Alen Sajko* tartott rövid üdvözlő beszédet. A megnyitó után a különböző szervezetek képviselői adták elő gratulációikat és jókívánságaikat. Elsők között a magyar társaság elnöke, Dunkel Zoltán kapott szót. Hála Tóth Róbert tagtársunknak a köszöntő elején néhány horvát mondat is elhangzott, amit a megjelentek örömmel fogadtak. Bár az ülés horvátul zajlott, a megértéssel nem volt gond, mivel a horvát kollégák a magyar képviselő mellé ültették egy magyarul beszélő kollégájukat, *Antun Marki*-t. A Hidrometeorológiai Intézet igazgatóhelyettese *Krešo Pandžić* után a Geofizikai Tanszék helyettes vezetője, *Zvezdana Klaić* köszöntötte a jubiláló társaságot. A Technikai Múzeum képviselőjében *Markita Franušić*, majd *Božidar Husinec* köszöntése hangzott el. Levélben küldte el gratulációját az ünnepi ülésre *Željko Majstorović* a Bosznia-Hercegovinai Meteorológia Egyesület vezetője. A társaság vezető testületének javaslatára egyéneknek és szervezeteknek adományozott kitüntetések és elismerések átadásával folytatódott az ünnepség. Életmű díjat kapott *Josip Jurast* és *Čedo Branković*. A Társaság fejlődésének és működésének előmozdításáért való jelentős hozzájárulásáért elismerő oklevelet kapott *Višnja Vučetić*, *Kornelija Špoler Čanić*, *Dubravka Rasol*, *Alica Bajić*, *Janja Milković*, *Vesna Đuričić*, *Davor Nikolić*, *Katarina Kenda* és *Ivan Ljuština*. A Társaság fejlődésének és működésének előmozdításáért való jelentős hozzájárulásért, mint közreműködő szervezet a horvát Hidrometeorológiai Intézet, a Geofizikai Tanszék és a zágrábi Műszaki Múzeum kapott elismerést. A ifjúsági munkáért, a fiatal meteorológusok közül, *Petra Mikuš Jurković* és *Željko Večenaj* kapott díjat. A Társaság 40. évi fennállása alkalmából Višnja Vučetić készített egy összefoglaló anyagot 2005-ben, amit akkor nem publikáltak, de elektronikus formában létezik. Az 50. évfordulóra Amela Jeričević és Ksenija Cindrić Kalin ezt a korábbi összefoglalót most kiegészítette az elmúlt 10 év eseményeivel. A tervek szerint, ennek az anyagnak készül majd az angol fordítása is, s bemutatásra kerül 2015. novemberében a *Challenges in Meteorology 4* nemzetközi tudományos konferencián. Az előadásokat és köszöntéseket egy jó hangulatú baráti állófogadás követte.



Alen Sajko elnöki köszöntője

Mr. Alen Sajko addresses the memorial session

désének és működésének előmozdításáért való jelentős hozzájárulásáért elismerő oklevelet kapott *Višnja Vučetić*, *Kornelija Špoler Čanić*, *Dubravka Rasol*, *Alica Bajić*, *Janja Milković*, *Vesna Đuričić*, *Davor Nikolić*, *Katarina Kenda* és *Ivan Ljuština*. A Társaság fejlődésének és működésének előmozdításáért való jelentős hozzájárulásért, mint közreműködő szervezet a horvát Hidrometeorológiai Intézet, a Geofizikai Tanszék és a zágrábi Műszaki Múzeum kapott elismerést. A ifjúsági munkáért, a fiatal meteorológusok közül, *Petra Mikuš Jurković* és *Željko Večenaj* kapott díjat. A Társaság 40. évi fennállása alkalmából Višnja Vučetić készített egy összefoglaló anyagot 2005-ben, amit akkor nem publikáltak, de elektronikus formában létezik. Az 50. évfordulóra Amela Jeričević és Ksenija Cindrić Kalin ezt a korábbi összefoglalót most kiegészítette az elmúlt 10 év eseményeivel. A tervek szerint, ennek az anyagnak készül majd az angol fordítása is, s bemutatásra kerül 2015. novemberében a *Challenges in Meteorology 4* nemzetközi tudományos konferencián. Az előadásokat és köszöntéseket egy jó hangulatú baráti állófogadás követte.

NAP- ÉS SZÉLENERGIA KUTATÁS ÉS OKTATÁS KONFERENCIA CONFERENCE ON RESEARCH AND EDUCATION OF SUN- AND WIND ENERGY

Wantuchné Dobi Ildikó

Országos Meteorológiai Szolgálat, 1024 Budapest Kitaibel Pál utca 1., dobi.i@met.hu

Összefoglalás. 2014. május 29-én az OMSZ dísztermében került megrendezésre a „Nap- és szélenergia kutatás és oktatás” című konferencia. A rendezvényt a Magyar Meteorológiai Társaság három szakosztálya, a Nap- és Szélenergia, a Légekördinamikai és az Éghajlati Szakosztályok, valamint a MTB Légeköri Erőforrás Albizottság (vezetői: Tar Károly, Mika János, Szépszó Gabriella, Péliné Németh Csilla és e cikk szerzője) közösen szervezték. A konferencia megrendezését az MMT és az OMSZ támogatta. Ebben az írásban a konferencia rövid krónikája olvasható.

Abstract. The 'Sun and Wind Energy Research and Education' conference was organized in Ceremonial Hall of OMSZ (Hungarian Meteorological Service) 29 May 2014. The program was organized jointly by three Sections of MMT (Hungarian Meteorological Society), namely 'Sun and Wind Energy', 'Atmospheric dynamics' and 'Climate Section' and Meteorological Scientific Committee's Sub-committee (Atmospheric Resources) chaired by Prof. Károly Tar, Prof. János Mika, Dr. Gabriella Szépszó, Csilla Péli-Németh and the author of this article. The organization of the conference was supported by MMT and OMSZ. The short chronicle of the conference is summarised in this paper.

A gyakorlat azt mutatja, hogy a nap- és szélenergia hasznosításához szükséges meteorológiai adatok és információk előállításával összefüggő kutatás-fejlesztésben az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) és a témát oktató felsőoktatási intézmények mellett más tanszékek, vállalkozások és egyéb intézmények is érintettek. A rendezvény széles körben került meghirdetésre. Olyan távoli szakmák oktatói is kaptak felhívást, akik az általuk vezetett szakdolgozathoz meteorológiai adatot használtak fel. A konferencia lehetőséget kívánt teremteni az aktuális kutatási eredmények közzétételére, kutató együttműködések kialakítására, továbbá a felsőoktatási képzési tapasztalatok megosztására.

Mint ismeretes, Magyarországon a megújuló energiaforrások arányát az EU RED¹ irányelve szerint 2020-ra minimum 13%-ra kell növelni. A Megújuló Energia Hasznosítás Cselekvési Terve ennél nagyobb, 14,65%-os célszámot határoz meg, ami a jelenlegi felhasználás közel megduplázását jelenti. A napenergia, ezen belül elsősorban a fotovillamos megoldások, valamint kisebb részben a szélenergia hazai felhasználásának növekedése várható az elkövetkezendő évtizedekben.

Az időjárásfüggés az alkalmazói oldalról számos kérdést vet fel, emiatt mind a beruházás, mind üzemeltetés során érzékelhetően nő a speciális meteorológiai információk iránt igény és bővül a fejlesztői és felhasználói kör. A



A konferencia közönsége



Gyöngyösi András Zénó (ELTE) előadást tart

A Meteorológiai Tudományos Bizottság és a Magyar Meteorológiai Társaság évtizedek óta rendszeres publikus előadó ülésekkel segíti e két megújuló energiaforrás hazai elterjedését. A Meteorológiai Tudományos Napok keretében 1982-ben és 2001-ben ismerhették meg az érdeklődők az akkori aktuális kutatási eredményeket, 2005 óta pedig az OMSZ székházában mintegy 50 előadás hangzott el a témakörben.

A gyakorlat azt mutatja, hogy a nap- és szélenergia hasznosításához szükséges időjárási adatok és információk előállításával összefüggő kutatás-fejlesztésben az OMSZ és a témát oktató meteorológiai tanszékek mellett műszaki, társadalomtudományi és egyéb szakok, különféle intézmények és vállalkozások is érintettek. A széles körben meghirdetett rendezvény esetében újdonság volt, hogy az OMSZ *hallgatói adatkérése* keretében az utóbbi öt évben

¹ EU RED: European Commission Renewable Energy Directive

nap vagy szél adatot felhasználó szakdolgozók témavezetői is kaptak felhívást. A konferencia lehetőséget kívánt teremteni az aktuális kutatási eredmények közzétételére, kutató együttműködések kialakítására, továbbá a felsőoktatási képzési tapasztalatok megosztására.

A felhívásra 34 művel, előadással és poszterrel jelentkeztek a meghívottak. Végül 22 előadásból és 9 poszterből tájékozódhatott az 59 fős hallgatóság. Az előadások és poszterek áttekintést nyújtottak a különböző felsőoktatási intézményekben folyó oktatási tematikákról, az aktuális kutatási eredményekről. Több szekcióban is szerepelt az ELTE, a BME Gépész- és Villamosmérnöki Kara, az Óbudai és a Pannon Egyetem, továbbá hallottunk a gödöllői, a debreceni, nyugat-magyarországi egyetemeken, valamint a Nyíregyházi és Egeri Főiskolán zajló munkákról. A Magyar Napenergia Társaság három érdekes előadással gazdagította a programot. A COST ES1002 akció eredményeiről, továbbá néhány OMSZ-ban folyó munkáról is hangzott el beszámoló. A Gaiasolar, a Solart-System képviselte a vállalkozói kört.

Egy feltaláló a szélgépekhez alkalmazható újítást, pneumatikus erőátvitelről tartott demonstrációt. A bemutatók anyagai, a fotókkal együtt a Meteorológiai Társaság honlapján (www.mettars.hu) megtekinthetők. A konferencia kapcsán megjelent DVD a konferenciára előzetesen beküldött cikkeket és előadásokat, valamint az elmúlt években az MMT Nap- és Szélenergia Szakosztálya és az MTB Léggöri Erőforrások Albizottság szervezésében elhangzott 17 előadást tartalmazta. A LÉGKÖR mostani száma válogatott cikkeket jelentet meg az eseményről. A konferenciáról részletes beszámoló a Magyar Energetika őszi számában (Wantuchné Dobi és Szépszó, 2015) olvasható.



A BME posztert Szánthó Zoltán ismertette

Irodalom

<http://www.mettars.hu/rendezvenyek/nap-es-szelenergia-kutatas-es-oktatas-konferencia/>

Wantuchné Dobi, I. és Szépszó, G. 2015: Konferencia a nap- és szélenergia kutatásról és oktatásról. Magyar Energetika 2015/1, 2-4 old



A pneumatikus szélkerék feltalálói Mucsv Endre

A KONFERENCIA PROGRAMJA

Plenáris szekció

Megnyitó: Radics Kornélia (OMSZ, MMT)

Szekcióelnök: Bozó László (OMSZ, MTA X osztály)

Dobi Ildikó (OMSZ): Meteorológiai információk szerepe a szél és napenergia hasznosításában

Csima Gabriella (OMSZ): A COST ES1002 akció munkája

Ütőné Visi Judit, Kaknics-Kiss Barbara, Kovács Enikő (Eszterházy Károly Főiskola): Megújuló energiaforrások a hazai felsőoktatásban, európai kitekintéssel

Hartmann Bálint (Budapesti Műszaki Egyetem): Megújuló energiaforrásokkal kapcsolatos hallgatói és oktatói kutatások a BME Villamos Energetika Tanszékének Villamos Művek és Környezet Csoportjában

Szélerenergia-1

Szekcióelnök: Dobi Ildikó (OMSZ)

Tar Károly (Nyíregyházi Főiskola): A szélerenergia kutatása a Debreceni Egyetem Meteorológiai Tanszékén (1980-2014)

Radics Kornélia¹, Bartholy Judit², Péliné Németh Csilla³ (OMSZ, ²ELTE Meteorológiai Tanszék, ³MH Geoinformációs Szolgálat): Hazánk szélklímája, a szélerenergia hasznosítása

Tóth Péter¹, Bíróné Kircsi Andrea² (¹Széchenyi István Egyetem, ²Debreceni Egyetem): A szélerenergia hasznosítás legújabb eredményei

Kádár Péter (Óbudai Egyetem): Szélerenergia mérések az Óbudai Egyetemen

Brajnovits Brigitta (OMSZ): Előrejelzett szélersebesség alapján számított teljesítménybecslés statisztikai korrekciójának lehetőségei

Weidinger Tamás, Gyöngyösi András Zénó, Wendl B., Molnár Csilla (Eötvös Loránd Tudományegyetem): Szélerenergia termelési becslések és előrejelzések az ETA és a WRF modell alkalmazásával

Gööz Lajos (Nyíregyházi Főiskola): A nap- és szélerőművek integrálásának kérdései Európában

Poszter szekció

Szekcióelnök: Szépszó Gabriella (Országos Meteorológiai Szolgálat)

Patkós Csaba, Mika János (Eszterházy Károly Főiskola): Nap- és szélerenergia oktatása és népszerűsítése Egerben

Pieczka Ildikó¹, Bartholy Judit¹, Breuer Hajnalka¹, Pongrácz Rita¹, Radics Kornélia² (¹Eötvös Loránd Tudományegyetem, ²Országos Meteorológiai Szolgálat): Új jegyzet az ELTE-n: Megújuló energiaforrások

Vass Attila (Óbudai Egyetem): Napenergia kutatások az Óbudai Egyetemen

Pátkainé Rusznyák Renáta¹, **Dobi Ildikó**², **Kerényi Judit**², **Barcza Zoltán**¹ (¹Eötvös Loránd Tudományegyetem, ²Országos Meteorológiai Szolgálat): EUMETSAT CM-SAF Meteosat és NOAA adatokból

származtatott globálsugárzás adatainak összehasonlító vizsgálata felszíni adatok felhasználásával

Molnár Csilla (Eötvös Loránd Tudományegyetem): Sugárzásmérleg komponensek modellezése

Menyhárt László, Anda Angéla, Nagy Zoltán (Pannon Egyetem Georgikon Kar): Piranométer szintezési hibájának hatása a mért globálsugárzás értékekre

Horváth Miklós, Csoknyai Tamás, Szánthó Zoltán (Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem): A meteorológiai mérések szerepe az épületgépészetben

Mucsy Endre (egyéni vállalkozó): Szélkerék pneumatikus erőátvitelű szélgéphez

Oravecz Ágnes (Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem): Családi ház esővízzel történő vízellátásának vizsgálata

Napenergia

Szekcióelnök: Tar Károly (Nyíregyházi Főiskola)

Mika János¹, Csabai Edina¹, Molnár Zsófia², Nagy Zoltán², Pajtókné Tari Ilona¹, Rázi András^{1,2}, Tóth-Tarjányi Zsuzsa², Dobi Ildikó² (¹Eszterházy Károly Főiskola, ²Országos Meteorológiai Szolgálat): Nap- és szélerenergia potenciál becslés Eger térségében

Farkas István (Szent István Egyetem): Termikus napenergia hasznosítás nemzetközi helyzetkép

Pálfy Miklós (Solart-System): A fotovillamos napenergia hasznosítás helyzete

Vég hely Tamás (Gaiasolar Kft.): A napelem technológia fejlődésének áttekintése 1954-2014 (2%-tól a 114%-ig, és az önszerveződő napelemekig)

Tóth Zoltán, Morvai Krisztián, Nagy Zoltán, Szintai Balázs (OMSZ): Az AROME modell globálsugárzás előrejelzésének verifikációja

Kassai-Szoó Dominika (Budakalász Polgármester Hivatal): Városi tetőfelületeken hasznosítható napenergia potenciál

Szélerenergia-2

Szekcióelnök: Mika János (Eszterházy Károly Főiskola)

Puskás János, Tar Károly, Szepesi János (Nyugat-magyarországi Egyetem): A napi átlagos szélersebességek statisztikai elemzése Nyugat-Magyarországon

Péliné Németh Csilla¹, Bartholy Judit², Pongrácz Rita² (¹MH Geoinformációs Szolgálat, ²Eötvös Loránd Tudományegyetem): Szél adatok homogenizálása és korrekciója

Illy Tamás¹, **Szépszó Gabriella**² (¹Eötvös Loránd Tudományegyetem, ²Országos Meteorológiai Szolgálat): Szélerenergia becslések regionális éghajlati modellek alapján

Csikós Nándor, **Szilassi Péter**: Szélerőműpark kialakítására alkalmas terület kiválasztása

Lázár István (Debreceni Egyetem): Székelyföldi meteorológiai állomások szélersebesség eloszlásainak vizsgálata

Tar Károly (Nyíregyházi Főiskola): **Konferencia zárás**

METEOROLÓGIAI INFORMÁCIÓK SZEREPE A SZÉL- ÉS NAPENERGIA HASZNOSÍTÁSÁBAN

THE ROLE OF METEOROLOGICAL INFORMATION IN WIND AND SOLAR ENERGY UTILIZATION

Wantuchné Dobi Ildikó

Országos Meteorológiai Szolgálat, 1024 Budapest Kitaibel Pál utca 1., *dobi.i@met.hu*

Összefoglalás: A szén-dioxid-kibocsátás korlátozása túlnyomórészt az energia szektort érinti. Az emisszió csökkentése érdekében a megújuló energiaforrások alkalmazása, ezen belül a nap és szélergia felhasználás az elkövetkezendő évtizedekben várhatóan jelentősen megnövekszik. Mivel ez a két forrás időjárásfüggő, a létesítmények helyének kiválasztásához, a gazdaságossági becslésekhez, az üzemeltetéshez stb. speciális, célirányos meteorológiai információk szükségesek. A cikk az energia szektor felhasználói oldaláról jelentkező igényeket, a meteorológiai oldalról pedig a nap és szélergia kutatás, fejlesztés és szolgáltatás szempontjait, főbb irányvonalait vázolja fel.

Abstract: The main sources of carbon dioxide mitigation belong to the energy sector. In order to reduce emission in the coming decades it is advisable to increase the renewable energy utilization including solar and wind energy. Taking into account that both are weather-dependent resources it means, that demands for different kind of special meteorological information may increase e.g. for selection of optimal location, to make cost-efficiency estimation, for operation etc. Present article outlines main aspects from user and from meteorological service provider sides.

Az IPCC AR5 jelentése 2100-ra a Föld globális átlagos felszíni hőmérsékletváltozását a legoptimistább esetben 1,5 °C és a legpesszimistább forgatókönyvek szerint átlagosan 5 °C körül valószínűsíti. Ez a közel 4,5 °C-ra becsült hőmérsékleti tartomány jelöli ki azt a mozgásteret, amiben jelenlegi ismeretek szerint az emberiség az antropogén hatás korlátozásával beavatkozhat a természeti folyamatokba. Minél később válik általánossá a klíma melegedését elősegítő üvegházgázok kibocsátásának korlátozása és az alkalmazkodási megoldások elterjedése annál drasztikusabb intézkedésekre lesz szükség.

A sürgető mérséklésre három megoldás lehetséges:

- (1) A Napból a felszínre jutó besugárzás csökkentése. Ennek egyik módja az albedó módosítása pl. zöld vagy fehér tetők alkalmazásával, vagy a légköri viszszaverődés csökkentése a „geo-engineering” aggályos metodikájával.
- (2) A problémákat előidéző üvegházgázok kibocsátásának csökkentése, ezen belül is elsősorban a dekarbonizációra irányuló megoldások dominálnak.
- (3) A kevésbé hatásos eszköztár a kibocsátás elnyelés különféle technikái, a még főként kutatási fázisban lévő CCS (geológiai tárolás) illetőleg az erdészet, bioszféra és a talajgazdálkodás eszközei.

Összességében a mérséklési stratégiák elsöprő többsége energiaellátásra, technológiai megoldásokra (innovációk, megújuló energiaforrások) és a karbon árazásra fókuszál. Ezzel összefüggésben az elkövetkezendő évtizedekben legtöbbet energiatakarékossági beruházásokra fognak költeni, várhatóan kb. 650 milliárd USD/év összeggel piacvezető lesz az iparág világszerte, a megújuló energiákra kb. a harmadát fogják fordítani (Forrás: IPCC WG3 AR5). A prominens iparágak közé tartozik a szél és a napenergia hasznosítás, melyek növekedése az elmúlt öt évben jellemzően a szélergia beruházásoknál 25%, a fotovillamos létesítményeknél 50% körül alakult. Mindkét energiaforrás időjárásfüggő, amely a meglévő elektromos ellátó hálózatra történő integrálás során nehezen kezelhető instabilitást okoz a rendszerben. A szélturbínák esetén, például az elektromos teljesítmény folyamatosan ingadozik nulla és névérték között, emiatt a szélergia hasznosítás alapkérdése a pontos előrejelzés

(János, 2012). Szolár parkoknál hasonlóan gond az energia tárolása és az egyenletes ellátás biztosítása. Mindezek arra utalnak, hogy a meteorológiai információk szerepe az energia szektoron belül jelentősen megnő, új, szektor-specifikus szolgáltatásokra lesz igény Magyarországon is.

Felmerül a kérdés, hogy az energiaszektor, mint felhasználó általában milyen célra milyen jellegű meteorológiai információt igényel? Nemzetközi felmérés szerint alapvető cél a döntéstámogatás, ezen belül rövid távú, operatív döntések, illetőleg hosszú távon új létesítmények tervezése és telepítése, valamint a meglévő létesítmények emisszió korlátozásával összefüggő tevékenységi körének kiszolgálása.

Az iparágon belül a felhasználók köre öt nagy célcsoportra különíthető el, mindegyiknek más a meteorológiai információ igénye (WMO Bulletin). A nagyközönség folyamatos energiaszolgáltatást vár el, és főleg extrém helyzetekre kíván felkészülni, emiatt számukra főként a tartózkodási helyükre vonatkozóan a szélsőséges eseményekre történő riasztás a legfontosabb elvárás. A következő felhasználói kör a hálózati menedzserek, akik felelősek a megbízható folyamatos rendszerüzemeltetésért, a „mérlegkör-menetrendért”. Az energiafogyasztás minél pontosabb megtervezéséhez komplex modelleket használnak, melyek a hálózat területére 10 perctől néhány napos időtartamra input adatként használják fel a meteorológiai numerikus előrejelzési eredményeket. A harmadik csoport a politikusok, akik az energia ellátását veszélyeztető helyzetekben szükséges gyors döntéshez igényelnek szaktanácsadást, valamint a választási ciklusokon túl nyúló ún. „középtávú” tervezéshez döntéstámogatást. A negyedik a befektetői kör, melynek célja a létesítmény gazdaságos üzemeltetése. Ehhez minél pontosabb előrejelzés, riasztás és a létesítmények élettartamára vonatkozó éghajlati projekciókra van szüksége. A felhasználók közé tartoznak a kereskedők, akik számára főleg a hűtési és fűtési időszakok „testre szabott” szolgáltatások kellenek, pl. szállításhoz, tároláshoz, elosztáshoz.

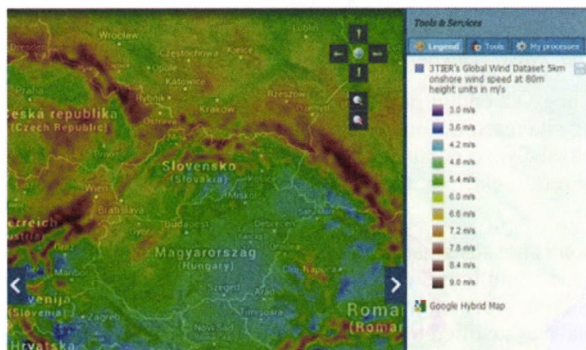
Az igényelt információk a meteorológus szempontjából a szakma teljes spektrumát lefedik, ugyanis pl. a „near real time” ismeretek közül felhasználásra kerül az összes felszíni és magas légköri megfigyelés, beleértve a modell grid adatokat is. A „long-term” adatokhoz az éghajlati

statisztikák, szélsőségek teljes köre a jövőbeli becslésekhez a klímamodellezési ismeretek hasznosulnak. A térskálát illetően a mikro-, mezo- és makroskála az egyetlen napelem cella ill. széltorony becslésétől a globális energia potenciál meghatározásáig terjed.

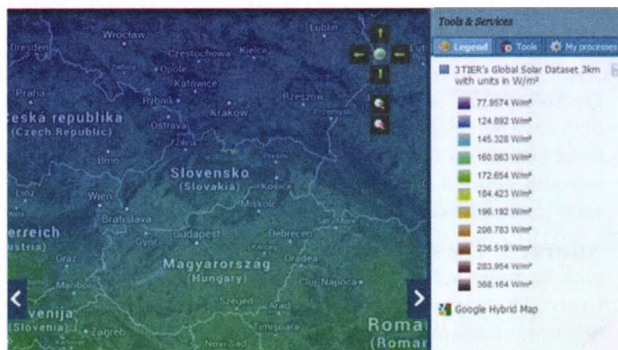
A speciális fejlesztési igények miatt az energetika és a meteorológia határterületén L.O. Olson a Megújuló Energiák Első Világkongresszusán (1990) új terminoló-

- szélerőmű és szélpark modellezés,
- szélenergia előrejelzések fejlesztése.

Az utóbbi években a szél és napenergia parkok elterjedésével egyre több szakmai konferencia külön szekciót szentel a témának, Energy & Meteorology” címmel pedig 2011 óta két évente megrendezésre kerülő rendezvény sorozat indult (ICEM2011 Goald Coast, Ausztrália; ICEM2013 Toulouse, Franciaország).



1. ábra: Átlagos szélsébség 80 méter magasságban 1997-2006, órák adatokból 5 km felbontással (Copyright (c) 2011 3TIER, Inc)



2. ábra: Átlagos felszíni besugárzás (1997-2006) műholdas adatokból 3 km felbontással (Copyright (c) 2011 3TIER, Inc)

gia, az energiameteorológia bevezetését javasolta (2nd World Renewable Energy Congress, 1992). A terület „küldetése” az energiaipar számára szükséges operatív szolgáltatások és specifikus meteorológiai alap és alkalmazott meteorológiai ismeret igénylő kutatási feladatok megoldása. Ebbe beletartozik minden olyan meteorológiai kérdés, amely az energia kitermelésével, előállításával, átalakítással, szállítással vagy felhasználással stb. összefügg. Tágabb értelemben a kölcsönhatás másik oldala, azaz az energia szektor éghajlatra gyakorolt hatása, ezen belül pl. kibocsátás korlátozás is a tárgykörhöz tartozik. Elsősorban, olyan fejlesztéseket céloz meg, amelyek elősegítik a megújuló energiák gazdaságos felhasználását. Sajátossága, hogy a speciális feladatok megoldása nélkülözhetetlenné teszi az érintett mérnöki és természettudományos szakmák (meteorológus, villamosmérnök, fizikus, informatikus stb.) folyamatos együttműködését, emiatt a természet és a technológia közötti „interfésznek” is nevezik. A szakterületen belül további két irányvonal körvonalazódott a „Nap Energia Meteorológia” és „Szél Energia Meteorológia” (<http://www.uni-oldenburg.de/>). A napenergia számításokkal kapcsolatos kutatás fejlesztések fő irányvonalai napjainkban:

- a napsugárzás tér és időbeli változásának hatása az energia rendszerekre a fotovillamos cellától az hálózatokig.
 - műholdas sugárzás mérés felhasználása. Helyikiválasztáshoz, költség/haszon becsléshez, monitoring és kontroll célokra egyaránt alkalmazzák.
 - a napenergia előrejelzése. Különböző specifikus előrejelző modellek segítik a hatékony és gazdaságos grid integrációt.
- A szélenergia területén belüli jelenlegi kutatások:
- a fent említett hálózat integráció,
 - speciális topográfiájú helyek feletti áramlások (pl. hegyek, óceánok) modellezése,
 - a létesítmények körüli légrétegződés, turbulencia jelenségek mikro modellezése,

A szakterület rendkívül innovatív, felhasználó központú, egyedi kiszolgálást és magas minőséget követel. A nemzetközi együttműködések szerepe a gyors fejlődés miatt, különösen az oktatás és a virtuális képzés területén kiemelkedő jelentőségű. További sajátossága, hogy a nagytömegű szabadon hozzáférhető adat és információ érhető el, amely a technológiák elterjedését kívánja elősegíteni. A Nemzetközi Megújuló Energia Ügynökség (IRENA) honlapjáról hozzáférhetők un. interaktív Globális Atlaszok, melyek a világ bármely pontjára „standard” szél és napenergia értékeket nyújtanak. Egyebek között elérhetők szélterképek 10 évnvi órák adatsorból 20, 50 vagy 80 m turbina magasságokra 5 km felbontással és 3 km-es felbontású műholdas információkat felhasználó sugárzási térképek is (<http://irena.masdar.ac.ae/?map=180>).

A hazai nap és szélenergia hasznosítás elősegítésére az OMSZ alapvetően szolgáltatásokat nyújt, pályázatok függvényében végez K+F tevékenységet. A felsőfokú képzésben a BsC/MsC/PhD dolgozatok elkészítését adatokkal ill. témavezetéssel segíti. Az MTA Meteorológiai Tudományos Bizottsága (MTB) által szervezett Meteorológiai Tudományos Napok témája 1982-ben „A légköri erőforrások hasznosítása az energiagazdálkodásban Magyarországon, 2001-ben pedig „A légköri erőforrások hasznosításának meteorológiai alapjai” volt. Az MTA/MTB Légköri Erőforrás Albizottsága és a Magyar Meteorológiai Társaság szakosztályai, köztük a Nap és Szélenergia Szakosztály, rendszeres előadó üléseket szervez az ismeretterjesztés és a szakmai együttműködés kiépítése érdekében. A Társaság 2014. május 29-én rendezett első alkalommal konferenciát e témakörben (Magyar Energetika, 2014).

Irodalom

- Jánosi, I., 2012 : A szélenergia hasznosításának hazai perspektívái.; Magyar Energetika, ISSN 1216-8599, 19, 40-42
WMO Bulletin, Vol 60(2), 73-80

A MEGÚJULÓ ENERGIÁK MAGYARORSZÁGI OKTATÁSI VONATKOZÁSAI, EURÓPAI KITEKINTÉSSSEL

THE HUNGARIAN EDUCATIONAL ASPECTS OF THE RENEWABLE ENERGIES WITH AN EUROPEAN OUTLOOK

Ütőné Visi Judit, Kiss Barbara, Kovács Enikő

Földrajz és Környezettudományi Intézet, Eszterházy Károly Főiskola, Eger,
visij@ektf.hu, kiss.barbara@ektf.hu, kovacseniko@ektf.hu

Összefoglalás. A társadalom egyre inkább tudatába kerül annak, hogy az eddigi pazarló energiafelhasználás nem folytatható tovább. Megoldás csak összehangolt munkával lehetséges. Ez sikeresen akkor valósítható meg, ha az oktatás hatékonyan vesz részt ebben. A dolgozat a hazai köznevelést alapjaiban szabályozó dokumentum, a NAT 2012 elemzésével foglalkozik ebből a szempontból. Az elemzések azt igazolták, hogy a reformok során történt kedvező elmozdulás, de az igazi szemléleti áttöréstől még messze vagyunk.

Abstracts. The society realises that the wasting energy consumption is not sustainable any more. A solution is possible with harmonized co-operation only. The problem could be solved successfully if the education takes part in it very effectively. The paper deals with the analyses of NAT 2012 (Hungarian Basic Education Plan). from this viewpoint The document regulates the domestic popular education in Hungary. The analyses justified that a favourable shift happened in the course of the reforms, but we are far yet because of the real view breakthrough.

Bevezetés. A környezet megismerésének igénye együtt alakult az emberi civilizációk fejlődésével. Már a gyűjtő-gető ősember számára is életbe vágóan fontos volt, hogy alaposan ismerje az őt körülvevő környezetet. A megismert környezet kezdetben alig terjedt túl a néhány nap alatt bejárható területnél. A társadalom fejlődésével azonban együtt járt a megismert környezet kitágulása, a fejlődés szempontjából mind fontosabbá vált a távolabbi területek megismerése és az ott fellelhető „erőforrások” (élelem, víz) hasznosítása. Kezdetben ez nem terjedt túl az összegyűjthető, hazavihető gyümölcsökön, magvakon, vadakon vagy később a víz és a tűz hasznosításán. Bár az ember már ekkor is megváltoztatta a természetes környezet folyamatait, ez azonban nem jelentett alapvető és visszafordíthatatlan változásokat (Mendöl, 1999).

A gazdasági fejlődés együtt járt az életszínvonal emelkedésével, amelyet a fogyasztás kiszélesedése és gyors növekedése kísért, ennek hátterében pedig az energiaigény rohamos növekedése húzódott meg. A világ energiafogyasztása a Világbank becslése szerint a 2000. évi 15 milliárd tonna szénegyenértékről 2030-ra elérheti a közel 28 milliárd tonnát, a villamos energia igény a 2005. évi 18 000 milliárd kWh-ról 2030-ra 35 000 milliárd kWh-ra emelkedhet. A népességszám-növekedés és az energiaigény alakulásának történelmi léptékű változását mutatja be az 1. ábra.

Tovább árnyalja a képet, ha azt is megnézzük, hogy hogyan oszlik meg az energiaigény növekedése a Földön (2. ábra).

A Nemzetközi Energia Ügynökség (IEA) 2013-as jelentésében megállapítja, hogy a világ energiaigényének növekedésében egyre inkább a feltörekvő ázsiai országok jutnak meghatározó szerephez. Napjainkban, Kínában, de 2020 után várhatóan már Indiában lesz a legnagyobb mértékű az energiahordozók iránti igény növekedése.

A jelentés más szempontból is vizsgálja az energiatermelés környezeti hatását. A növekvő energiaigény egyre

nagyobb mértékű szén-dioxid-kibocsátással járt. Különösen a 20. század második felétől gyorsult fel ez a folyamat. A múlt század végéig ebben a fejlett világ országai játszottak meghatározó szerepet. A 21. század elejére azonban megváltozott a kép. Noha az egy főre jutó energiafogyasztás a fejlődő világban még 2030 körül is csak alig a fele lesz az OECD országokban tapasztalhatónak, a szén-dioxid-kibocsátás döntő része azonban már ezekből az országokból jut a légkörbe (3. ábra).

Érdemes elgondolkoznunk azon, hogy az energiaigény növekedése együtt jár-e a fenntarthatóság és a környezet állapota szempontjából kedvezőbb megújuló energiaforrások iránti igény növekedésével, vagy továbbra is a hagyományos energiaforrásoké marad a vezető szerep. Erre adhat választ az IEA jelentés prognózisa (4. ábra), amely alapján megállapítható, hogy az elkövetkező évtizedekben jelentősen megnő az igény a megújuló energiahordozók iránt. A hagyományos energiaforrások közül a földgáz és a hasadóanyagok kereslete nő a legnagyobb mértékben, emellett jelentősen csökken az energetikai szempontú kőszén- és kőolaj-felhasználás növekedése.

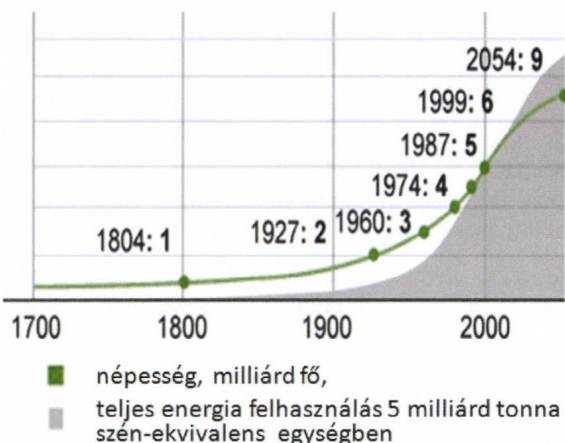
A világ energia igényének 13%-át jelenleg már megújuló hordozók felhasználásával biztosítják, és ezt az értéket az Európai Unió (EU) „Energia 2020” stratégiája alapján Magyarországnak is el kell érnie 2020-ig. Hazánk nemzeti célul jelölte meg, az előirányzott 13% helyett, a 14,65%-os hasznosítási arányt. Az EU stratégiai célkitűzése, hogy tagországai 20%-kal csökkentsék az üvegházgázok kibocsátását, 20%-kal növeljék a megújuló energiahordozók használatának arányát, valamint 20%-kal csökkentsék (<http://ec.europa.eu>) az energiafelhasználás arányát.

Nem véletlen, hogy egyre nagyobb szerepet kap a jóval kisebb környezeti kockázattal járó és bőségesen rendelkezésre álló megújuló energiaforrások hasznosítása, illetve az erre irányuló kutatás-fejlesztés. Ezt igazolja az IRENA (Nemzetközi Megújuló Energia Ügynökség)

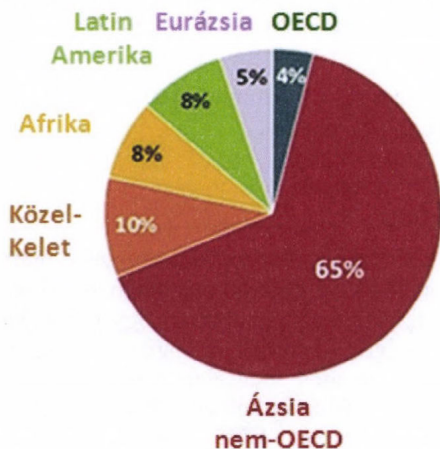
éves közgyűlésén elhangzott prognózis, amely szerint 2030-ra megduplázódhat a megújuló energiaforrások részaránya a világ energiatermelésében. Ezzel együtt tovább nőhet az ágazatban foglalkoztatottak száma, ami jelenleg 5,7 millió fő (<http://www.hvg.hu>).

A technikai-technológiai hatékonyság mellett kiemelkedően fontos az energiatudatos egyéni és kisközösségi életmód. Az új keletű fogalommal *negajoule*-nak nevezett energiarendszer és -szemlélet elterjedésében és elter-

Alapvető jelentőségű, hogy az iskolában megismerkedjünk környezetünkkel, mindazzal, ami körülvesz bennünket. Az ember és a természet közti folyamatok azonban nem egyirányúak. Ha e két oldal közül az egyik hatást gyakorol a másikra, az soha nem marad válasz nélkül. A természet és az ott lezajló folyamatok egységes rendszert alkotnak, amelynek elemei összhangban vannak egymással – ez a jól működő rendszer egyben a földi élet feltétele is.



1. ábra: A világ népességszám és energia felhasználásának alakulása (adatok: ENSZ és Világbank, www.siemens-home.com)

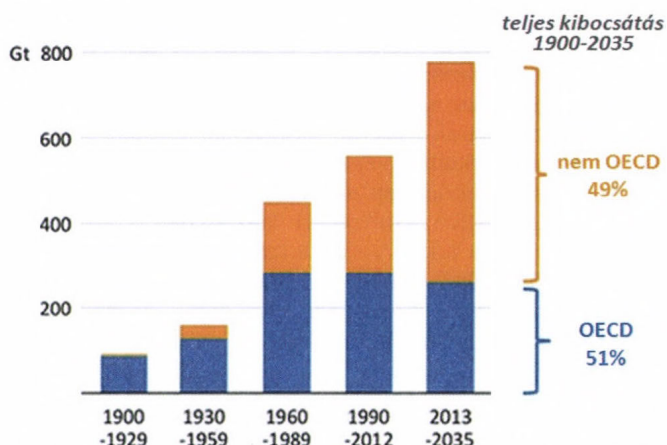


2. ábra: Az energiaigény növekedésének megoszlása 2012-2035 között (IEA, 2014)

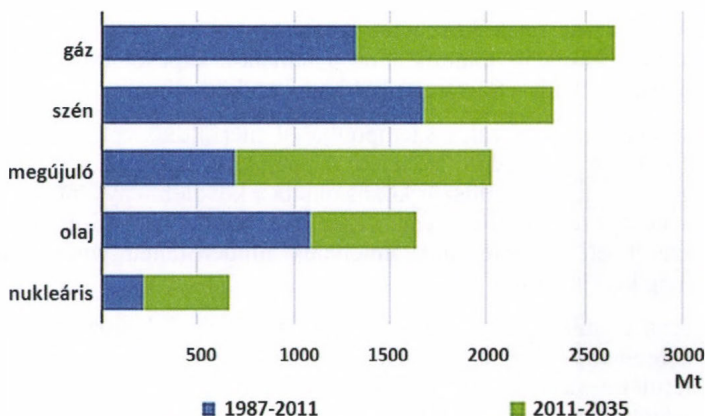
jesztésében meghatározó szerepe van a közoktatásnak, ezen belül is kiemelt feladat hárul a természettudományos oktatásra (fizika, kémia, biológia, földrajz), illetve a minden tartárgyat összekapcsoló környezeti nevelésre (Németh, 2012).

A természettudományos tárgyak globális szemléletmódra alapoznak, komplex ismeretrendszert alkotnak, ahol az egyes részterületek szorosan kapcsolódnak egymáshoz.

Ez a komplex szemlélet a földrajzban még inkább felfedezhető, hiszen ismeretrendszere a természettudomány több területére kiterjed, sőt ezeket összekapcsolja a társadalomtudományokkal is. Az elméleti ismeretek átadása mellett a gyakorlatias megközelítés egyaránt jellemzi.



3. ábra: Az energiatermeléshez kapcsolódó szén-dioxid kibocsátás alakulása (IEA, 2014)



4. ábra: A növekedés megoszlása energiahordozók szerint (IEA, 2014)

Az ember a környezeti rendszer bármely elemére hatást tud gyakorolni, ezzel azonban folyamatok egész sorát indíthatja el, amelyekből ő maga sem marad ki. Akárhogyan avatkozunk be a környezeti tényezők rendszerébe, annak összekapcsoltsága révén, végül saját magunkhoz találunk vissza (Kerényi, 2006). Ezt szem előtt tartva, tudatosan kell megtervezni az ipari technológiákat, az ember által létrehozott mesterséges folyamatokat és saját, személyes tevékenységünket is, amelyek közül talán a legfontosabbak az energiafogyasztási szokások.

Világossá vált, hogy a környezeti problémák globális hatásai csak közös összefogással, tudatos energiahasznosítással csökkenthetőek. Rá kell ébrednünk, hogy a primer energia előállításából származó károsító hatások minimá-

lisra csökkentése – a fenntarthatóság érdekében – idősebb, és nem csak a tudósok, gazdasági szereplők, vezetők dolga, hanem mindenkié (Bozsoki, 1998). Elkerülhetlenné vált, hogy az iskola keretét biztosítsa az energiafelhasználással kapcsolatos ismeretek oktatásának, ezzel együtt bemutassa, hogy milyen veszélyekkel és lehetőségekkel kell szembenéznie a mai kor emberének.

A környezeti nevelés gondolata az oktatásban. Környezeti nevelés, annak ellenére, hogy általában az 1972-es stockholmi környezetvédelmi konferenciához kapcsolják a fogalom megszületését, már korábban is jelen volt. Bár kissé más névvel illették, és az adott kor igényeinek megfelelően, tartalmában máshova került a hangsúly. Ide sorolhatók azonban a korai erdei iskolák Németországban vagy az Osztrák-Magyar Monarchia területén. Környezeti nevelést-oktatást végeztek a civil szervezetek által létesített és működtetett ún. tereptanulmányi központokban (Anglia, USA, Hollandia). Hazánkban is bő egy évszázados múltra tekint vissza a természet megfigyelésének, védelmének beépítése az oktatásba. Ezt bizonyítja, hogy 1906-ban – Európában elsőként – hazánkban rendelték el az iskolákban a Madarak és fák napjának megünneplését (Kárász, 2012).

Magyarországon az 1970-es évek végétől jelentek meg a környezet védelmét szolgáló iskolai oktatási programok. Az 1987-es tanterv bevezetésével, az abban megjelenő környezeti tartalomnak köszönhetően hivatalosan is a közoktatás feladatává vált a környezetvédelmi nevelés.

Az 1980-as évek közepétől a tankönyvekben is egyre több információ jelentik meg a témához kapcsolódóan például a Tóth – Sárfalvai: Földrajz I tankönyvben.

A környezeti nevelés szempontjából mérföldkő volt az 1995-ben elfogadott Nemzeti Alaptanterv, mert itt fogalmazódik meg először közös oktatási követelményként a környezeti nevelés, azaz olyan hangsúlyos tartalmi és szemléleti elemmé válik, amelynek minden tantárgyban meg kell jelennie.

Ez a szemlélet folytatódik az egymást követő átdolgozott alaptantervekben is, és különösen hangsúlyos fejlesztési területté vált az 2012-ben elfogadott legújabb Nemzeti Alaptantervben. 2004-től a közoktatásban az iskolák oktatási-nevelési szempontból meghatározó pedagógiai programjának kötelező részévé vált a környezeti nevelés. Az Erdei iskola, a Zöld óvoda és Ökoiskola programok és hálózatok tovább szélesítették a környezeti, vagy fenntarthatóságra nevelés színtereit és módszereit (Kárász, 2012).

A fenntarthatóságot a középpontba állító szemlélet folyamatos megújulást kíván, melyhez nagyfokú rugalmasságnak kell társulnia, főként igaz ez az oktató-nevelő munkát végző szakemberek esetében. Amíg régebben megfelelt, hogy egy tanár vagy szakember csak a saját tudományterületéhez értsen, ma már elvárhatóvá vált, hogy horizontálisan is széles körű ismeretekkel rendelkezzen (Czipán et al., 2010).

Az ENSZ nemzetközi kezdeményezése a tudatos energiahasznosítás fontosságának felismertetése érdekében a

2012-es évet a „Fenntartható Energia Mindenkinél” évének nevezte el. Ez a kezdeményezés felhívta a figyelmet a klímaváltozást, a légkör felmelegedését előidéző tényezőkre, amelyek között vezető helyet foglal el a fosszilis energiahordozók mind nagyobb arányú elégetése (Boldizsár, 2012).

Energiafelhasználás, mint globális probléma a Nemzeti Alaptantervben. A megújuló energiák nagyobb arányú hasznosításához elengedhetetlen a lakosság pozitív hozzáállása, ennek kialakítása azonban nem könnyű feladat. Sokat segíthet ebben az iskolai oktatás, amely a gyerekek, a fiatalok ismereteinek bővítésével és szemléletének, gondolkodásának formálásával közvetlenül és közvetve is hozzájárul a felelős környezeti magatartás kialakulásához. A közoktatásban zajló nevelő-oktató munkát a Nemzeti Alaptanterv határozza meg, ezért tartottuk fontosnak, hogy ezt az alapidokumentumot elemezzük a kiválasztott szempontból.

A környezeti nevelés megvalósulásának vizsgálatához kulcsszavas dokumentumelemzést végeztünk. A kiválasztott és végigfuttatott kulcsszavak:

- megújuló energia,
- klímaváltozás,
- energiatudatosság,
- fenntarthatóság,
- környezeti szemlélet.

Az elemzés kiterjedt a Nemzeti Alaptanterv alábbi fejezeteire:

- az iskolai nevelő-oktató munka tartalmi szabályozása és szabályozási szintjei,
- a kulcskompetenciák,
- műveltségi területek,
- glosszárium.

Azért választottuk a kulcsfogalom-elemzést, mert ezek a fogalmak jelentik a tudást meghatározó (konstruáló) elemeket, segítséget adnak, ahhoz, hogy feltérképezzük a tények, jelenségek gondolati és logikai egységbe rendezését. Olyan általános tudáselemeket hordoznak, amelyek meghatározzák az új helyzetekben is hatékonyan alkalmazható ismereteket (NTK Műhely, 2014). Mindezek miatt a kulcsfogalmakkal kapcsolatos tudás folyamatos bővítése és elmélyítése az értelmes tanulás egyik nagyon fontos összetevője, ezért fontos információt jelentenek az adott téma feldolgozásáról.

A megújuló energia és az energiatudatosság kulcsfogalmak a NAT általános bevezető fejezeteiben. A Nemzeti Alaptanterv bevezető fejezeteiben megfogalmazódnak a köznevelés egészére érvényes nevelési-oktatási és fejlesztési feladatok, ezért is fontos, hogy az általunk kiválasztott kulcsfogalmak megjelennek-e és ha igen, milyen mélységben és összefüggésben. A NAT „az iskolai nevelő-oktató munka tartalmi szabályozása és szabályozási szintjei” nagy fejezetén belül a köznevelés feladata és értékei pontban nem találunk a vizsgált témához kapcsolódó elemeket. A „Fejlesztési területek – nevelési célok” között a „Fenntarthatóság, környezettudatosság” ponthoz kapcsolódóan olvashatjuk az *energiatudatosság*

fogalmának definíciószerű meghatározását. „Meg kell tanulnia, hogy az erőforrásokat tudatosan, takarékosan és felelősségteljesen, megújulási képességükre tekintettel használja.”

Az alaptanterv II. fejezetében jelennek meg a tanulói képességfejlesztés fő területeit meghatározó kulcskompetenciák. Ezeket elemezve megállapítható, hogy csupán a *fenntarthatóság* fogalma jelenik meg egyetlen kulcskompetenciához, a Természettudományos és technikai kompetenciához kapcsolódva. Más, az adott témakörhöz jól köthető kulcskompetenciához pl. a „Szociális és állampolgári kompetencia”, „Kezdeményezőképeség és vállalkozói kompetencia” nem kapcsolódnak környezeti elemek. Sehol nem jelennek meg az energiatudatossághoz, a *megújuló energiaforrások hasznosításához* kötődő kompetenciafejlesztési feladatok.

1. táblázat: A kiválasztott kulcsfogalmak előfordulása a NAT különböző részeiben

Műveltség terület	Fogalom	Alapelvek célok	Fejlesztési feladat	Köz-műveltség
Magyar nyelv és irodalom	Megújuló energia			
	Energiatudatosság			
Idegen nyelv	Megújuló energia			
	Energiatudatosság			
Matematika	Megújuló energia			
	Energiatudatosság			
Ember és társadalom	Megújuló energia			
	Energiatudatosság			
Ember és természet	Megújuló energia	X	X	X
	Energiatudatosság	X	X	X
Földünk, környezetünk	Megújuló energia		X	
	Energiatudatosság		X	+
Vizuális kultúra	Megújuló energia			
	Energiatudatosság			
Informatika	Megújuló energia			
	Energiatudatosság			
Életvitel és gyakorlat	Megújuló energia			
	Energiatudatosság		X	X
Testnevelés és sport	Megújuló energia			
	Energiatudatosság			

A műveltségi területek elemzése. A környezeti nevelésnek, a fenntarthatóságot szem előtt tartó gondolkodás fejlesztésének az alapidokumentum bevezetőjében leírtaknak megfelelően valamennyi műveltségterületben explicit módon meg kell jelennie. Természetesen ezek mélysége a műveltségterület tartalmi sajátosságainak megfelelően jelentősen eltérhet. Feltételezhető, hogy a természettudományos területekben (Ember és természet, illetve a Földünk, környezetünk műveltségi terület) ez nagyobb hangsúlyt kap, mint a magyar nyelv és irodalom vagy a művészetek esetében. Ezt a kapcsolatot szerettük volna egyértelműen feltárni a műveltségi területek kulcsszavas elemzésével. A műveltségi területeken belül azt is érdemes külön elemezni, hogy a keresett kulcsfogalmak a

szemléleti fejlesztést meghatározó alapelvek, célok, illetve fejlesztési feladatok között vagy a közműveltségi tartalmakban jelennek-e meg. Ez utóbbi a szemléletformálás mellett (helyett) elsősorban az ismeretek közvetítését, bővítését jelenti. A fogalmak megjelenését a *Nemzeti Alaptanterv*-ben a 1. táblázat szemlélteti.

A közműveltségi elemekben az *energiatudatosság* fogalom helyett a kissé más jelentéstartalmat is hordozó *energiatakarékosság* fordul elő. Ezért ezt más jellel (+) jelöltük.

Érdekes részletesebben megnéznünk az Ember és természet műveltségi területet, hiszen ez valójában öt közismereti tárgy tantervi programját foglalja magában (környezetismeret, természetismeret, biológia, fizika, kémia). Ezen a műveltségterületen ezért lehetőség nyílik a közműveltségi tartalmak alaposabb elemzésére is (2. táblázat).

2. táblázat: A kulcsfogalmak előfordulása az egyes tantárgyakban

Tantárgy	Kulcsfogalom	Előfordulás a közműveltségben
Környezet-ismeret	Megújuló energia	X
	Energiatudatosság	X
Természet-ismeret	Megújuló energia	X
	Energiatudatosság	X
Biológia	Megújuló energia	
	Energiatudatosság	
Fizika	Megújuló energia	X
	Energiatudatosság	X
Kémia	Megújuló energia	
	Energiatudatosság	

A bemutatott példák alapján megállapítható a témához kapcsolódó ismeretek fokozatos bővülése és mélyülése. A példák igazolják azt is, hogy ezek tartalmi szempontból alapvetően a fizikához kapcsolódnak. A NAT adós marad az energiahasznosítás kémiai és biológiai vonatkozásainak kiemelésével, így nem használja ki a komplex ismeretközvetítés és szemléletformálás nyújtotta lehetőségeket. Ugyanígy hiányzik a problémakör összekapcsolása a földrajz szempontjaival.

A megújuló energiaforrások megjelenése a földrajz tankönyvekben. Az általános iskola 5. osztályától a középiskola 10. osztályáig különböző, a tanárok körében kedvelt kiadók könyveit vizsgáltuk meg, keresve bennük a megújuló energiaforrások témakörével kapcsolatos információkat. A következőkben röviden összefoglaljuk az elemzés eredményeit, sorra véve a tankönyveket kiadók és korosztályonként.

Az 1. táblázatban látható 2011-es tankönyvelemzésnél tételesen szinte csak a vízenergiára vonatkozóan találunk információt a könyvekben. A könyvek még azt a tévhitet képviselték, hogy Magyarország – kedvezőtlen földrajzi adottságainál fogva – kevésbé alkalmas a megújuló energiaforrások kihasználására. A földrajzos tankönyvkínálat egyre inkább követi azt a változást, ami a világban és országunkban a megújuló energiaforrások terén végbemegy (3–4. táblázat).

2011 óta azonban ezek a tankönyvek javításra, valamint aktualizálásra kerültek, ám ez nem feltétlenül járt együtt az alternatív energia témakör hangsúlyosabb megjelenésével.

A 3. táblázatban megjelenő tankönyvek még a 2006-os Nemzeti Alaptanterv, illetve az arra épülő kerettantervek alapján készültek, míg a 4. táblázat a NAT 2012 alapján készültek elemzését mutatja be. Az új generációs kiadványok esetében, remélhetően az egyre hangsúlyosabbá váló környezeti nevelés és a fenntarthatóság gondolatának előtérbe állítása tükröződik majd a leckékben is, mint ahogy az 5. táblázatban olvashatjuk.

Az elemzés tapasztalatai alapján megállapítható, hogy az egymást követő évfolyamokon fokozatosan bővül a témakörhöz kapcsolódó ismeret. Elmondható ugyanakkor, hogy a tankönyvekben nem jelenik meg a fontosságának

A megújuló energiaforrások a hazai felsőoktatásban európai kitekintéssel. Magyarországon öt egyetem és két főiskola, az Európai Unióban belül öt ország 32 egyetemének képzési kínálatát elemeztük. A kutatás módszereként a kulcsszavas honlap-elemzést választottuk. A honlapok menüpontja alapján a képzési struktúra, a képzések és a kurzusok kínálatai közt a megújuló energia, *renewable energy* (gyakori találat: *sustainable energy*) kulcsszavakat kerestük.

Tapasztalatként szolgál a honlap elemzés során, hogy intézményenként sokszínű web struktúrával találkoztunk. A honlapok teljes angol fordítása többségben adott, kivétel németországi és francia honlapoknál, melyek esetében a releváns részek csak anyanyelven jelennek meg. Sok helyen találkoztunk részletes kurzusleírással, pdf. formátumú prospektussal. Nehézséget okozott viszont, hogy bizonyos honlapokon csak a képzés, vagy a tárgy neve

3. táblázat: Tankönyvelemzés 2011 – Megújuló energiahordozókról szóló információk megjelenése a magyarországi tankönyvekben

	Tankönyv	Megújuló energiákra vonatkozó tartalmak
NAT 2006 alapján készült tankönyvek	NEMZETI TANKÖNYVKIADÓ Kontinensek földrajza (7. o.)	A könyv több kontinensnél is említi a vízenergiát, mint adott helyen jól kihasználható lehetőséget.
	NEMZETI TANKÖNYVKIADÓ Európa közepén Közép-Európa és Magyarország földrajza (8. o.)	Ugyancsak a vízenergiát említi Ausztriánál, és – kérdőjellel – Magyarországnál.
	NEMZETI TANKÖNYVKIADÓ Lakóhelyünk a Föld (9. évf.)	Sajnos sehol sem említi a megújuló energiaforrásokat.
	NEMZETI TANKÖNYVKIADÓ Az ember és a Föld (10. évf.)	„A gazdasági élet szerkezete és területi átalakulása” és a „Globális problémák és globális megoldási lehetőségek” tartalmaz információt a megújuló energiákról egy ábra és egy oldalnyi kifejtés formájában.
	MOZAIK KIADÓ Földrajz (7. o.)	Kizárólag a vízenergiát említi, Ausztrália, Amerika és Európa esetében.
	MOZAIK KIADÓ Földrajz (8. o.)	A vízenergia mellett itt végre említésre kerülnek a „Hazánk a Kárpát-medencében” és „A magyar gazdaság” c. fejezetekben fél- illetve negyed oldalon az ismert megújuló energiaforrások.
	MOZAIK KIADÓ (Földrajz 9.)	Ismét kizárólag vízenergia, két fejezetben említve.
	MOZAIK KIADÓ Földrajz (10.)	A vízenergia megemlítése mellett „A gazdasági élet szerkezetének alakulása” és „A globális környezeti problémák” című fejezetekben a kisbetűs részben a lassú növekedés felpanaszolója, illetve fajtánként 5-6 soros jellemzés található mindegyik megújuló energiaforrásról.
	MŰSZAKI KIADÓ Földrajz I. középiskolásoknak (9. évf. számára)	Két helyen említi, kizárólag a vízenergiára utalóan.
	MŰSZAKI KIADÓ Földrajz II. középiskolásoknak (10. évf. számára)	A könyv a vízenergia mellett három fejezetben is foglalkozik a megújulókkal. A „Hazánk társadalmi-gazdasági életének jellemzői a XXI. század elején” tartalmaz 19 soros fejtegetést arról, hogy Magyarország még nem indult el a megújuló hasznosítása terén. E megállapítás a tíz éve talán még igaz volt. Szomorú, hogy ilyen rendezetlen a tankönyvek ütemes megújítása!

megfelelő arányban az alternatív energiaforrások megismertetése. A tankönyvek messze nem használják ki a téma feldolgozásában rejlő ismeretátadás és szemléletformálás lehetőségeit, még a globális problémákkal foglalkozó magasabb évfolyamokon sem. Nem jelennek meg a tudatos energiafelhasználóvá válást segítő gyakorlati tanácsok sem.

került feltüntetésre, nem található kurzusleírás vagy a megtekintés csak regisztrált kóddal történik.

Pozitívum, hogy a honlapok foglalkoznak a témában karrier lehetőségekkel, elhelyezkedési kimutatásokkal, egy külső honlapra való navigálás segítségével. Választ kaphat az olvasó, hogy miért érdemes az adott szakot válasz-

4. táblázat: Tankönyvelemzés 2013 – Megújuló energiahordozókról szóló információk megjelenése a magyarországi tankönyvekben

	Tan- könyv	Megújuló energiákra vonatkozó tartalmak
NAT 2012 alapján készült tankönyvek	MŰSZAKI KIADÓ: Természeti- meret 5. osztály, Élő és élettelen környezetünk	A változó éghajlat (hétköznapi tudomány) című tananyagban olvashatunk az energiatakarékos-ságról, az épületek hőszigeteléséről, a pazarló energiafogyasztás megszüntetéséről, a lakosság gondolkodásmódjának formálásáról, a takarékos módszerekről, a megújuló energiaforrások – a Nap, a szél és a víz – erejének hasznosításáról. Két fényképet találunk a szövegrész mellett. Az egyikben egy energiatakarékos izzó, a másikon háztetőre szerelt napelem látható. A fotók mellett nincs feltüntetve, hogy mit látunk a képeken pontosan. Egy kis szöveg olvasható: „Az éghajlat védelmét szolgálja az energiatakarékoság és a megújuló energiaforrások használata. Legyél te is környezetvédő!” Kislexikonban: „Megújuló energiaforrás: a víz, a szél és a Nap energiájának felhasználása fűtés-re, áramtermelésre. Előnye, hogy korlátlanul áll rendelkezésre és nem károsítja a környezetet.” Felszíni és felszín alatti vizek című fejezetben: A Tisza legnagyobb víztározója a Tisza-tó. Vízét öntözésre és áramtermelésre is használják. „A nagy esésű, bővizű, folyókon vízi erőművek létesülnek, melyek villamos áramot termelnek.”
	NEMZEDÉKEK TUDÁSA TANKÖNYVKIADÓ: Föld- rajz 9.	A vízburok földrajza című fejezetben: Gazdálkodás a vizekkel – vízgazdálkodás című anyagrészben olvashatjuk, hogy „a vízenergia a legnagyobb arányban hasznosított megújuló energiaforrás.” Hátrányai: költsége, a kiépítéssel járó környezeti átalakítás. Előnyei: „a megépített erőmű viszonylag olcsón szolgáltatja az elektro-mos áramot, környezet szennyezés nélkül működik, egyre növekszik a jelentősége, ahogy a ki-merülő energiahordozók mennyisége csökken.” Ábra: „A vízenergia-készlet megoszlása az egyes kontinensek között (%-ban).” Feladatok: Segít az internet! „Készíts listát a világ öt legnagyobb vízerőművéről. Melyik ország-ban és melyik folyón építették?” Gondolkozz és válaszolj! „Érvelj a vízerőművek építése mellett! Milyen veszélyekkel kell szá-molnod?”

5. táblázat: A 2006-os és 2012-es NAT alapján készült tankönyvek megújuló energiával kapcsolatos ismereteinek változása

NAT 2006	NAT 2012
– Az egymást követő évfolyamokon bővülő ismeretszerzés. – A vizsgált tankönyvekben nem jelenik meg a fontosságának megfelelő arányában az alternatív energiaforrások megismertetése. – Nem használják ki a téma feldolgozásában rejlő ismeretátadás és szemléletformálás lehetőségeit, még a globális problémákkal foglalkozó magasabb évfolyamokon sem. – Nem jelennek meg a tudatos energia-felhasználóvá válást segítő gyakorlati tanácsok.	– Egyre hangsúlyosabbá váló környezeti nevelés és a fenntarthatóság gondolatának előtérbe állítása már 5. osztályban. – Nem bővebb ismeret, de komplexebb látásmód kialakítása a témával kapcsolatban 9. osztályban.

tania. Mindezek motivációként szolgálnak az adott képzési terület választásához.

Azoknál az intézményeknél, ahol nem volt találata a kulcsszavakra, sok esetben valamilyen formában jelen van a téma. Kutatást végeznek, aktuális projektek futnak, esetleg a "hírek" rovat foglalkozik a megújuló energiaforrásokkal. Eredményeinket egy táblázatban foglaltuk össze (6–7. táblázat), az egyes intézményekhez hozzárendeltük és rövidítéssel feltüntettük a témához kapcsolódó képzési területeket, a gazdasági - GA, a mezőgazdasági - MG, a mérnöki - MÉ, a műszaki - MŰ, a környezetvédelmi - KV, a tudományos - TU területeket.

Feltüntetésre kerültek azok az intézmények is, amelyek esetében nem dönthető el egyértelműen a megadott adatok alapján a téma jelenléte a képzésekben.

A 32 megvizsgált uniós egyetem közül 20 intézményben van megújuló energiaforrásokkal kapcsolatos oktatás.

Magyarország esetében a képzési területek rangsorát tekintve azt tapasztaltuk, hogy a megújuló energiaforrásokkal kapcsolatos oktatás a mérnöki és a gazdasági területeken jelenik meg nagyobb számban, amit a tudományos és a műszaki-mezőgazdasági terület követ. Az Európai Unió vizsgált intézményei esetében az első helyen a rangsorban a mérnöki terület áll, a második helyen a tu-

dományos terület, melyet a sorrendben a gazdasági, környezetvédelmi, majd a műszaki-mezőgazdasági terület követ.

A középiskolai tanárképzésben a vizsgált intézmények egyike sem indít megújuló energia témájú specifikus

hetetlen a NAT-ban való megfelelő hangsúlyú megjelenés. Az elemzések azt igazolták, hogy az elmúlt reformok során történt kedvező elmozdulás, de az igazi szemléleti áttöréstől még messze vagyunk.

Egy tudatos, cselekvő generáció felneveléséhez nyitott,

6. táblázat: Megújuló energiaforrások a hazai felsőoktatásban

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, MÉ	Energetikai gépek és rendszerek tanszék - Energetikai szakmérnök képzés (szakirányú továbbképzés) – Megújuló energia ágazat - Mérnök alapszak – Megújuló energiaforrások tanegység - Gépészmérnöki mesterszak - Biomassza Energetika
Budapesti Corvinus Egyetem; GA	Gazdálkodástudományi Kar - Energiagazdálkodási szakközgazdász/specialista szakirányú továbbképzési szak
Debreceni Egyetem MŰTU GA	Műszaki Kar - Energetikai mérnökasszisztens - Műszaki környezeti szakmérnöki szakirányú továbbképzési szak – szakmai törzsanyag: Megújuló energiaforrások tanegység - Városenergetikai szakmérnök Meteorológiai Tanszék - Megújuló energetikai szakirányú továbbképzési szak Természettudományi és Technológiai Kar - Környezetvédelmi- és fejlesztési szakértő – másoddiplomás képzés - Energiagazdálkodási szakértő(megújuló energetikai szakértő) - Fizika BSc / Villamosmérnök (BSc) - Szabadon választható kurzus: Energiaforrások
Óbudai Egyetem MÉ	Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar - Villamos Energetikai Intézet - Megújuló energiaforrások létesítése, szabadon választható tanegység - Különleges energiaforrások, szabadon választható tanegység
Szent István Egyetem MG GA MÉ	Mezőgazdasági és Környezettudományi Kar - Alternatív-energiagazdálkodási tanácsadó szakirányú továbbképzési szak Gazdasági Jogi és Közigazgatási Intézet - Környezetmérnöki MSc Környezetgazdaságtani Tanszék - Környezetgazdálkodási agrármérnök MSc Fizika és Folyamatirányítási Tanszék - Környezetgazdálkodási agrármérnök MSc Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar - Megújuló energia termelési és felhasználási szakirányú továbbképzését
Eötvös József Főiskola MÉ	Vízellátás és Környezetmérnöki Intézet Környezetmérnöki és építőmérnöki szak: szabadon választható tanegység: Megújuló energiaforrások, alternatív üzemanyagok
Eszterházy Károly Főiskola TU	Természettudományi Kar – Földrajz Tanszék - Megújuló energiaforrások szakirány alapképzés - Erőforrás- és kockázatelemző geográfus mesterképzés - Megújuló energiaforrások tanegység – minden szakirányról

képzést. A képzésekben esetleg tantárgyanként megjelenik illetve szakirányú továbbképzések témája lehetne.

Összegzés. Az energiahasznosítás, az energiaforrások biztosítása korunk meghatározó jelentőségű kérdése. A nem megújuló energiaforrások kimerülése és az energiahasznosítás környezeti hatása azonban kihívás elé állította az országokat. A társadalom egyre inkább tudatába kerül annak, hogy az eddigi gazdálkodás, a sokszor pazarló energiafelhasználás nem folytatható tovább. Az energiaválság napjaink globális problémájává vált. A megoldás csak tudatos és tervszerűen összehangolt munkával sikerülhet, ebben pedig egyre jelentősebb szerep hárul az oktatásra. Ezért választottuk a hazai köznevelést alapjaiban meghatározó szabályozó dokumentum, a NAT 2012 ilyen szempontú elemzését. Úgy véljük, ahhoz, hogy a mindennapi oktatásban megjelenjen ez a téma, elenged-

innovatív gondolkodású és széles ismerettel rendelkező pedagógusokra, korszerű, aktualizált tartalmú tankönyvekre van szükség, valamint az azokat kiegészítő internetes magyar nyelvű ismeretforrásokra (FÖLDRAJZ nEtSZKÖZKÉSZLET; *Pajtókné*, 2008). A vizsgált tankönyvek egy része még a 2006-os Nemzeti Alaptanterv, illetve az arra épülő kerettantervek alapján készültek, azonban érdemes lehet majd a vizsgálatot elvégezni a 2012-es alaptanterv célkitűzéseit tükröző valamennyi új tankönyv, különös tekintettel a legújabb kísérleti tankönyvek esetében. Remélhetőleg az egyre hangsúlyosabbá váló környezeti nevelés és a fenntarthatóság gondolatának hangsúlyozása tükröződik majd a tankönyvek lelkében is.

A közoktatás és a felsőoktatás egyaránt kiváló lehetőséggel rendelkezik a megújuló energiák oktatására, ami külö-

7. táblázat: Megújuló energiaforrások néhány európai felsőoktatási intézményben

DÁNIA 3/3	Roskilde University Technical University of Denmark University of Copenhagen	KV MÉ GA
FINNORSZÁG 3/2	Aalto University School of Business Sibelius Academy University Oulu	KV - TU, MÉ
HOLLANDIA 6/4	Delft University of Technology Leiden University Maastricht University University of Amsterdam University of Groningen Utrecht University	MŰ - TU - GA, TU TU
EGYESÜLT KIRÁLYSÁG 10/8	City University of London	MÉ
	Open University	-
	The London School of Economics	GA
	The Queen's University of B	TU
	University of Bath	MÉ
	University of Brighton	TU
	University of Bristol	-
	University of Cambridge	MÉ, GA
	University of Edinburgh	MÉ
NÉMETORSZÁG 10/3 (még 5 lehet)	University of Oxford	MÉ, TU
	Bauhaus Universität Weimer	Nem egyértelmű
	Europa Universität Viadrina Frankfurt	-
	Universität Berlin	-
	Technische Universität München	MÉ
	Humboldt Universität zu Berlin	Nem egyértelmű
	Universität Kassel	MÉ, MG
	Universität Heidelberg	Nem egyértelmű.
	Technische Universität Berlin	Nem egyértelmű.
	Technische Universität Dresden	Nem egyértelmű.
	Universität Stuttgart	MÉ

nösen igaz a földrajzra. Már a közoktatás alsóbb fokán el kell kezdeni az új környezettudatos szemlélet kialakítását, amely igazán a felsőoktatásban teljesebbé válhat.

Irodalom

- Boldizsár, M., 2012: Fenntartható energiát mindenkinek! *Élet és Tudomány*, 6–7.
- Bozsoki, A. M., 1998: Környezetgazdálkodás. *Mozaik Oktatási Stúdió*, Szeged, 3., 48., 64. p.
- Czippán, K., Havas, P. és Viktor, A., 2010: Környezeti nevelés a fenntarthatóságért In: Vásárhelyi, J., 2010: Nemzeti Környezeti Nevelési Stratégia – alapvetés (harmadik, javított kiadás). *Magyar Környezeti Nevelési Egyesület*, Budapest, 35–39. (http://mkne.hu/NKNS_uj/layout/NKNS_layout.pdf)
- <http://ec.europa.eu> (letöltés 2012.10.01.)
- http://hvg.hu/gazdasag/2014.01.24_Magyarorszag_felvetolet_keri_a_Nemzetkozi (letöltés 2014.02.01.)
- <http://www.siemens-home.com/hu/eco-plus/tenyek-adatok/fold-nepessegenek-es-energia-fogyasztasanak-alakulasa.html>

- IEA, 2014: <http://www.worldenergyoutlook.org/>
- Kárász, I. 2012: A környezeti nevelés története, céljai és, *EKF, kézirat*
- Kerényi, A. 2006: Általános környezetvédelem – Globális gondok, lehetséges megoldások. *Mozaik Kiadó*, Szeged, pp. 238
- Mendöl T., 1999: A földrajztudomány az ókortól napjainkig. *ELTE Eötvös Kiadó* Budapest, 15–17.
- Németh, B., 2012; <http://www.physics.ttk.pte.hu/pages/munkatarsak/nemeth/KorFiz-I-3-ember-tevekenyseg.pdf> letöltés 2014. 02.01.
- NTK Műhely, 2014: A kulcsfogalmak fejlesztésének magálapozása az NTK Műhely keretén belül segítségével http://www.ntk.hu/c/document-library/get_file?uuid=1a1ca9f2-c5f5 (letöltés 2014.02.02.)
- Pajtkókné Tari, I., 2008: Digitális tudástárak földrajzi tartalmú oldalainak értékelése a földrajztanítás szemszögéből I. Learning Resource Exchange (LRE). *Földrajzi Közlemények* 132, 63–69.

**MEGÚJULÓ ENERGIAFORRÁSOKKAL KAPCSOLATOS HALLGATÓI
ÉS OKTATÓI KUTATÁSOK A BMGE VILLAMOS ENERGETIKA TANSZÉK-
ÉNEK VILLAMOS MŰVEK ÉS KÖRNYEZET CSOPORTJÁBAN**
*STUDENT AND INSTRUCTOR RESEARCH ACTIVITIES IN THE FIELD
OF RENEWABLE ENERGY, OF THE POWER SYSTEMS AND ENVIRONMENT
GROUP OF THE DEPARTMENT OF ELECTRIC POWER ENGINEERING*

Hartmann Bálint

BMGE Villamos Energetika Tanszék, Villamos Művek és Környezet Csoport, 1111 Budapest, Egry József u. 18.,
hartmann.balint@vet.bme.hu

Összefoglalás: A cikk célja a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Villamos Energetika Tanszékének Villamos Művek és Környezet Csoportjában végzett, megújuló energiaforrásokhoz kapcsolódó kutatási munkák rövid ismertetése, néhány kiemelt projekt rövid bemutatásán keresztül.

Abstract: The aim of present paper is to provide a brief introduction on the research activities in the field of renewable energy, performed by the Power Systems and Environment Group of Department of Electric Power Engineering at Budapest University of Technology and Economics.

VM Csoport bemutatása. A Tanszékcsoportunk jogelődjének tekintett Villamosművek Tanszék az 1929/30-as tanévben kezdte meg a működését a M. Kir. József Nádor Műegyetemen. Az új tanszék létesítése egybeesett a gépészmérnöki képzés reformjával, melynek eredményeként az általános gépészmérnöki képzés („A” tagozat) mellett megindult a villamos („B”) és mezőgazdasági („C”) gépészmérnökök oktatása is. A tanszék első vezetője Verebélly László egyetemi tanár volt, akinek jelentős szerepe volt a villamosítás országos fejlődésében is. 1937-ben a tanszék neve Villamos-művek és Vasutak Tanszékre változott, ezzel is követve az oktatás és kutatás területén zajló változásokat. Az egyetem Villamosmérnöki Karának 1949. évi megalakulásakor a tanszék is kart váltott, de tevékenységét változatlan néven folytatta 1961-ig. A már Geszti P. Ottó által vezetett tanszék ekkor 10 évre kettévált; a Villamos-művek Tanszék és a Nagyfeszültségű Technika és Készülékek Tanszék csak 1971-ben került újra egy szervezeti egységbe az Erőáramú Intézet keretei között. Ezen időszakban az oktatott tárgyak spektruma folyamatosan bővült, a villamos energia termelésével és szállításával kapcsolatos tantárgyak mellett a rendszer megbízhatóságával és gazdaságos üzemeltetésével foglalkozó diszciplínák is meghonosodtak. A vasúti energiaellátás és a vasúti EMC kérdései ezen időszak alatt is a tanszék kutatási profiljának meghatározó részét képezték. Szintén az 1970-es években zajlottak a világon akkor még ritkaságnak számító 750 kV-os feszültségű bevezetését előkészítő és támogató kutatások, Bán Gábor vezetésével. 1991 és 2001 között a Villamos Művek Tanszék ismét önállóan működött, majd a – máig létező – Villamos Energetika Tanszék létrehozásakor Villamos Művek és Környezet Csoportként tagozódott be abba. Ahogy tanszékcsoportunk neve is mutatja, hagyományos kutatási profilunk (a villamosenergia-átvitel és -elosztás kérdései és a kapcsolódó határterületek) mellett ekkorra már hangsúlyos szerepet kaptak a villamosenergia-rendszer környezeti hatásaihoz kapcsolódó tevékenységek.

Az azóta eltelt bő évtized során a tanszékcsoport folyamatosan figyelemmel követte a villamosenergia-ipart átformáló új irányzatokat, így mind oktatási, mind kutatási

munkánkban mára jelentős hányadot képviselnek a megújuló energiaforrások hasznosításával, rendszerbe integrálásával, valamint az időjárás hatásainak vizsgálatával foglalkozó, döntően interdiszciplináris megközelítést igénylő feladatok. Cikkünk célja, hogy egy rövid áttekintést adjon erről a szerteágazó munkáról néhány, az elmúlt években folytatott kutatás ismertetésén keresztül.

Terhelésbecslő eljárások. A rövidtávú terhelésbecslés (*short-term load forecasting* – STLF) egy adott fogyasztói kör villamosenergia-fogyasztásának becslésével foglalkozik 1–3 napra előre, negyedórás felbontással. Ezeket a határokat a szakirodalom rugalmasan használja, ide sorolhatjuk az 1 órától 1–2 hétig terjedő terhelésbecslést is. Míg az ennél hosszabb távra történő előrejelzések főképp a villamosenergia-hálózat stratégiai tervezésében vagy éppen szerződéskötésekkor lényegesek, addig ez a terület az energiahálózat közvetlen működtetésében játszik fontos szerepet. Mind a túlterhelés, mind a túltermelés veszteséget okoz a szolgáltatónak, ezért ezek elkerülése egyaránt kulcsfontosságú. A téma az utóbbi évtizedekben az energiapiaci liberalizációja és az itt is megjelenő verseny miatt egyre nagyobb fontosságra tesz szert.

Egy háztartás fogyasztásának pontos előrejelzése nem lehetséges a számtalan befolyásoló tényező miatt, azonban egy város vagy egy megye összes fogyasztójának energiaigénye már jól becsülhető. A becslés során számításba kell venni a terhelés jellemző napi és heti periodicitását (éjszaka, illetve hétvégén kisebb a terhelés), valamint az időjárás (leginkább a hőmérséklet, de kisebb mértékben a szélsőségek, megvilágítás is), az ünnepek (vagy egyéb speciális napok) és esetleg más nem említett tényezők (például energiaár változásai, nagy érdeklődésre számot tartó események) hatásait. Ráadásul a fogyasztók eltérő összetétele és szokásai is külön megfontolást igényelnek.

A fent említett paraméterek és a fogyasztás közötti összefüggések nem lineárisak és sztochasztikusak. A becslési feladat megoldására ennek megfelelően nagyon sokféle módszer létezik, például:

- regressziós módszerek
- idősor-analízis
- neurális hálózatok alkalmazása

- fuzzy logika alkalmazása
- support vector machines (SVM) alkalmazása
- wavelet-analízis

A tanszékcsoporton 2009-ben készült szakdolgozatban, illetve ipari munkáink során ezek közül többnek a megvalósítására és tesztelésére sor került. A minimum likelihood módszerrel identifikált auto-regresszív – mozgó átlag (ARMA) idősorok és a radiális bázisfüggvényeket (RBF) alkalmazó neurális hálózatok adták a legkisebb átlagos hibákat. A terhelésbecslő eljárások megvalósításához jellemzően több évnnyi minta adatsorra van szükség, melyek közül az időjárással kapcsolatos paraméterek összegyűjtése több esetben is nehézségeket okozott. Ennek javítása mellett a kutatás tapasztalatai alapján további lehetőségek rejlenek a terhelésbecsléshez felhasznált meteorológiai előrejelzések pontosságának figyelembe vételével.

Fogyasztói vezérlés megújuló kiegyenlítésére. A nap- és szélenergiát hasznosító erőművek nagyléptékű integrálása a villamosenergia-rendszerbe elsősorban azok időjárásfüggése miatt nehézkes: az így nyert villamos energia mennyisége ugyanis a környezeti elemek állapotának függvénye és nem illeszkedik a villamos energia igényekhez, ami problémákat okozhat a rendszerben a hatásos teljesítményszabályozás során. Amennyiben a villamosenergia-felhasználás nagy hányadát kívánjuk megújuló forrásokból fedezni, a könnyen és gyorsan szabályozható erőművek (például nyílt ciklusú gázturbinák) építése mellett az energiatárolók alkalmazása, valamint a fogyasztói befolyásolás a két leggyakrabban alkalmazott eszköz.

Fogyasztói befolyásolásról akkor beszélünk, ha a fogyasztók egy csoportja által felvett teljesítményt valamilyen ösztönző felhasználásával irányítottan megváltoztatjuk. Ennek során adott időszakra vonatkozó energiafogyasztás nem, vagy csak kis mértékben változik; a hangsúly a terhelési görbe – vagyis a fogyasztás időfüggvényének – megváltoztatásán van. Ösztönző eszköz lehet többek között a tarifális ösztönzés, a közvetlen fogyasztói vezérlés, a tájékoztatás (smart metering), az előre fizetéses rendszer alkalmazása, vagy az automatikus terheléskorlátozás használata.

Hagyományos, tarifális ösztönzésre épülő rendszerekben (flat-rate) a fogyasztás gyakorlatilag rugalmatlan, hiszen a fogyasztó semmilyen formában nincs ösztönözve fogyasztási szokásai megváltoztatására. A passzív tarifális rendszereknél a fogyasztó előre meghatározott tarifarendszer szerint (*time of use*) szerződik a szolgáltatóval; ahhoz, hogy ennek előnyeit kihasználhassa, érdemes szokásain változtatnia. Aktív tarifális befolyásolásról akkor beszélünk, ha a fogyasztó a villamos energia valós idejű árazásának (real-time pricing) hatására változtat saját szokásain – ehhez természetesen elengedhetetlen, hogy elegendő és megfelelő információ álljon rendelkezésére.

A fogyasztók közvetlen vezérlése alatt azt a mechanizmust értjük, amikor egyes fogyasztói berendezések (tipikusan hőtárolós eszközök, például bojlerok vagy hőtárolós kályhák) be- vagy kikapcsolásának engedélyezését az áramszolgáltató végzi, egy speciális távvezérlő eszközrendszer segítségével. Hazánkban ún. hangfrekvenciás vagy rádiófrekvenciás központi vezérlés (HKV és RKV) üzemel, ezek segítségével válik lehetővé a köznyelvben „éjszakai áramnak” nevezett vezérelt villamos energia vételezése.

A fogyasztók közvetlen, szolgáltató általi vezérlésének számos előnye van, többek között:

- lehetővé válik a napi rendszerterhelési görbe simítása, így jobban kihasználhatók az olcsóbb alaperőművek és kevesebb drága csúcserőművi kapacításra van szükség, illetve a hálózati veszteségek is csökkenthetők.
- a szolgáltatónak lehetősége nyílik az aktuális fogyasztását a menetrendben megadott fogyasztáshoz igazítani, csökkentve ezáltal a kiegyenlítésért fizetendő költségeit.

Hazai és nemzetközi, a fogyasztói vezérléssel kapcsolatos felmérések tapasztalatait az alábbiak szerint összegezhettük:

- csupán tarifális ösztönzéssel mérsékelt hatás érhető el a terhelési görbe befolyásolására.
- a vezérlés egyértelműen hatékonyabb, mint a tarifális befolyásolás; célszerű a kombinált megoldások alkalmazása.
- a vezérlés vonzóbb lehet a fogyasztók számára, ha lehetőséget kapnak a szolgáltatói vezérlés felülbírálására.
- a vezérlésből olyan megoldások származnak, melyek egyaránt hasznosak az áramszolgáltató és a fogyasztók számára.
- több helyen vizsgálják a dinamikus vezérlés lehetőségeit, amelynek során nem egy előre rögzített napi ki/be vezérlési program szerint kapja a fogyasztó a villamos energiát, hanem a ki/be vezérlő jelek napról napra változhatnak, a rendszer aktuális igényei szerint.
- vezérelt eszközként a bojlerok mellett (helyett) hőszivattyúk és villamos autók is alkalmazhatók.

Ha Magyarország a jelenleginél nagyobb arányban szeretne megújuló energiaforrásokra támaszkodni az ország villamos energia igényeinek kielégítéséhez, az előzőekben bemutatott okok miatt a fogyasztói befolyásolás különböző válfajai (elsősorban a valós idejű árazás és a közvetlen fogyasztói vezérlés) hatékonyan támogathatják ezt a folyamatot.

Elosztott energiatermelés modellezése. Ahogy azt az előző kutatási téma kapcsán már említettük, a villamosenergia-rendszert ért hatások közül a legfontosabbak között kell említenünk az elosztott, jellemzően megújuló energiaforrásokat hasznosító erőművek térnyerését. Ahhoz, hogy ezek rendszerre gyakorolt hatását megfelelően vizsgálhassuk, pontos, valósághű modellek kialakítására van szükség, mely különösen nehéz lehet az időjárásfüggő termelők esetén.

A kialakított modellben a szélsébség környezeti változója historikus adatsorok alapján, sztochasztikus jelleggel változik. A szélsébség értékek generálása során a modell időfelbontása, valamint a szél-turbinák forgási sebessége és a szélsébség közötti kapcsolat bonyolultsága nehezíti a feladatot. A problémát megkerülve a szélsébség értékek előállítására nem historikus széladatokat, hanem szélerőművek energiatermelési adatai alapján történt. Ezzel az egyes szél-turbinák átlagos rendelkezésre állását, a turbinák farmokon belüli egymásra hatását, valamint a különböző földrajzi helyeken esetleg eltérő szélviszonyokat is figyelembe vehettük.

A modell kidolgozásának lépéseit egy szélerőmű példáján keresztül mutatjuk be, melyhez elérhető 3 év termelési adatai:

1. A negyedórás teljesítmény adataiból a vonatkozó szélsebesség-teljesítmény karakterisztikája alapján minden negyedórás teljesítményhez meghatározható egy átlagos negyedórás szélesség-érték. Mivel a karakterisztika nem kölcsönösen egyértelmű, ezért a zérus, valamint névleges teljesítményekhez (jellemzően 0–3, illetve 12–25 m/s szélesség-tartományban) nem kapunk egyértelmű szélesség-értéket. Ezeket a szélesség intervallumokat OOI (*out of observed interval*) tartományoknak nevezzük. A mérések körülbelül 25%-a, illetve 5%-a esik ebbe a (0–3 m/s), illetve (12–25 m/s) tartományba.
2. A kapott fiktív szélesség gyakoriságokra Weibull-eloszlást illesztünk, figyelembe véve, hogy az OOI tartományokba eső szélességek előfordulási aránya megegyezzen az 1. pontban kapott aránnyal.
3. Az illesztett eloszlásnak megfelelően az OOI tartományokba véletlen számokat generálunk, majd a Box-Cox módszerével a Weibull-eloszlással jellemzett idősort normális eloszlásra transzformáljuk.
4. Speciális mozgóablakos módszerrel minden napra és órára szélesség-átlagokat és -szórásokat határozzunk meg, majd a kapott értékekkel az idősort standardizáljuk. A lépés hatására a havi és napi szezonális eloszlást elimináljuk az adataiból.
5. Box-Jenkins módszerével a kapott standard normális eloszlású idősort (az OOI tartományok figyelembevétele nélkül) autoregresszív (AR) modellt illesztünk. A kapott AR paraméterek alapján az OOI tartományba új értékeket generálunk, majd újra elvégezzük az AR identifikációt. Az iteráció ismétlésével az AR paraméterek értéke konvergál.
6. Az AR modell paraméterei, az évszakos és napi szezonális eloszlások, valamint a Box-Cox módszer során kapott tényezők jellemezznek egy adott szélerőműhöz tartozó szélesség-szimulációt. A lépéseket visszafelé végrehajtva megfelelő szezonális eloszlással és korrelációval rendelkező fiktív szélesség-idősort kapunk.

A bemutatotthoz hasonló modellezési folyamatok segítségével természetesen más időjárásfüggő megújuló energiaforrások is leképezhetők további vizsgálatok érdekében, erre azonban a kutatás kapcsán nem kerül sor, az ugyanis a kapcsolt erőművek optimális működtetését helyezte középpontba, a szélerőművek pedig csak a megvalósított struktúra egy szeletét jelentették.

Odooproject. A Solar Decathlon egy nemzetközi, egyetemeken közötti innovációs verseny, ami 2002 óta kerül megrendezésre az USA Energetikai Minisztériuma és a spanyol kormányzat szervezésében. Célja a napenergia felhasználásával összefüggő építészeti megoldások népszerűsítése, illetve a zöldtechnológiák társadalmi, piaci támogatottságának megteremtése. A verseny során minden résztvevő csapatnak piaci szereplőkkel együttműködve egy kizárólag napenergiát hasznosító, energiatároló, környezettudatos, könnyűszerkezetes lakóépületet kell megterveznie és felépítenie.

Régióinkból elsőként a BME diákjaiból álló csapat (60 tagot tömörítő projektszervezet) nyújtott be sikeres, a 2012-es madridi Solar Decathlon nemzetközi versenyen való indulás feltételeit teljesítő pályázatát. A terv megvalósításában az építészmérnök hallgatók mellett természetesen más karok tanulói is részt vettek, így a ház villamosenergia-ellátásának kialakításán több, a Villamos Művek és Környezet Csoportban szakdolgozó vagy diplomázó hallgató is dolgozott, a tanszékcsoport oktatóinak szakmai támogatása mellett. A ház geometriáját úgy alakították ki, hogy az aktív és passzív napenergia-hasznosítás a legkedvezőbb legyen. A nyári fal kialakításával a kedvező déli felületek megkétszereződtek, míg a teljesen üvegezett déli homlokzattal szervezett passzív hőnyereség a ház fűtésére fordítható a téli időszakban. A napelemekkel burkolt tető által termelt energiát is figyelembe véve a kialakított rendszer a ház számára szükséges energia háromszorosát képes előállítani.

A 2012. évi versenyen az Odooproject az előkelő hatodik helyen végzett, több kategóriában („Mérnöki és szerkezeti megoldások”, „Kényelmi kondíciók”, „Energiahatékonyság”) is dobogós helyezést elérve a nemzetközi megmérettetésen.

Szélerőművek integrálása a villamosenergia-rendszerbe.

Az időjárásfüggő megújuló energiaforrást hasznosító erőművi technológiák közül Magyarországon a szélerőműveket tekinthetjük a legjelentősebbnek. Ezek mondhatják magukénak a legnagyobb beépített teljesítményt, illetve a legnagyobb mennyiségű üzemeltetési tapasztalat is ezekhez kapcsolódik. Mindezek fényében aligha lehet meglepő, hogy a szélerőművek villamosenergia-rendszerbe történő integrálása hosszabb ideje központi helyet foglal el a tanszékcsoport kutatási témái között – 2013-ban egy doktori disszertáció tárgyát is képezte a téma. A dolgozatban a szélerőművek termelési gradiensével, valamint a szélerőművek által szolgáltatott menetrend és a tényleges termelés közti eltérés kezelésével kapcsolatos kutatások kerültek bemutatásra, melyek során az energiatárolási technológiák használata is fontos szerepet kapott.

A magyarországi szélerőművek termelési gradiensének változásai perces felbontással kerültek megvizsgálásra, a beépített kapacitás különböző értékekre történő átskálázása mellett. Az így kapott szabályozási igények nagyságát ugyanezen időszakban a magyar villamosenergia-rendszer tényleges gradiens képességével összehasonlítva az eredmények egyértelműen azt mutatják, hogy jelentős szélerőművi kapacitásbővülés esetén szükség van a jelenlegi meghaladó szabályozási lehetőségek rendszerbe állítására. A kutatás során két különböző módszer is felhasználásra került: a statisztikai kiértékelés során ignoráljuk a felhasznált bemeneti adatok időbeliségét, míg ezzel ellentétben a saját készítésű számítógépes szimuláció használata során ez elsődleges fontosságú marad. Mindkét módszerhez a szélerőművek termelési adatai, valamint a vizsgált rendszer le- és felirányú gradiens képességei jelentik a bemeneti adatokat, azonban ezek csak egy több lépésből álló feldolgozás után alkalmasak a vizsgálatokra. Ezen feldolgozás során szélerőművei gradienseket képzünk, átskálázuk a termelési adatokat, valamint kiszámoljuk a ren-

delkezésre álló szabályozási gradiens adatokat. A villamosenergia-rendszer üzemeltetése szempontjából a legkedvezőbb eset az lenne, ha a szélerőművek termelése – hasonlóan a hagyományos erőművi blokkokhoz – időben gyakorlatilag állandó lenne. A valóságban ez természetesen nem így van, az esetek egy részében például két vizsgált időpillanat között a szélerőművi termelés megnő, így leszabályozási igény keletkezik (feltételezve, hogy a rendszerterhelés nagysága nem változott). Ezt a rendszer három módon tudja kezelni. Amennyiben a rendelkezésre álló *le* irányú szabályozási gradiens nagysága nagyobb, mint a szélerőmű által támasztott igény, az energiatároló beavatkozására nincsen szükség. Ha a rendszer gradiens képességeit meghaladja az igény, akkor az energiatárolónak a különbséggel egyező nagyságban kell kisegítenie a rendszert, azaz az energiatároló szemszögéből nézve a szélerőművek termelési gradiense kisebb lesz, mint a tényleges érték. Amennyiben viszont a vizsgált időpillanatban egyáltalán nem áll rendelkezésre *le* irányú szabályozási tartalék, a teljes változást az energiatárolónak kell kiszabályoznia – feltéve hogy teljesítménye és kapacitása ezt lehetővé teszi. A két módszer működésének demonstrálására a magyar villamosenergia-rendszer 2009 és 2011 közötti, 3 évet felölelő adatait használtuk fel. A szélerőművek termelési adatait a beépített kapacitás függvényében átskáláztuk 400 és 1 000 MW között, 100 MW-os lépcsőkben, míg a villamosenergia-rendszer gradiens képességeit változatlanul, azok historikus értékén kezeltük. Az eredmények alapján a következő fő megállapítások tehetők:

- a szélerőművi kapacitás nagyságának növelésével nő a villamosenergia-rendszerben fellépő gradiens kisegítések száma, illetve azok összesített hossza is. Eltérő azonban a növekedés mértéke a két szabályozási irány esetén; a vizsgált szcenáriók esetén a *le* irányú kisegítések összesített hossza körülbelül kétszeresére nő, míg *fel* irány esetén háromszoros növekedés figyelhető meg.
- a gradiens kisegítések számának növekedésével csökken ezen kisegítések átlagos időtartama. Ennek elsődleges oka, hogy a szélerőművi kapacitás növekedésével jellemzően a rövidebb (1–2 perces) gradiens képesség túllépések száma növekszik, a hosszabb periódusok aránya így csökken.
- a *le* irányú gradiens kisegítések nagysága a szélerőművi kapacitás növekedésével együtt nő, *fel* irányban azonban ez a növekedés a 600–700 MW-os tartományban megáll, majd csökkenés-be megy át. A jelenség oka ezúttal is a rövidebb kisegítések arányának növekedésében keresendő.
- a magyar villamosenergia-rendszer gradiens képességeinek kisegítésére a vizsgálatok alapján legalább egy 25 MW-os névleges teljesítményű, maximális teljesítménnyel 4 perc folyamatos üzemeltetési képes (kb. 1,66 MWh kapacitású) energiatároló egységre van szükség, feltételezve, hogy a szabályozásba bevont erőművi blokkok száma és teljesítménye nem növekszik.

Hasonló módszertan szerint kerültek feldolgozásra a szélerőművek által szolgáltatott menetrendi és termelési adatok is. A rendelkezésre álló termelési és menetrendi adatok különbségét képezve megkapjuk az adott időegy-

séget jellemző eltérést, a menetrend hibáját, melyet át kell skáláznunk a vizsgálni kívánt jövőbeni beépítettség értékének felhasználásával. Az energiatároló használata kapcsán ebben az esetben az ideális az lenne, ha a szélerőművek termelése nem térne el az általuk leadott menetrendtől, hiszen ekkor nem lenne szükség szabályozásra. A valóságban négy különböző eset lehetséges. Az első, hogy a vizsgált időpillanatban a szélerőművek nem termelnek többet a menetrendként leadott értéknél, így nem keletkezik leszabályozási igény. Amennyiben keletkezik leszabályozási igény, a rendelkezésre álló leszabályozási tartalék nagysága fogja eldönteni a következő lépést. Ha a rendelkezésre álló tartalék nagysága meghaladja a leszabályozási igényt, a rendszer önállóan, az energiatároló nélkül képes elvégezni a szabályozást, így az energiatároló szempontjából úgy kezelhető a rendszer, mintha a szélerőművek termelése megegyezett volna a menetrendben leadott értékkel. Ha a rendelkezésre álló tartalék nagysága nem elegendő a leszabályozási igény kielégítésére, akkor a két érték különbségét az energiatárolónak kell kezelnie. Az eszköz szemszögéből ekkor úgy tűnik, mintha a menetrendi hiba a tényleges menetrendi hiba és a rendszer által végrehajtott szabályozás különbsége lenne. Amennyiben a vizsgált időpillanatban a villamosenergia-rendszerben nem állt rendelkezésre leszabályozási tartalék, a teljes eltérést az energiatárolónak kell kiszabályoznia – feltéve hogy teljesítménye és kapacitása ezt lehetővé teszi.

Az előzőekben említett bemeneti adatsorokat használó kutatás eredményei alapján a következő fő megállapítások tehetők:

- a szélerőművi kapacitás nagyságának növelésével nő azon periódusok száma és hossza, amikor a villamosenergia-rendszer nem képes a szabályozási igények kiszolgálására. Ezen növekedés mértéke közel megegyezik a *le*- illetve *fel* irányú szabályozások esetén.
- az egyes beavatkozások alkalmával kiszabályozandó teljesítmény igény nagysága szintén a szélerőművi kapacitás nagyságával arányosan nő, azonban itt már megfigyelhető az eltérés a két szabályozási irány között, a *fel* irányú szabályozási igények gyorsabban nőnek. Ezzel szemben az energiaigények vizsgálatakor nem tapasztalható érdemi eltérés a növekedés üteme kapcsán.
- minden vizsgálat tárgyát képező paraméter nagysága jó közelítéssel lineáris függést mutat a szélerőművi kapacitás nagyságától, így amennyiben utóbbit a villamosenergia-rendszerben teljes beépített teljesítőképességének arányában adjuk meg, az energiatároló paraméterei is meghatározhatóak. A legkisebb méretű energiatárolót eredményező statisztikai kiértékelés alapján a tároló névleges teljesítménye a beépített szélerőművi összteljesítmény kb. 25%-ában, kapacitása pedig a beépített szélerőművi összteljesítmény 25–45%-ában határozható meg.

Beágyazott informatikai rendszer fejlesztése energiapozitív közvilágítás optimalizálására (E-grid). A tanácskocsoport tagja annak a konzorciumnak, mely a jelenleg is futó E-grid projekttel kapcsolatos kutatásokat végzi. A projekt célja egy olyan közvilágítási rendszer kidolgozása, amely megújuló energiát, konkrétan napener-

giát használ a működéséhez. A rendszer fontosabb komponensei a LED-es lámpatestek, a beágyazott infokommunikációs- és szenzorrendszer, és a felhő alapú vezérlőrendszer, amely biztosítja, hogy a világítótestek akkor világítsanak, amikor erre a környezeti tényezők miatt szükség van. Például egy esős, ködös napon, rossz látási viszonyok között is szükség lehet mesterséges világításra, még abban az esetben is, ha egyébként nappal van. Közlekedésbiztonsági szempontból nagyon fontos kérdésről van szó. Működés közben a rendszer képes arra, hogy internetkapcsolat segítségével helyi információkat osszon meg egy központi szerverrel az időjárásról vagy a világítási célokra felhasználható akkumulátor-kapacitásról. A rendszer képes felügyelni továbbá azt is, hogy a hálózat energiamérlege – vagyis a hálózatba visszatáplált és onnan vételezett energia eredője – pozitív legyen. A kutatás másik célja, hogy olyan helyeken, ahol viszonylag ritka a mozgás, ne működjön folyamatosan a világítás. Bár a LED-es lámpatestek kevesebb energiát fogyasztanak, mint a hagyományos égők, egy ilyen intelligens, a mozgást is érzékelő közvilágítási rendszerrel 65%-os energiamegtakarítás érhető el. A rendszer további előnye többek között, hogy nemcsak megújuló energiát használ, hanem a többlet energiát szabályozott módon képes visszatáplálni a közcélú hálózatba, illetve a pluszenergiát képes eltárolni, amelyet későbbi időpontokban fel lehet használni.

A mintaprojekt a KFKI (Központi Fizikai Kutató Intézet) telephelyén valósul meg, ahol a gyalogos- és a gépkocsiforgalom igényei szerint működő lámpatesteket is bevonnak a kísérletbe. A projekt végén összesen 150 darab úttestet megvilágító és 60 darab gyalogos útvonalak mentén elhelyezett fényforrást vonnak be a kísérletbe. A projektet egy multinacionális óriáscég magyarországi tagja, a GE Hungary vezeti, amely piacorientált fejlesztésként tekint a munkára, és célja egy, a nemzetközi piacokon is versenyképes moduláris rendszer létrehozása, ennek az innovációnak azonban nem elsősorban Magyarország lesz a felvevőpiaca. Hazánkban több fejlesztési program is irányul a LED-es lámpatestek közvilágítási célú alkalmazására, azonban még nem dolgoztak ki átfogó koncepciót egy ilyen intelligens rendszerre. A helyzetet bonyolítja, hogy hazánkban akár településenként eltérhet az, hogy ki a felelős a közvilágítási rendszer üzemeltetéséért. Így a szolgáltatás egyik felhasználási területe a bevásárlóközpontok lehetnek, ahol bizonyos helyeken csak időszakosan kell megvilágítást biztosítani; ilyenek például a parkolók vagy a parkolóházak. A projektben való részvétel biztosítja a tanszékcsoport számára, hogy egy komplex, úttörő, a jövő generációt szolgáló kutatás részesei lehetünk, bővíthetjük ipari kapcsolatainkat, többletforrásokhoz juthatunk, és olyan eszközöket használhatunk, amelyek beszerzésére, a szűkös anyagi források miatt más módon nincs lehetőségünk.

Elosztott energiatermelés és elektromos közlekedési infrastruktúra települési szintű integrációja. A jelenleg is futó kutatás három, a tanszékcsoport által hosszabb ideje művelt területet fog össze; ezek a megújuló energiaforrások, az energiatárolási technológiák, valamint a villamosenergia-rendszer számítógépes modellezése. A kutatás célja egy számítógépes szimulációs modell létrehozása,

mely felhasználható azon energiatárolási technológiák komplex vizsgálatára, melyekkel az elosztott energiatermelőknél és az egyéni és közösségi közlekedés infrastruktúrájának a villamosenergia-rendszer közép- és kisfeszültségű elosztóhálózatába történő integrációja támogatható. A kutatás célja az integráció szabta feltételeknek műszakilag megfelelő technológiák kiválasztása, települési szintű javaslat készítése azok telepítési és méretezési gyakorlatára, valamint az energiatárolók vezérlését végző algoritmusok kidolgozása és validálása a számítógépes szimulációs modell segítségével.

A kutatás eredményeként létrejövő új struktúra és üzemeltetési gyakorlat települési szinten műszaki-pénzügyi (hálózati veszteségek, kiegyenlítő energia igények és hálózatfejlesztési költségek csökkentése) és társadalmi (megújuló részarányának és elfogadottságának növelése, elektromos közlekedési infrastruktúra térnyerése, közlekedési eredetű légszennyezettség csökkentése) előnyökkel jár. A kutatási módszer célzottan a magyarországi hálózati viszonyokra fókuszál, így figyelembe veszi speciális nemzeti adottságainkat. Az eredmények ismeretében a kutatás kiterjeszthető, más hazai települési infrastruktúrán is elvégezhető lesz.

A kutatás első szakaszában alapkutatás jellegű munka keretében a számítógépi szimulációs modell elkészítése, az egyes hálózati elemek megfelelő leképezése a cél. Az időjárásfüggő megújuló energiaforrások termelésének időbeli lefutásáról a hazai viszonyoknak megfelelő, nagy időfelbontású (perces – 15 perces) mérési adatokat kell összegyűjteni. Kidolgozandó azon eljárás, mellyel egymástól elkülöníthetők a jól definiált időjárási viszonyokra (például napos vagy felhős idő) jellemző görbék. A csoportosított görbék sztochasztikus modellezéssel már alkalmasak a kiválasztott települést jellemző klimatikus viszonyok esetén várható energiatermelési mintázatok leképezésére a szimulációs modellhez. Szintén nagy időfelbontású (perces – 15 perces) mérési adatokra alapozva végezhető el a fogyasztói viselkedés jellegzetes mintáinak (például hétköznap vagy hétvége) csoportosítása. A csoportosított görbéknek a kiválasztott hálózat fogyasztói pontjai között történő véletlenszerű szétosztásával a terhelési viszonyok valósághű leképezése valósítható meg. A villamos hálózat szimulációs modellezéséhez a kiválasztott kis- és középfeszültségű körzetekben található elemek (vezetékek, transzformátorok, gyűjtősinék) villamos paramétereinek összegyűjtésére van szükség. Ezt követően vagy a kiválasztott célszoftverben rendelkezésre álló leképezések használatával, vagy új részmodellek kidolgozásával történik az elemek és a hálózati topológia leképezése. Az energiatárolási technológiák leképezésének első lépésében egy általános logikai modell létrehozása szükséges, mely szabadon definiált célfüggvény (például állandó hatásos teljesítmény leadása) teljesítéséhez figyelembe veszi a technológiai korlátokból (névleges teljesítmény, kapacitás, hatásfok, stb.) származtatható peremfeltételeket. Második lépésként ezt a logikai modellt kell implementálnunk a szimulációs modellben. A közlekedési eszközök modellezéséhez nagy időfelbontású (perces-15 perces) adatok felhasználásával kialakítottuk a járműtípusok napi használatára jellemző villamosenergia-fogyasztási görbéket, valamint a járműcso-

portok (például személygépkocsik) napon belüli használatának időbeli eloszlását. Ezekből sztochasztikus modellezéssel meghatároztuk az akkumulátorok töltéséhez szükséges villamosenergia-igény nagyságát és időbeliségét.

A kutatás második szakaszának központi feladata a kisfeszültségű elosztóhálózat szimulációs modelljének elkészítése és a viselkedés validálása. Ennek során a célszoftverben pontos topológiával leképezésre kerül a kiválasztott település minden kisfeszültségű leágazása (200–300 db, leágazásonként 10–20 fogyasztói ponttal). Az egyes leágazások tipikus viselkedésének vizsgálata sztochasztikus modellezéssel, az első részfeladat során létrehozott energiatermelési és -fogyasztási profilok (beleértve az elektromos személyi járműveket) véletlenszerű szétosztásával történik, 15 perces felbontásban, állandósult állapotok egymásutánosságával. A sztochasztikus vizsgálat eredményeként megállapíthatók az egyes leágazások topológiájára jellemző feszültségminőség paraméterek, és kiválaszthatók azok a kritikus üzemiállapotok, melyekben az energiatárolás alkalmazása szükséges lehet. A modellezés eredményeként minden kisfeszültségű leágazáshoz kiválasztásra kerül kisszámú, karakterisztikus viselkedés.

A kutatás harmadik szakasza során az előző szakaszban ismertetett módon történik meg a középfeszültségű hálózat szimulációs modelljének elkészítése és validálása. Vizsgálat tárgyát képezi az elektromos közlekedés települési szintű energiaigény nagyságának és időbeliségének meghatározása. A kutatás záró szakaszában elkészül az energiatárolókra vonatkozó telepítési és méretezési javaslat, kiválasztásra kerülnek a kitűzött kutatási célnak leginkább megfelelő vezérlési algoritmusok. Záró lépésként a teljes szimulációs modell validálására kerül sor.

A kutatás jelenleg első szakaszában tart, több tanszéki oktató és hallgató munkáját fogva össze.

Szélerőművek termelés-előrejelzési módszereinek pontosítása. Zárásul egy, a tanszékcsoport és az Országos Meteorológiai Szolgálat közös gondozásában készült diplomamunka kutatásait szeretnénk bemutatni, mely amellől hogy több pályázaton díjazott lett, követendő példája az interdiszciplináris területeken folytatott, intézményeken átívelő projekteknek. A kutatás motivációját a jelen cikk során már többször érintett időjárásfüggő termelők által a villamosenergia-rendszer üzemeltetésében okozott nehézségek adták. A megoldási javaslat azonban az előzőektől eltérően nem kizárólag energetikai szempontokat vett figyelembe, sőt, nagy hangsúlyt fektetett az időjárási adatok megfelelő értelmezésére és feldolgozására is.

A magyarországi rendszerirányító (MAVIR) távlati célként hosszú idő óta az 5%-os küszöböt határozza meg, mint az előrejelzések elfogadható legnagyobb hibáját. Az elmúlt évek adatsorainak elemzéséből egyértelműen kimutatható, hogy a szélerőművi termelők által leadott metrendek ennek a célnak nem képesek megfelelni.

A kutatás ezt a hiányosságot célozta meg, összehozva több, egymástól látszólag távol álló tudományterületet: a villamos energetikát, a meteorológiát, valamint a jelfeldolgozást. Míg a meteorológiai előrejelzések légköri paramétereket (szélsebesség, légnyomás, hőmérséklet) szolgáltatnak, addig a rendszerirányító számára a leadott teljesítmény a legfontosabb adat. Első lépésként a szélsé-

besség-teljesítmény jelleggörbék meghatározása volt a cél, ugyanis a gyártók által megadott, valamint a terepen mérhető görbék között több százalékos eltérés volt tapasztalható, mely már önmagában is gyakorlatilag lehetetlenné teszi az előbb említett 5%-os cél elérését. A jelleggörbék meghatározásához fuzzy modellezésen alapuló klaszterezési eljárás került alkalmazásra. Az illesztés során feltűnő volt, hogy a statikusnak gondolt jelleggörbe különböző hónapokban különböző értékeket vett fel. A munka egyik célja ennek kiküszöbölése volt.

Ismerve a szélből kinyerhető teljesítmény képletét, tudható, hogy a szél sebessége mellett a levegő sűrűsége is fontos paraméter. A kérdéssel az IEC 61500-12-1 szabvány is foglalkozik, mely aktív teljesítményszabályozással rendelkező szélturbinák esetén előírja a sebesség normalizálást is. Ennek a normalizálásnak az elvégzése a rendelkezésre álló adatsorokból a mintaként kiválasztott júniusi és februári adatokból alkotott görbék esetén ötödére csökkentette az átlagos négyzetes eltérést.

A kutatás másik jelentős eredményét a légköri folyamatok autoregresszív folyamatként való modellezése adta. Ezen statisztikai módszer alkalmazása során feltételezzük, hogy a légkör jelenlegi állapota függ a múltbeli állapotoktól. A múltbeli állapotok együtthatóit időben állandónak tekintve megalkothatunk egy végtelen impulzusválaszú szűrőt, mellyel az előrejelzés adatait szűrve csökkenthetjük a prognózis hibáját. A szűrő tervezésénél a rendszám meghatározása gondos körültekintést igényelt, mely mint a mérnöki gyakorlatban sokszor, jelen esetben is kompromisszumos megoldást eredményezett: túl magas rendszám esetén a régi adatok feleslegesen torzíthatják a kimenetet, míg nagyon alacsony együtthatószám esetén bizonyos meglévő összefüggések nem kerülnek figyelembevételre. A vizsgálatok eredménye azt mutatta, hogy egy napnyi adatsorra érdemes visszatekinteni az együtthatók meghatározásában. A szűrést különböző hónapokban mért adatokon végrehajtva a termelés előrejelzésben jelentős, 3–4%-os javulás volt tapasztalható. A kutatás során bemutatott számítások és az elért eredmények nem pusztán elméleti jelentőségűek voltak, ugyanis azokat az OMSZ is beépítette saját munkájába.

Egyéb témák. Tanszékünk az eddig említett témákon kívül aktívan foglalkozik több, közvetve vagy közvetlenül az időjárással kapcsolatos, villamos energia rendszert érintő témakörrel, amelyek részletezése helyett itt csupán a felsorolásukra szorítkozunk:

- szélerőművek villamos rendszereinek (szél-generátoroknak) kialakítása,
- villámvédelem,
- légköri eredetű túlfeszültségek (azaz villám-csapások okozta hálózati problémák és azok kezelése),
- villamos energiatárolók kialakítása és rendszerszintű alkalmazásai (lendítőkerekes vagy metanol alapú tárolás),
- napelemek alkalmazásai és hálózati vissza-hatásaik.

Büszkén állíthatjuk, hogy az elmúlt évtizedekben a hazai villamos energia ipar minden nagyobb szereplője számíthatott és számított csoportunk munkatársainak szakértelmére. Mindent megteszünk annak érdekében, hogy ez a – nagyrészt megújuló energiaforrásokkal kapcsolatos – kihívásokkal teli jövőben is így maradjon.

A SZÉLENERGIA HASZNOSÍTÁS LEGÚJABB EREDMÉNYEI

LATEST RESULTS OF UTILIZATION OF WIND ENERGY

Tóth Péter¹, Bíróné Kircsi Andrea²

¹Széchenyi István Egyetem, Környezetmérnöki Tanszék 9026 Győr Egyetem tér 1.

²Debreceni Egyetem, Meteorológiai Tanszék 4032 Debrecen Egyetem tér 1.

tothp@sze.hu, kircsi.andrea@science.unideb.hu

Összefoglalás: Ebben a tanulmányban röviden összefoglaljuk hogyan fejlődött a szélenergia hasznosítás az elmúlt években a Földön, Európában és Magyarországon, illetve milyen kilátások vannak a jövőre nézve.

Abstract: In this article we shortly summaries how utilization of wind energy on the World, in European Union and in Hungary developed in the last years and what expects are for wind in the future.

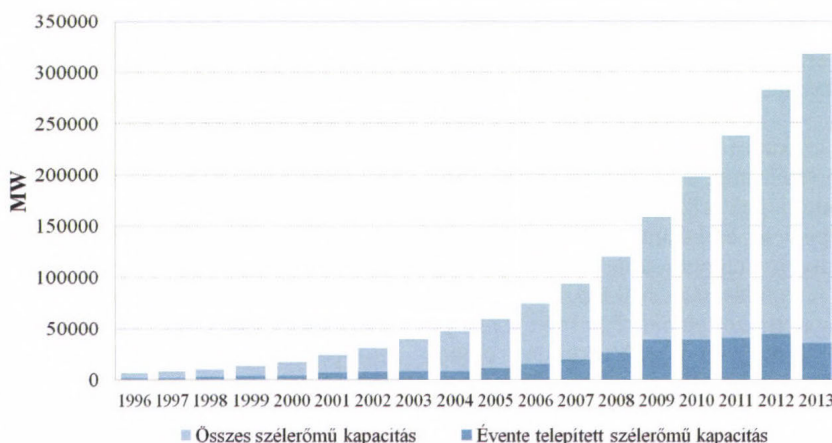
Szélenergia hasznosítás a világban. Az ipari méretű szélenergia hasznosítás fejlődése, a szélerőművek telepítésének üteme az ezredforduló óta szinte töretlennek látszik a világban. Hivatalos előrejelzések, melyek ezekre az évekre becsülték a szélerőműkapacitások számát a világban, mindeddig alulbecsülték a tényleges fejlődést. Csupán 2–3 évente megduplázódik az összes telepített szélerőmű kapacitás, azonban előre látható, hogy ez a fejlődési ütem hosszútávon biztosan nem lesz tartható. 1996 és a 2008-as gazdasági válság óta 2013 volt az első

vezető szerepet a szélenergia hasznosítás terén, melyhez 2008-tól Észak-Amerika (USA, Kanada), majd Ázsia (Kína, India) zárkózott fel. 2009–2013 között a világon évente már közel 40 000 MW új szélerőmű épült. Ennek

közel fele egyedül Kínában valósult meg.

Kínában a megújuló energiaforrások minél nagyobb arányú kihasználását a hosszú ideők óta kedvezőtlen légszennyezési adatok mérséklése indokolja.

Az elképesztően gyors növekedést látva a kínai piacról



1. ábra: A Földön évente és összesen telepített szélerőmű kapacitás (GWEC, 2014a)

olyan év, amikor az éves új szélerőmű telepítések nem érték el az előző év nagyságrendjét (1. ábra). A Földön 2013 végére összességében 318 GW szélerőmű került felállításra, amelyből 121 GW működik Európában, 115 GW Ázsiában, 70 GW Észak-Amerikában. Közel 100 országban csatlakoznak hálózatra szél turbinák, összesen 24 országban (16 európai) van legalább 1 GW felállított szél erőmű kapacitás. Összesen 6 országban (Kína, USA, Németország, Spanyolország, India, Egyesült Királyság) pedig már 10 GW feletti az összes szél erőmű kapacitás. Várhatóan 2014-ben elsőként Kína érheti el a 100 GW-os mérföldkövet (GWEC, 2014b).

2013-ban a szélenergia piac átlagos növekedése mindössze 12,5% volt (GWEC, 2014b), noha a befektetések nagyságrendje alig maradt el 2012-től. A lassúbb fejlődés hátterében az európai gazdasági válság, az USA esetében politikai bizonytalanság állt. Ázsiában a kínai piac konszolidációja és a racionalizálása zajlott, így a szél erőmű telepítés mindössze a 2010/2011 évre jellemző nagyságrendet érte el. A GWEC várakozásai szerint 2014 évben a szél erőmű installációk újra el fogják érni a 2012. évi értéket. Az ezredfordulói hagyományosan európai országok (Dánia, Németország, Spanyolország) töltötték be a

nyilvánosságra hozott statisztikai adatokat sokan fenntartásokkal kezelik. A kínai ambíciók mindenképpen nagyratörők. A kínai kormány a gazdasági válsággal szemben tett lépések sorában kulcsfontosságú területnek tartja a szélenergia-ipar fejlődését. Bízunk abban, hogy a meglévő szél erőmű kapacitásukat évente képesek lesznek nagyjából megduplázni, ezáltal a hagyományos szélenergia hasznosító országokat megelőzve előkelő helyre kerülni a világ ranglistán. Ez az elmúlt években sikerült is teljesíteni, így az európai szélpiac rendkívül gyorsan elveszítette elsőbbségét.

Kína még 2009-ben 30 GW szél erőmű kapacitás elérését tűzte célul 2020-ra, azonban 2013-ban már több mint 90 GW-ot tudhat magáénak, így a 2014-ben megfogalmazott új célkitűzés nem kevesebb, mint 200 GW 2020-ra. Kína azon országok sorába tartozik, mely az európai know-how-t átvéve a hazai igények kielégítésére saját szél turbina-gyártó, szárnylapát-gyártó kapacitásokat létesített. A szél erőművek alkatrészeinek gyártása fejlett. A generátorok gyártásához szükséges ritka fémek hatalmas lelőhelyeit tárták fel az országban, amely ezen alapanyagok európai feldolgozóit hozta kiszolgáltatott helyzetbe. A szél erőművek gyártási technológiájának

megismerését követő években Kínában az új telepítések fele hazai gyártású szélörőművekkel történt, 2013-ra az arány már 78%.

A Kínában működő szélörőművek 2013-ban közel 135 millió kWh-t termeltek, amely az ország villamos-energia-termelésének 2,6%-át jelentette. Az örőmű kapacitások 6%-át adták a szélörőművek. Természetesen a gyors fejlődés kihívást jelent a villamos energia hálózat számára és nagyarányú fejlesztések szükségesek a felépült szélörőművek hálózatra csatlakoztatásához.

Az ázsiai szélenergia piacon India, Japán és Ausztrália jelentős szereplő. India Ázsiában a második legnagyobb piac. Európai

kapcsolatainak köszönhetően komoly szél-turbina-gyártó kapacitásokkal rendelkezik.

Ebben a milliárdos népességű országban telepített szélörőművek főként indiai gyártásúak, a szél-turbínák elterjedése a szélenergia-ipar fejlődésével párosul. Japán

technológiai újításával tűnik ki, főként az úszó *offshore* szélörőművek fejlesztése és alkalmazása terén. Japánban a 2011-ben történt atomkatasztrófa miatt döntöttek az energiaszerkezet átalakítása mellett és törekednek a megújuló energiaforrások nagyobb mértékű kihasználására.

Észak-Amerikában természetesen az Egyesült Államok meghatározó 61 GW szélörőmű kapacitásával, azonban 2013-ban a bizonytalan szövetségi politika és a korábban nyújtott adókedvezmények megszűnése miatt maradtak projektet befejezetlenül. A szélenergia hasznosításban Texas (12 GW), Kalifornia (5,8 GW), Indiana (5,1 GW), Illinois (3,5 GW) és Oregon (3,1 GW) államok kiemelkedők.

Kanada és Mexikó az elmúlt években komoly politikai döntésekkel támogatta a szélörőművek elterjedését. Kanadában egy év alatt 1,5 GW szélörőmű kapacitás épült, így szélből származott az elektromos áram 3%-a. Ontario

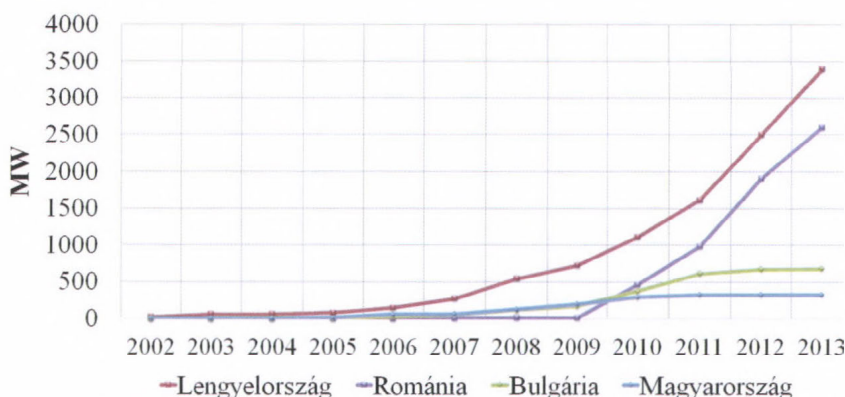
és Québec államok területén koncentrálódnak a szélörőművek. Dél-Amerikában egyedül Brazília rendelkezik jelentősebb szélpotenciállal és piaci lehetőségekkel.

Sajnos mindeddig az afrikai kontinens kimarad a jelentősebb szélörőmű kapacitásfejlesztésekből, azonban várhatóan 2014 évben már látszani fognak a statisztikákban a Dél-Afrikában, Egyiptomban és Marokkóban jelenleg épülő szélörőmű parkok.

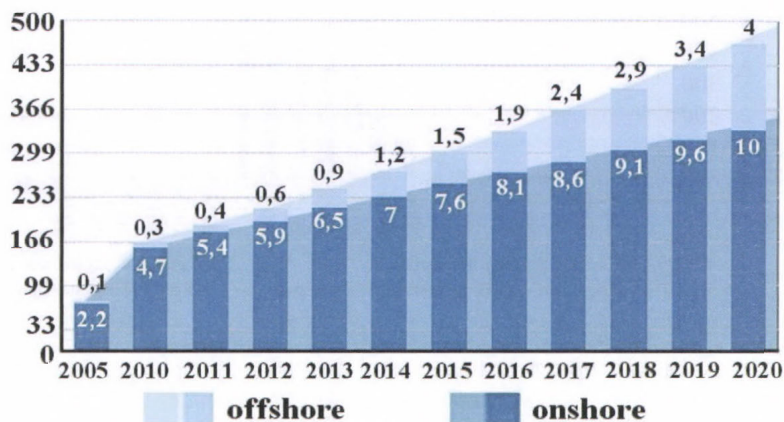
Szélenergia hasznosítás Európában. Az Európai Szélenergia Társaság adatai (EWEA, 2014) szerint Európában 2013-ban több mint 12 GW új szélörőmű épült, ennek

egy tizede tengerparti *offshore* örőmű. Horvátország csatlakozásával az EU-28 területén így 117 GW szél-turbina termel áramot, az európai kontinens teljes területén 121,4 GW működik. Átlagos szélvi-szonyok között ez a beépített teljesítmény 257 TWh áram-termelést jelent, ami képes az EU villamos

energiaigényének 8%-át fedezni elektromos árammal. 2009-ben ez az arány mindössze 4,8% volt. Az új szélörőmű telepítések 2013-ban sajnos csak két országra koncentrázódtak, Németországra és az *offshore* telepítések mi-



2. ábra: Szélörőmű kapacitás változása 2002-2013 között Kelet- Közép Európában



3. ábra: Szárazföldi és tengerparti szélörőmű-parkok által termelt villamos energia tervezett fejlődése EU27-ben 2020-ig a nemzeti megújuló energia akciótervek alapján (EWEA, 2011)

att az Egyesült Királyságra. Elemzők szerint az ilyen mértékű területi koncentráció nem nyújt kedvező feltételeket a piac kiegyensúlyozott fejlődéséhez. Németország az atomerőművek tervezett leállítása miatt alkalmaz nagy arányban környezetbarát energiatermelési módokat. A megújuló energiaforrások politikai támogatása mérséklődött.

A 2012. évben még meghatározó Spanyolországban, Franciaországban és Olaszországban a növekedés lelassult. A fejlődő piacnak számító kelet-közép európai országok közül Lengyelország és Románia tart még egy-

mással lépést, de 2011 után Magyarország és Bulgária egyértelműen megtorpant (2. ábra).

Amíg 2000-ben az EU energia szerkezetében a szélenergia hasznosítás részaránya még csak 2% volt, addig 2013 végére ez elérte a 13%-ot és ezzel megközelítette a nukleáris energia 14%-os nagyságrendjét, amely visszaszorulni látszik az európai energiamixben. Öröndetes, hogy az új villamosenergia-termelő kapacitások telepítésének sorában 2000-2013 között a szélerőművek még megelőzik a földgáz alapú erőműveket és a nap-elemes technológiát.

Az EWEA szélerőmű beruházás előrejelzési programjában (EWEA, 2011) 2030-ra 150 000 MW offshore és 150 000 MW onshore szél-erőmű teljesítménnyel számol. 2020-ra Európa villamos energiafelhasználásának akár 14%-a származhat szélenergiából (3. ábra), míg az EWEA várakozásai szerint 2030-ra akár 400 GW szél-erőmű kapacitás üzemelhet, mely közel 30%-át fedezheti Európa villamos energiaigényének.

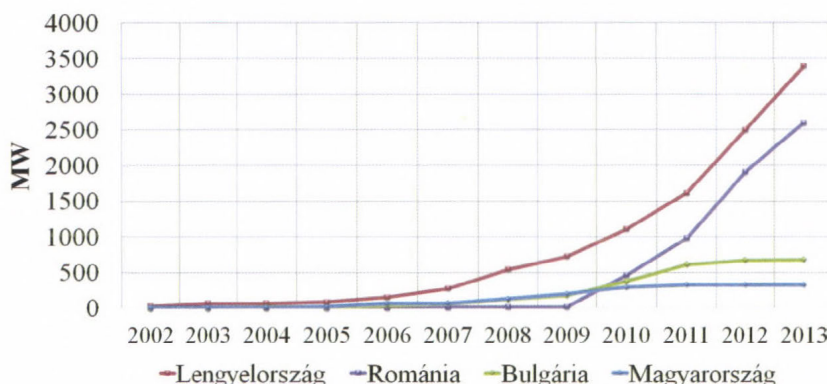
Az Európai Unió a 2007-ben kiadott megújuló energia útiterében a villamos energiatermelés szerkezetére vonatkozó, 2020-ig tartó prognózisában a szélenergia részarányának növekedését vizionálja. A 2050-re vonatkozó stratégiai tervekben változatlanul az egyik legjelentősebb megújuló energiaforrásként számolnak Európában a szélenergiával. A jövőben azonban a telepítések hang-súlya várhatóan az offshore hasznosításra fog koncentrálni, miközben a szárazföldi telepítések növekedése mérséklődni fog. Víziók szerint az európai villamos-energia felhasználásnak akár 50%-a is származhat szélből.

A szél-erőművek nemcsak CO₂-mentes energiatermelést biztosítanak, de teljes életciklusra nézve is igen kedvező a fajlagos CO₂-kibocsátásuk. A szélenergia hasznosítása

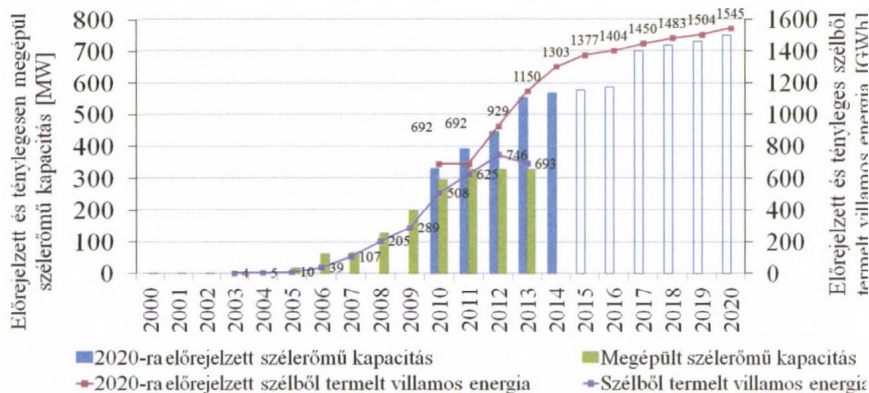
egyértelműen hozzájárul az energiatermelés diverzifikálásához, az energiabiztonság növeléséhez és az alacsony szén-dioxid-kibocsátású gazdaság megvalósíthatóságához.

Az energetikai célok 2020-ig tartó megvalósításának útját Magyarország Megújuló Energia Hasznosítási Cselekvési Tervében (1002/2011. (I.14.) Korm. hat.) fogalmazza meg. Célkitűzés az, hogy a megújuló energiaforrásokból előállított energiának a 2020. évi teljes bruttó

energiafogyasztásban képviselt aránya érje el a 14,65%-ot. A 2011-es adatok szerint a megújuló energiák a teljes végső energiafogyasztás 7,4%-át teszik ki Magyarországon. A villamosenergia-termelés tekintetében a tervezett zöldáram aránya 2020-ra 10,9%, ami a jelenlegi felhasználáshoz képest szerény növekedés. A tervezett szél-erőmű kapacitás 2020-ra 750 MW. A tervezett 10,9% zöldáram arány eléréséhez jelentősen hozzájárulhat a szél-energia fokozottabb mértékű kihasználása.



4. ábra: Szélenergia hasznosítás fejlődése Magyarországon 2000-2013 között



5. ábra: Szél-erőmű kapacitásváltozás és a szélből termelt villamos energia mennyisége 2010-2020 között Magyarország megújuló energia hasznosítási cselekvési terve (NFM, 2011) alapján

Szélenergia hasznosítás Magyarországon.

Magyarországon a megújuló energiák elméleti potenciálját összehasonlítva a szélenergia jelentős pozíciót foglal el. A szélenergia potenciál 75 m magasságban, 75 m rotor átmérővel, 56,85 TWh (204,7 PJ/év) energiatermelést tenné lehetővé, $P_{\text{éves}} = 6489 \text{ MW}$ (Hunyár et al., 2006).

A hazai szélenergia-termelés fejlődését a jó adottságok ellenére visszafogja a bonyolult és gyorsan változó jogszabályi környezet, illetve az ehhez kapcsolódó engedélyezési eljárások. Magyarországon rendszerirányítási okokra hivatkozva 2006-ban bevezettek egy 330 MW nagyságrendű szél-erőmű kapacitáslétesítési korlátot, ugyanakkor egy termelési korlátot is. A Magyar Energia Hivatal (MEH) szél-erőmű projektenként egyedileg meghatározta, hogy a megtérülést biztosító kötelező átvételi

időszak alatt a szél erőművek mennyi villamos energiát adhatnak magasabb átvételi áron a hálózatra. A számításokhoz átlagosan 24%-os kapacitáskihasználási tényezőt használtak. A tapasztalatok szerint az elmúlt években a hazai szél erőművek éves átlagban 21–26% kapacitás kihasználtságot mutattak. Egyes szélben gazdag hónapban természetesen ettől magasabb értékek is előfordulnak, de a havi kihasználtságok évről évre is változóak.

2006. március 16-ig 1138 MW energiát előállító szél erőmű létesítésére nyújtottak be igénybejelentést. A felállított feltételrendszernek megfelelő szél erőmű parkok esetében az igényelt teljesítmény 51%-át engedélyezte a MEH. A jogszabályi környezet bizonytalanságát jól tükrözi az egyes években újonnan beruházott szél erőmű teljesítmény ingadozása is (4. ábra). A nehézségek ellenére 2011 első negyedévére megvalósult az engedélyezett közel 330 MW szél erőmű teljesítmény.

A szélerőműből termelt villamos energia folyamatosan növekedett az épülő erőmű kapacitásoknak köszönhetően (4. ábra). 2011–2013 között nem épültek új szél erőművek, így a termelt villamos energia mennyisége a szél potenciál évről évre történő változását tükrözi. 2012 igen jó széljárású év volt, a szélből termelt elektromos áram mennyisége megközelítette a 750 GWh-t. 2013-ban a 173 hazai szél erőmű 693 GWh áramot adott a hálózatra, mely a hazai villamos energiarendszer bruttó termelésének közel 3%-át jelenti.

A hazai energiapolitika egyik célkitűzése, összhangban az Európai Unióval, a zöldáram arányának növelése, mely a tervek szerint a villamosenergia-termelés tekintetében 2020-ra 20–21%-os hányadot jelent majd, ami a jelenlegi megújuló arány mintegy háromszorosa. Ennek eléréséhez jelentősen hozzájárulhat a szélerőenergia nagyobb kihasználása. A szélerőenergia esetében a 2010-ben előállított 2,49 PJ energiamennyiség megduplázását, mintegy 5,56PJ energia termelését várják 2020-ra. Az 5. ábrán követhetjük, hogy Magyarország megújuló energia hasznosítási cselekvési tervében prognosztizált fejlődési pálya szélerőenergia vonatkozásában hogyan valósul meg. Sajnos évről évre egyre nagyobb az eltérés a tervek és a tényleges megvalósítás között. Például a tervezett szél erőmű kapacitások 2020. évi eléréséhez évente 60–90 MW új szél erőmű építésnek kellene realizálódni.

A 2020-ig tartó időszakban a 2011. első felére megépült közel 330 MW-nyi szél erőmű kapacitás mintegy 410 MW-tal történő bővítésére lesz lehetőség. A szélből származó villamos energia aránya a hazai összes villamos energiatermeléshez képest 2013-ban közel 2%. Ennek az arálynak a további növelése 3–4%-ra a klímapolitikai célkitűzések megvalósítását, alacsony szén-dioxid kibocsátású zöldgazdaság fejlődését is elősegítheti.

A szigetüzemű és a háztartási méretű hálózatra csatlakozó szélerőenergia hasznosító berendezéseket kivéve, a nagyobb szél erőművek számára továbbra is fenntartanak egy kapacitáskorlátot, mely hatásos gátat szab 2006 óta a területre befektetni szándékozók számára. A már 2008-ban bevezetett szigorítások szerint új szél erőmű kapaci-

tás létesítésére pályázat útján lehet csak jogosultságot szerezni. A 2009-ben meghirdetett, de 2010 júliusában eredménytelen tender következtében az ipari méretű kategóriában a szélerőenergia szektor fejlődése Magyarországon egyértelműen megtorpant. Új szél erőmű telepítések sem 2012-ben, sem 2013-ban nem történtek. Ugyanakkor a 2005-ben bevezetett befektetéseket ösztönző kötelező átvételi rendszer a jövőben az új prioritásoknak megfelelően kerül módosításra. A jelenleg üzemelő szél erőművek tapasztalatai azt mutatják, hogy hazánkban is jól működő rendszerek építhetők. A hosszú évek óta folyó kutatások eredményei (Tar et al., 2001; Bíróné Kircsi és Tóth 2006; Bíróné Kircsi, 2008; Tar, 2014) azt összegzik, hogy a magyarországi szélviszonyok megfelelőek és a szélerőenergia hazánkban is kihasználható energiaforrás.

Köszönetnyilvánítás. A publikáció elkészítését a „Zöld Energia – Felsőoktatási ágazati együttműködés a zöld gazdaság fejlesztésére az energetika területén” című TÁMOP-4.1.1C-12/1/KONV-2012-0017 számú, és a „Fenntartható energetika megújuló energiaforrások optimalizált integrálásával (DENZERO)” címet viselő TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0041 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Irodalom

- Bíróné Kircsi, A. és Tóth, P., 2006: A magyarországi szélerőenergia hasznosítás tapasztalatai és jövője. *Energiagazdálkodás* 47, 18–24.
- Bíróné Kircsi, A., 2008: Large scale wind climatologically estimations for utilization of wind energy. *Acta Geographica Debrecina. Landscape And Environment* 2, 86–90.
- EWEA, 2011: Pure Power. Wind energy targets for 2020 and 2030. http://www.ewea.org/fileadmin/ewea_documents/documents/publications/reports/Pure_Power_III.pdf
- GWEC, 2014a: Global Wind statistics 2013. <http://www.gwec.net/global-figures/wind-energy-global-status/>
- GWEC, 2014b: Global Wind Report 2013 - Annual market update. http://www.gwec.net/wp-content/uploads/2014/04/GWEC-Global-Wind-Report_9-April-2014.pdf
- EWEA, 2014: Wind in power. 2013 European statistics. http://www.ewea.org/fileadmin/files/library/publications/statistics/EWEA_Annual_Statistics_2013.pdf
- Hunyár, M., Veszprémi, K. és Szépszó, G., 2006: Újdonságok Magyarország szélerőenergia potenciáljáról. In: Magyarország szél és napenergia kutatás eredményei. (szerk.: Dobi, I.) OMSZ, Budapest. 94–109.
- NFM, 2011: Megújuló energia – Magyarország Megújuló Energia Hasznosítási Cselekvési terve 2010–2020. <http://2010-2014.kormany.hu/>
- Tar, K., Makra, L., Horváth, Sz., és Kircsi A., 2001: Temporal change of some statistical characteristics of wind speed in the Great Hungarian Plane. *Theoretical and Applied Climatology*, 69, 69–79.
- Tar, K., 2014: Statistical structure of the surface layer wind field in Hungary. Direction, speed and energy of the wind. *Lambert Academic Publishing*, ISBN: 978-3-8484-0139-0, pp 88

A SZÉLENERGIA SZEREPE A JÖVŐ ENERGIAELLÁTÁSÁBAN ÉS A METEOROLÓGIAI ELŐREJELZÉSEKBEN THE IMPORTANCE OF WIND ENERGY IN FUTURE ENERGY PRODUCTION AND METEOROLOGICAL FORECASTS

Brajnovits Brigitta

Országos Meteorológiai Szolgálat, 1024, Budapest, Kitaibel Pál utca 1., brajnovits.b@met.hu

Összefoglalás. A megújuló energiaforrások – így a szélerőművek – alkalmazása, beépítése a hálózatba napjaink igen fontos kérdése. Nem csak amiatt, hogy a globális álláspont szerint legkésőbb 2050-ig a CO₂ kibocsátását teljesen meg kell szüntetni az energia előállítás során, hanem azért is, mert a szélerő energia erősen időjárásfüggő termeléssel rendelkezik, ezáltal kevésbé tervezhető. Ezért rendkívül fontos, hogy ezen megújuló energiaforrások területén a meteorológusok és a szél-erőműves, ill. villamosenergia-rendszerirányító szakemberek együtt tudjanak működni. A meteorológusok feladata a minél pontosabb előrejelzések szolgáltatása az utóbbi két csoport felé. Az OMSZ-nél ez néhány szél-erőmű tulajdonost és a MAVIR Zrt-t jelenti. A MAVIR szakembereinek az ország zökkenőmentes energia ellátására kell ügyelniük. A cikkben a Global Wind Energy Council hivatalos 2013-as álláspontján keresztül átfogó képet kap az olvasó a szélerő energia jelenlegi globális helyzetéről, majd a magyar körülmények is bemutatásra kerülnek. Így egy olyan képet kaphatunk, amelyben könnyebben elhelyezhető az OMSZ-nél ezúgyben végzett munka, melyet a teljesség igénye nélkül, röviden bemutatunk.

Abstract. Today's crucial question is the use of renewable energies, such as wind energy, and its integration to the energy grid. Not only for the reason that according to the global standpoint the latest time until we must eliminate CO₂ emission due to energy production is 2050, but because the production of wind energy strongly depends on weather, resulting in that its planning is difficult. Therefore the cooperation between meteorologists, wind farm owners and transmission system operators is of extreme importance. The task of meteorologists is to provide the most accurate forecasts for the aforementioned two target groups. At Hungarian Meteorological Service (OMSZ) that means some wind farm owners and the Hungarian Transmission System Operator Ltd. (MAVIR). The professionals at MAVIR are responsible for the smooth energy supply of the country. Here we would like to give an extensive view of the actual global state of wind energy based on the official standpoint of the Global Wind Energy Council, 2013, then the situation in Hungary is overviewed. Thus one can have an idea on the importance of the work done at OMSZ, that can be read in a not too much detailed form.

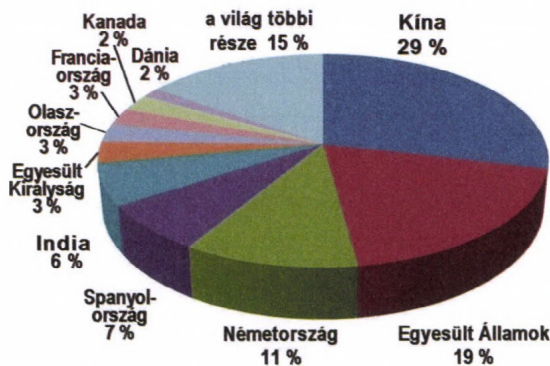
Bevezetés. Többféle szempontból is érdekes, napjainkban igen aktuális kérdés a megújuló energiaforrások ügye. Más-más nézőpontból különböző érdekek feszülnek egymásnak, de összességében mégis az a globális álláspont, hogy a zöld energia a jövő energiaforrása. Ezt támasztja alá a Global Wind Energy Council (GWEC) jelentésében megfogalmazott állítás, mely szerint amennyiben legkésőbb 2050-ig a Föld energiaellátása nem 100%-ban üvegházgáz-emissziómentes energiaforrásokon alapszik, akkor semmi esélyünk sincs arra, hogy stabilizáljuk klímánkat (*Global Wind Energy Council*, 2013). Így tehát nem az a kérdés, hogy „vajon sikerül-e?”, hanem az, hogy „hogyan?”. Ez azonban nem csekély fejtörést okoz, hiszen a legelső probléma, hogy a szóban forgó energiaforrások eloszlása nem egyenletes bolygónkon, ugyanúgy, ahogy a különböző területeken az ezekbe történő befektetési hajlandóság sem. Ugyanis ezek a befektetések nagy kezdőtőkét igényelnek, és igen lassan térülnek csak meg, ráadásul az időjárástól függő megújuló energiaforrások által szolgáltatott energia csak igen nagy terület átlagában tekinthető kiegyensúlyozottnak, egy-egy országon belül azonban nem. Ez a villamos energia rendszer irányítását teszi (tenné) kezelhetetlenné annak jelenlegi adottságai mellett. Ezen kívül nyilvánvalóan a fosszilis energiaforrások kitermelésében érintett országoknak sem egyértelmű érdeke ezen energiaforrások kiiktatása a rendszerből. Az előbbi probléma teljes mértékben érinti a meteorológiai előrejelzéseket, míg az utóbbival itt nem foglalkozunk. Hazánk köztudottan nagyon jó adottságokkal rendelkezik a geotermikus energia területén, de mégis egyelőre az ennél jóval kiszámíthatatlanabb, területileg nem kiegyenlített szélerő energia használata terjedt el a leginkább a megújuló energiaforrások közül. Ezért a továbbiakban ennek tömör bemutatására kerül sor.

A szélerő energia szerepe a világban. Geopolitikailag mindenképp említésre méltó, hogy a szélerő energia a Földön széles körben rendelkezésre áll, ezáltal elősegítheti az energiától és üzemanyagtól való függetlenséget. Ám ellenzói szerint a szél-erőművek által termelt energia költségei – az LCOE (Levelized Cost of Energy) módszer számításai alapján – nagyon magasak. Azonban ha egy merőben új módszert veszünk figyelembe, melynek neve SCoE (Society's Cost of Energy), s mely az előzőnél több dolgot is számításba vesz, számszerűsíthetővé válnak a szélerő energia alkalmazása okozta előnyök. Így, ha ez utóbbit tekintjük (*Global Wind Energy Council*, 2013), akkor a szél-erőművek felveszik a versenyt más, konvencionális energiaforrásokkal, vagy talán előnyösebbek is azoknál. Így szakértők szerint paradigmaváltásra van szükség e tekintetben, hiszen a szélerő energia lesz a jövő energia ellátásának fő pillére. Ez annak lesz köszönhető, hogy – miképp már utaltunk rá –, gazdaságilag pozitív hatást gyakorol a felhasználó országokra, hiszen a szél-erőművek létesítése és fenntartása munkát ad a helybelieknek, különös tekintettel az offshore erőművekre. Ezek a munkahelyek további fogasztásra sarkallják a munkavállalókat, Ezen kívül az országok kevésbé fognak függeni az import energia változó-kony áráról.

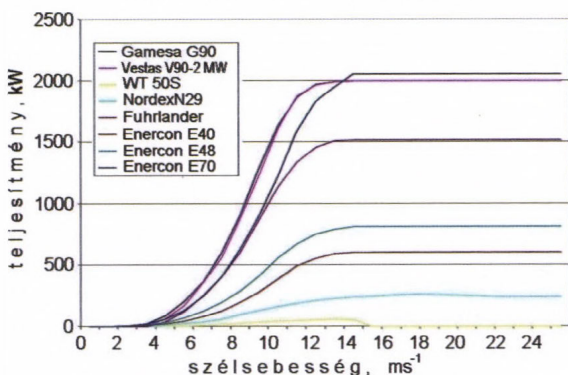
Mindezek ellenére, ez nem jelenthet teljes körű megoldást az energiaellátásban, hiszen kiegyenlítő energiára is szükség van. Erre a célra egyelőre a gáz-erőművek jelentik a versenyképes megoldást, de a jövőben ez miért ne változhatna? Sokan szeretik elfelejteni, hogy e célra nagyon alkalmasak a víz-, a biomassza-, nap- és geotermikus energiát használó erőművek, ill. helyenként az óceán energiája. Brazília, Norvégia és Új-Zéland már közel áll ahhoz, hogy 100%-ban megújuló energiaforrásokból állítsa elő az energiát, és Dánia és Svédország is jó úton halad efelé.

Ezek szerint a teljesen megújuló energiaforrásokon alapuló jövő technikailag egyáltalán nem elképzelhetetlen. Jelenleg a telepített szélenergia kapacitás kontinensenként eltérő mértékű. 2013 végére Afrikában és a Közép-Keleten 1 255 MW, Ázsiában 115 927 MW, Európában 121 474 MW (melyből csak az EU 28 tagországában 117 289 MW), Latin-Amerikában és a Karib térségben 4 764 MW, Észak-Amerikában 70 811 MW és az Ausztrália, Új-Zéland és Óceánia térségében 3 874 MW installált kapacitással rendelkezett, mely globálisan 318 105 MW-nyi teljesítményt jelent. Ami az egyes országokat illeti, a legnagyobb kapacitással Kína áll az első

meghatározására, azon feltétel mellett, hogy a villamosenergia-rendszer olyan erőművekre épülhet, melyek alkalmasak kiszabályozásra, valamint számolni kell a már meglévő konvencionális erőművek kapacitásával is. A Magyar Villamosenergia-ipari Átviteli Rendszerirányító ZRt (MAVIR) a Kötelező Átvétel (KÁT) értelmében (Villamos energiáról szóló 2007. évi LXXXVI. törvény 21.§ (1) bekezdés) köteles minden körülmények között átvenni a szélenergia erőművek által termelt energiát, ezzel támogatja az állam a szélenergia erőművek telepítőket abban, hogy minél előbb megtérüljön a befektetésük. Ez a támogatás csak a megtérülési időre szól, utána az erőmű-



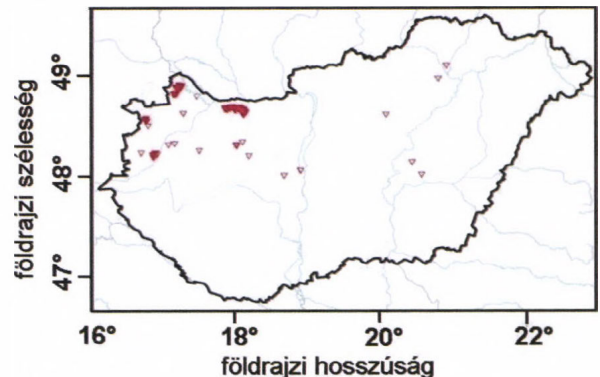
1. ábra: A 2013 december végéig beépített szélenergia kapacitások eloszlása a világon.



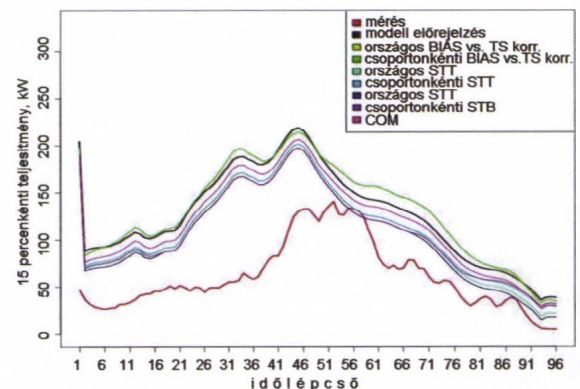
3. ábra: A Magyarországon előforduló szélenergia-típusok szélsősebesség-teljesítmény görbéi. (Tóth, 2012)

helyen, és az USA, Németország, Spanyolország, India, az Egyesült Királyság, Olaszország, Franciaország, Kanada, és Dánia követi. A világ többi részén a teljes kapacitásnak csak 15,2%-a található (1. ábra).

A hazai helyzet. A hazai szélenergia erőművek elhelyezkedése főleg Észak-, és Nyugat Magyarországra tehető (2. ábra), hiszen szélklimatológiai szempontból országunkban itt a legnagyobb az átlagos szélsősebesség. A telepített szélenergia erőművek összteljesítménye mintegy 330 MW, melyet a Magyar Energia Hivatal (MEH) szabott meg határértéknek, noha a befektetési hajlandóság ennél jóval nagyobb, csak 2008. év végéig 2000 MW-nyi új szélenergia erőmű kapacitást igényt jeleztek (Magyar Energia Hivatal, 2009). Akkor mi áll az újabb erőmű telepítések útjában? A MEH 2008-ban két tanulmány elkészítését rendelte el a hálózatra csatlakoztatható szélenergia erőmű teljesítmény maximumának



2. ábra: Szélenergia erőművek elhelyezkedése Magyarországon.



4. ábra: 2012. április 26-ára vonatkozó előrejelzés és az abból statisztikai korrekcióval előállított előrejelzések, valamint az aznapra vonatkozó mérés, az időlépcső függvényében.

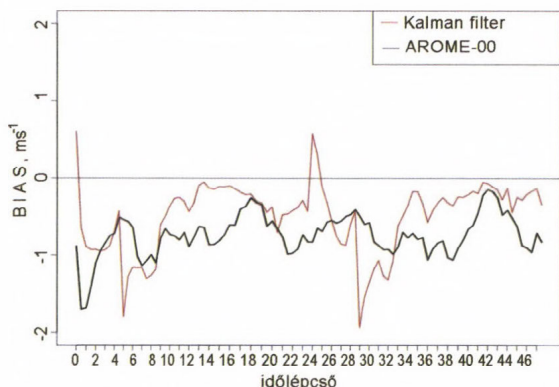
veik már profitot termelnek. Tehát a tanulmányok elkészítésével egy portugál céget (INESCPORTO) és a MAVIR-t bízta meg a MEH, ez utóbbi szakértőként bevonta a Magyar Szélenergia Társaságot. Ennek eredményeképp került meghatározásra a ma is aktuális 330 MW-nyi maximális beépíthető kapacitás, pedig a MAVIR tanulmány szerint a tartalékhányok 410 MW-ig kompenzálhatóak (ezt az értéket a portugálok 470 MW-ban állapították meg).

A szélenergia szerepet kapott a megújuló energiaforrásokkal foglalkozó Nemzeti Cselekvési Tervben is, ahol megfogalmazták, hogy noha a magyarországi összesített potenciál a szélenergiát tekintve több ezer MW, amíg a rendszer biztonsága nem biztosított gazdaságos energiatárolással, addig a jelen körülmények mellett 2020-ig maximálisan 740 MW-ig tud szélenergiát befogadni

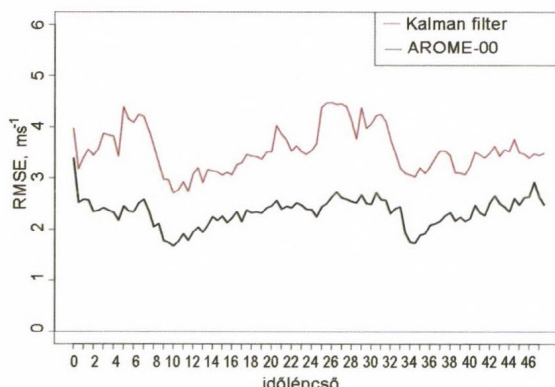
(Nemzeti Fejlesztési Minisztérium, 2011). Ebben azonban a döntően 2-3 MW-os erőművek mellett nem szerepelnek a háztartásokba addig várhatóan beépülő, jóval kisebb teljesítményű kapacitások, melyekből összesen 10 MW-nyi teljesítmény várható. Ebből a 750 MW-ból évente 1545 GWh-t remélnek a szakemberek (Hartmann, 2012). Ez évente hozzávetőlegesen 400 millió m^3 földgáz kiváltását jelenti, mindemellett ~800 000 tonna CO_2 kibocsátása lesz elkerülhető (Tóth és Schrempf, 2013). Mint látható, elsősorban két fő dolog szab gátat a szél-erőművek telepítésének: a villamos-energia rendszer hazánkban nincs felkészítve az energia tárolására, és nincs

- a helyi időben mért 15:00-s időpontra minden nap meg kell érkezzen a becslés a MAVIR számára,
- a szolgáltatást maximum 6 óránként frissíteni kell,
- az adatok elvárt időbeli felbontása 15 perces,
- az adatok átlagos, abszolút értékben vett relatív hibája 24 órára vonatkozólag nem haladhatja meg az 5%-ot,
- főbb technikai részletek: a szolgáltatás időbeli rendelkezésre állása legyen 99,9%-os biztonságú, az adatok XML formátumban érkezzenek.

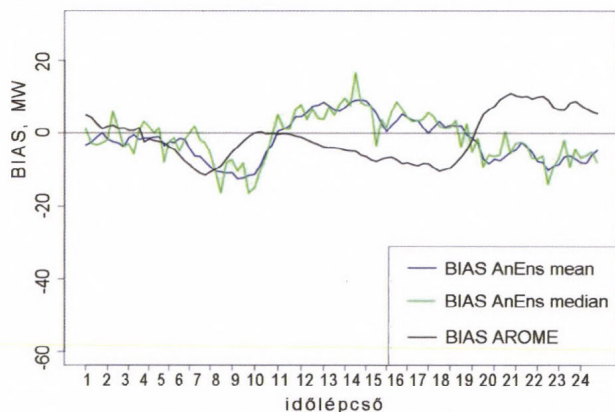
A pályázatot akkor nem az OMSZ nyerte, a MAVIR számára azonban mégis fontos volt az együttműködés kialakítása, így a Szolgáltatónál elkezdődött a szélergia



5. ábra: A Kálmán filterezett szélelőrejelzések és a nyers modell-előrejelzések BIAS-a az időlépcső függvényében.



6. ábra: A Kálmán filterezett szélelőrejelzések és a nyers modell-előrejelzések RMSE értékei az időlépcső függvényében.

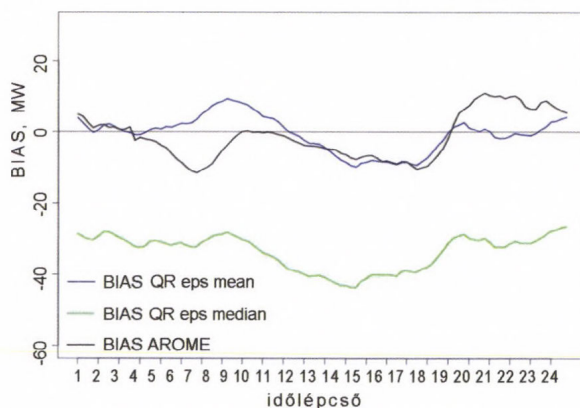


7. ábra: Az AROME teljesítménybecslésének, és az abból előállított AnEns átlagának és mediánjának BIAS-a az időlépcső függvényében.

elegendő mennyiségű tartalékot biztosító, gyorsan indítható erőmű; valamint a termelés becslése nem kellően pontos ahhoz, hogy a MAVIR-nak ne kelljen számolni napi menetrendje tervezésekor erre a célra fenntartott erőművekkel. Ezért fontosnak tartották egy együttműködés kialakítását az Országos Meteorológiai Szolgálat, mint a MAVIR által 2011-ben kiírt pályázat jelentkezőjével.

OMSZ-MAVIR együttműködés. A MAVIR 2011. április 28-án értesítette az OMSZ-ot a magyar széltermelés becslés, a szolgáltatással kapcsolatos felhívásról. Ennek elvárásai a következők voltak (MAVIR Zrt., 2011):

- a teljes magyar beépített széltermelésre vonatkozik a becslés,
- a becslés időhorizontja legalább 36 óra legyen,



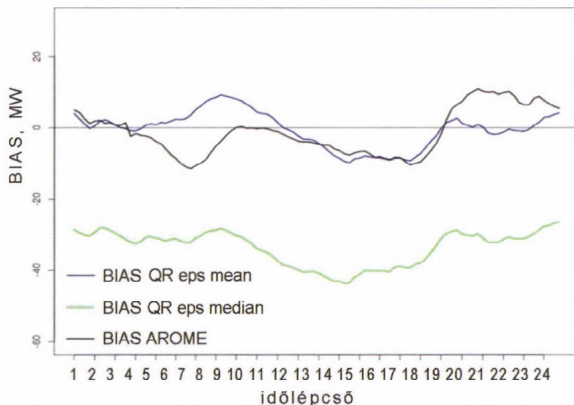
8. ábra: Az AROME teljesítménybecslésének, és az abból előállított, a szélsőbességet prediktor változóként használó QR átlagának és mediánjának BIAS-a az időlépcső függvényében.

teljesítménybecslési eljárás kifejlesztése (Tajti, 2011; Tóth, 2012). Az előrejelzések a 173 magyarországi szél-erőmű összteljesítményére vonatkoznak, a fent leírtaknak megfelelően, melyek döntő része 2 MW-os, 8 darab 3 MW-os, valamint az ország közép-keleti részén találhatóak kisebb nominális teljesítményűek. A nagyobb erőművek 100 méteres, míg a kisebbek 24–86 méteres rotormagassággal rendelkeznek (1. táblázat). Így tehát szükség volt a szélsőbesség kinyerésére a rotorok magasságában, mind a 173 pontban, majd ebből a szélsőbességből a gyártók által rendelkezésre bocsátott egyszerű görbék (3. ábra) segítségével minden pontra kiszámítható az előrejelzett teljesítmény az adott időlépcsőben. Ezeket összegezve állítja elő a teljesítménybecslő rendszer az adott időpontra vonatkozó országos becslést. Mindehhez a modellszintek között vertikálisan lineáris

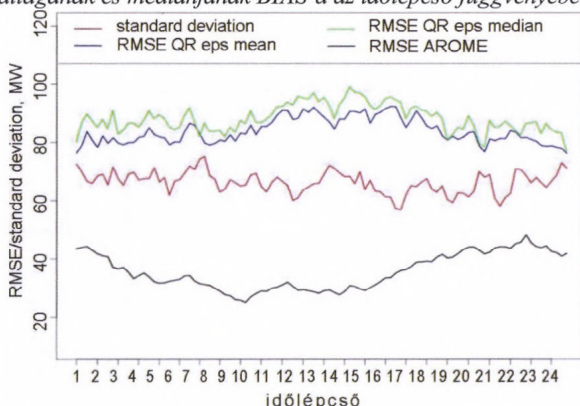
interpolációt alkalmaztak, horizontálisan az adott szél-erőmű pontjára pedig inverz távolság módszerrel, a négy legközelebbi rácspont értékét interpoláló eljárást. Miután így előállt a pillanatnyi előrejelzett szélesség, a gyártók által egész m/s-okra megadott teljesítményértékek közti lineáris interpoláció történik – tulajdonképpen a 3. ábrán is ez látható, hogy adott értékek között lineáris közelítést alkalmazunk.

Kezdetben a szolgáltatás az ALADIN modellből állt elő, dinamikai adaptációt (DADA) alkalmazva. Ez az ALADIN 8 km-es rácsfelbontásánál jóval finomabb, 3-5 km-es felbontással állította elő a szélességet, az alsó 500 m-en

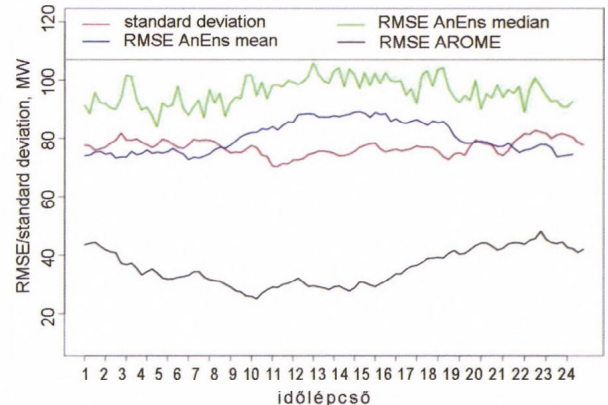
ben elvártnak ezektől a mérésektől, hogy hitelesek legyenek, és azonos időre, helyre, és paraméterre vonatkozzanak, mint amit a meteorológiai modellből kinyerhünk. Ez jelen helyzetben azt jelenti, hogy szükség lenne pontos szélmérésekre minden szélerőmű rotor magasságánál, valamint, hogy a szélesség-teljesítmény görbe közelítéseiből és elhanyagolásaiból (nem veszi figyelembe pl.: a levegő sűrűségét, holott egységnyi térfogatú levegő tömege függ a sűrűségétől, így az megjelenik a mozgási energia képletében) eredő hibákat is kiküszöbölhessük, erőművenként a leadott teljesítmény-értékek ismerete is segítséget nyújtana a korrekció során



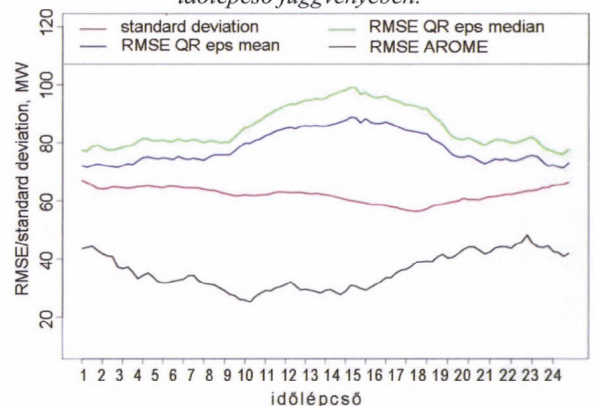
9. ábra: Az AROME teljesítménybecslésének, abból előállított, szélességet és időlépcsőt prediktor változóként használó QR átlagának és mediánjának BIAS-a az időlépcső függvényében.



11. ábra: Az AROME teljesítménybecslésének, és az abból előállított, a szélességet prediktor változóként használó QR átlagának és mediánjának RMSE értékei az időlépcső függvényében.



10. ábra: Az AROME teljesítménybecslésének, és az abból előállított AnEns átlagának és mediánjának RMSE értékei az időlépcső függvényében.



12. ábra: AROME teljesítménybecslésének, abból előállított, szélességet és időlépcsőt prediktor változóként használó QR átlagának és mediánjának RMSE értékei az időlépcső függvényében.

10 m-es vertikális felbontással. Így megjelent egy, a domborzat változékonyságát jobban követő szélműző. Ezt a modellt az előzetes összehasonlító vizsgálatok pozitív eredményei alapján (Tóth, 2013a, 2013b) 2013 októberétől az AROME modell eredményeire váltottuk le. Ez a váltás további előnyöket hordozott magában, hiszen így a csak a teljesítménybecslő eljárás miatt alkalmazott DADA modellt nem kellett tovább futtatni, és egy hidrosztatikus modell helyett a szolgáltatás már a lokális jelenségek leírására inkább alkalmas, nem-hidrosztatikus, finomabb – 2,5 km-es – felbontású modellből származik. Ahhoz, hogy az előrejelzéseink pontosságával tisztában legyünk, vagy akár statisztikai korrekciót hajtsunk végre az eredményeken, mérésekre van szükség. Ideális eset-

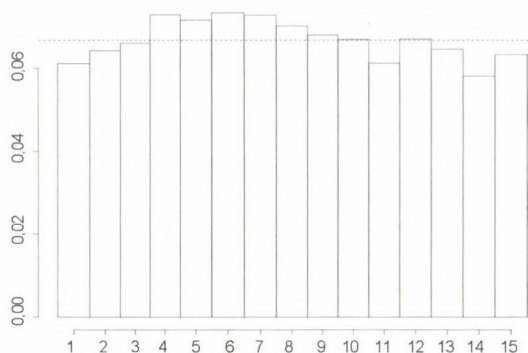
Sajnos a MAVIR-nak nem állt módjában ezeket az adatokat kiszolgáltatni, csak országos, ill. csoportonkénti teljesítménymérések adatait. Ezek a csoportok direkt úgy lettek összeállítva – az erőművek tulajdonosait védendő –, hogy semmilyen következtetést ne lehessen levonni belőlük egyetlen szélerőmű-típusra sem, és ezt az eredmények is igazolták, így a teljes országra vonatkozó teljesítményösszeg méréseket tudtuk csak felhasználni javítás céljára. Nagyon kevés szélerőmű tulajdonos tudott mérést küldeni, de ezek a mérések többnyire nem voltak pontosak (Brajnovits, 2014), túl rövid időszakra szóltak a korrekció elvégzéséhez, és – noha ez a legkisebb hibájuk – nem a megkövetelt 15 perces bontásban, hanem 10 percenként álltak rendelkezésre, ezáltal minden harmadik

mérést tudtuk csak használni a verifikációkhoz. Ezekből viszont kiderült, hogy nagyságrendben és előjel tekintében is egyeznek az ezen mérések alapján számított modellhibák azokkal a hibákkal, amelyekkel ezek a megfigyelések a független mérőtorony pontos méréseihez képest terheltek. Így tehát az utólagos statisztikai korrekciót kizárólag az országos teljesítményösszeg mérésekkel tudtuk csak elvégezni. Ezek közül néhány rövid ismertetésre kerül a továbbiakban.

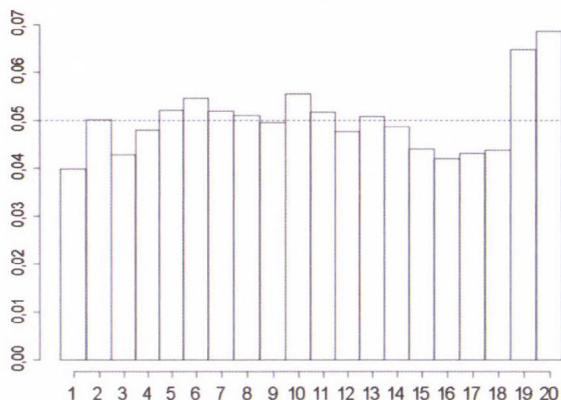
A MAVIR-nak szolgáltatott teljesítménybecslés statisztikai korrekciója. Adott körülmények között az egyetlen lehetséges út az volt, hogy a MAVIR által szol-

sítményt. Ez azonban nem igaz minden időpillanatra, mivel a szélesség gyorsan változó paraméter, és a leggyakoribb szélességek esetén a szélesség-teljesítmény összefüggés alapján a teljesítményben igen nagy változások lépnek fel kis szélesség-változásnál. Sajnos a rendkívüli változékonyság miatt fellépő probléma megjelent a BIAS-korrekciók eredményeiben is. Kezdetben egyszerűbb korrekciók képezték a vizsgálat tárgyát.

Az egyszerű időlépcsőnkénti korrekció egy 100 napos tanulmányidőszak alatt megtanult időlépcsőnkénti – azaz összesen 96 darab, időben állandó – BIAS-értékkel korrigálja a vizsgált időszak előrejelzéseit. Az STT, azaz

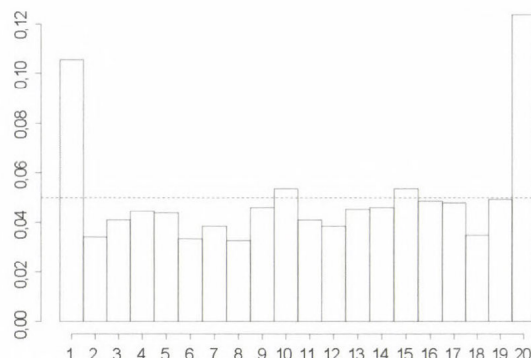


13. ábra: A 14 tagú AnEns Rank Hisztogramja. Az egyes binekben közel kiegyensúlyozott az adatok mennyisége.



15. ábra: A szélességet és az időlépcsőket prediktor változóként alkalmazó QR Rank hisztogramjából azt olvashatjuk ki, hogy a tagok többsége általában alulbecsül, így nem fedí le a teljes spektrumot az előrejelzés.

gáltatott országos teljesítményösszeg-mérésekkel korrigálunk. Ezek – nem véletlenül – hasonlóan az tőlünk elvárt adatoktól, 15 perces időbeli bontásban állnak rendelkezésünkre, és általában kéthavonta frissülnek. A mérések alapján el lehetett készíteni a teljesítménybecslés verifikációját egy hosszabb időszakra, ebből különböző következtetéseket tudunk levonni, ezek közül kettő kiemelkedő fontosságú. Az előrejelzések abszolút értékben vett relatív hibája általában 24 órára összegezve meghaladja a MAVIR által elvárt maximum 5%-ot, illetve statisztikai értelemben az előrejelzések alulbecslik a telje-



14. ábra: A 19 tagú, a szélességet prediktor változóként használó QR Rank hisztogramja. Látható, hogy az általában megszo-
kott U-alakot veszi fel, vagyis az ensemble szórása nem elég nagy.

1. táblázat: Az egyes hazai szélérőmű-típusok legfontosabb adatai. (Tóth, 2012)

Generátor típus	Darab- szám	Teljesítmény /darab, MW	Rotor ma- gasság, m
WT 50 S	1	0,05	24
Vestas V90 – 3 MW	8	3	100
Vestas V90 – 2 MW	36	2	100-105
Vestas V90 – 1,8 MW	2	1,8	105
Vestas V52	1	0,8	86
Vestas V27	1	0,23	32
Repower MM 82	12	2	100
Nordex N29	1	0,3	50
Gamesa G90	91	2	100
Fuhrlander MD77	2	1,5	100
Enercon E40	7	0,6	78
Enercon E48	5	0,8	75
Enercon E70	5	2	100

short term rolling-trend, korrekció minden nap kiszámítja az előző 28 nap minden egyes időlépcsőjére az adott időlépcsőben vett hibák átlagát, s ezután a megfelelő időlépcsőkben ezekkel az értékekkel korrigál. Az STB, vagyis short term rolling-bias korrekció az előző 3 nap hibáit átlagolja, tekintet nélkül az időlépcsőkre, így minden időlépcsőben ugyanazzal az értékkel korrigál. A COM – composite forecast – korrekció az előző három adott kombinációjaként jön létre. A 2012. március 13-tól – július 31-ig tartó tesztidőszakban az egyszerű időlépcsőnkénti korrekció, az STT korrekció, az STB, korrek-

ció, valamint a COM korrekció, mely az előző három adott kombinációjaként jön létre, elméletileg kidomborítja azok előnyeit (Sweeney and Lynch, 2011). Amint az a 4. ábrán látható egy kiragadott nap előrejelzésén, ezek a módszerek nem tudtak még specifikusan, egy-egy napra vonatkozóan sem javítani az előrejelzésen. Az időszak átlagát tekintve pedig egyáltalán nem. A következő tesztelt módszer a Homleid (1995) által bemutatott Kálmán filter. Ez is egy adaptív módszer, mely alkalmas arra, hogy a hiba fejlődését is előre jelezze. Ebből következik azonban, hogy inkább alkalmas kevésbé változó paraméterek (pl.: hőmérséklet, légnyomás) hibáinak előrejelzésére és korrigálására, mint nagyon gyorsan változó paraméterek javítására. Hosszú idő átlagában természetesen az előrejelzések sokkal közelebb kerülnek a megfigyelések átlagához általa, de egy olyan nagy varianciájú változónál, mint a szél, sokkal valószínűbb, hogy a konkrét időpontokban előforduló pozitív-negatív hibák – akár részben – kiejtik egymást, viszont az abszolút, vagy négyzetes hibáknál nem mutatkozik javulás. Ez történt ebben az esetben is, a tesztelt szélesség adat-soron végrehajtott Kálmán filterezés a 2013. 09. 02–12. 31. időszakra nem hozott pozitív eredményt. Az 5–6. ábrán látható eredmények is ezt igazolják: noha a BIAS legalább bizonyos időlépcsőkben csökkent, az RMSE értékek bármely esetben meghaladták az eredeti előrejelzés értékeit. Így a Kálmán filter alkalmazását is el kellett vetnünk. A COST Action ES1002 „WIRE” Weather Intelligence for Renewable Energies által szponzorált tudományos kutatás során alkalom nyílt egy általunk is ismert, valamint egy további statisztikai korrekció tesztelésére. Az előbbi a kvantilis regresszió (QR), utóbbi pedig az Analog Ensemble (AnEns) technikája (Alessandrini et al., 2013a, Delle Monache et al., 2013, Alessandrini et al., 2013b), melyet személyesen Stefano Alessandrini-től volt lehetőség elsajátítani. Mindkét módszerrel statisztikai alapú valószínűségi előrejelzés állítható elő, így az előrejelzés is többlet információt hordoz.

A külföldön az ALADIN LAMEPS kontrol tagján tesztelt eredmények biztatóak voltak, így az OMSZ-nél megkezdődtek a vizsgálatok a jelenleg is operatív AROME futáson történő alkalmazással. Ebben az esetben a rendelkezésre álló adatsor 2012 júniusától 2013 augusztusáig terjedt, és csak a 00 UTC-s modell-futtatásokra vonatkozik, hiszen ezek már a modellváltás előtt kísérleti jelleggel előálltak. A tanulmányidőszak mindkét módszernél ennek az adatsornak a fele, így a tesztidőszak az adatok második fele. Az eredmények verifikációja során összehasonlítottuk a QR és AnEns módszerekkel kapott valószínűségi előrejelzések hibáit (RMSE, BIAS; 7–12. ábra) az AROME modell hibáival. Az RMSE ábrákon az EPS tagok szórása is megjelenik, hiszen annál jobb az ensemble előrejelzés, minél nagyobb a korreláció és minél kisebb eltérés fedezhető fel a szórás és az RMSE értéke között. Az ábrákon látható, hogy az EPS átlagok hiba mutatói megközelítik az AROME értékeket, viszont nem jobbak annál. Ahhoz, hogy a valószínűségi előrejelzés minőségéről bővebb információval tudjunk szolgálni, számos egyéb más mutatót vizsgálhatunk, ezek közül az egyik a rank hisztogram (13–15. ábra). Ez egy diagnosztizálásra alkalmas eszköz, mely az EPS szórását értékeli, ugyanis a feltételezés az, hogy annak minden tagja ugyan-

akkora valószínűséggel következik be, így az x-tengelyen minden binbe ugyanannyi megfigyelésnek kell esnie. Általános jelenség az, hogy a hisztogram U-alakot vesz fel, tehát nem elég nagy a tagok szórása, ez a 14. ábrán is megfigyelhető, ahol a szélesség volt a prediktor változó a QR-nél. Az AnEns rank hisztogramja jóval kiegyenlítettebb, e tekintetben az ezzel a módszerrel előállított ensemble jobbnak mutatkozik. Ugyanakkor lényegi szempontból ezekkel a valószínűségi előrejelzésekkel sem tudtuk kiküszöbölni az AROME modell hibáit, így ezek használatát is elvetettük.

Összegző gondolatok. A megújuló energiaforrások, ezeken belül is egyik fő pillérként a szélerenergia jelenti a jövő energiaellátásának biztos alapját, így kiemelten kell kezelni a vele kapcsolatban felmerülő problémákat. Magyarországon jelen körülmények között nagyon fontos a szélerőművek által termelt energia minél pontosabb tervezhetősége, ez előrejelzési korlátokba ütközik. Ezért az Országos Meteorológiai Szolgálatnál megkezdett kutatás célja volt a MAVIR számára szolgáltatott teljesítménybecslés javítása, statisztikai korrekciója, mely során kiderült, hogy kellő mennyiségű, és elég pontos adat hiányában ezen kísérletek nem vezetnek kielégítő eredményre.

Irodalom

- Brainovits, B. 2014: Szélerőműveken mért szélességek összehasonlítása egy független mérőtornyon elhelyezett műszer méréseivel, beszámoló egy megrendelő számára. *Kézirat*.
- Conor, S. and Lynch, P. 2011: Adaptive post-processing of short-term wind forecasts for energy applications, *Wind Energy*, 14, 317–32.
- Global Wind Energy Council, 2013: Global Wind Report - Annual Market Update.
- Hartmann, B., 2012: Bálint: Szélerőművek integrálása a villamosenergia-rendszerbe. *Doktori Értekezés*. Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, pp. 110.
- Homleid, M., 1995: Diurnal Corrections of Short-Term Surface Temperature Forecasts Using the Kalman Filter, *American Meteorological Society, Weather and Forecasting* 10, 689–707.
- Magyar Energia Hivatal, 2009: A magyar villamosenergia-rendszerbe illeszthető szélerőművek mennyisége. *Kézirat*.
- MAVIR Zrt. 2011: A MAVIR Zrt. felhívása a magyar széltermelés becslés szolgáltatással kapcsolatos ajánlattételre.
- Monache, L.D., Luca, F., Eckel, A., Rife, D.L., Nagarajan, B. and Seairight, K. 2013: Probabilistic Weather Prediction with an Analog Ensemble. *Monthly Weather Review* 141, 3498–3516
- Nemzeti Fejlesztési Minisztérium (Klíma- és Energiaügyért Felelős Államtitkárság) 2011: „Szabályozási koncepció a megújuló- és alternatív energiaforrásokból előállított hő- és villamos energia kötelező átvételi rendszerről – tervezet” *Kézirat*.
- Stefano, A., Monache, L.D., Sperati, S. and Nissen, J.N. 2013a: A novel application of an analog ensemble for short-term wind power forecasting. *Kézirat*.
- Stefano, A., Sperati, S. and Pinson, P., 2013b: A comparison between the ECMWF and COSMO Ensemble Prediction Systems applied to short-term wind power forecasting on real data. *Applied Energy* 107, 271–280.
- Tajti, D., 2011: December havi beszámoló, OMSZ. *Kézirat*
- Tóth, H. 2013a: Az ALADIN-DADA és az AROME modellek teljesítmény előrejelzéseinek összehasonlító vizsgálata 2012. július-augusztusra vonatkozóan. *Kézirat*.
- Tóth, H. 2013b: Az ALADIN-DADA és az AROME modellek teljesítmény előrejelzéseinek összehasonlító vizsgálata 2012. augusztus-decemberre vonatkozóan. *Kézirat*.
- Tóth, H., 2012: Szélerenergia teljesítmény előrejelzés szélerőművek részére, beszámoló a MAVIR Zrt számára. *Kézirat*.
- Tóth, L. és Schrempf, N., 2013: Szélerőművek szerepe „A megújuló energia hasznosítása” Nemzeti Cselekvési Tervben, *Mezőgazdasági Technika*, 12–15.

SZÉLERŐMŰ-PARK KIALAKÍTÁSÁRA ALKALMAS TERÜLET KIVÁLASZTÁSA GEOINFORMATIKAI MÓDSZEREKKEL CSONGRÁD MEGYE PÉLDÁJÁN

OPTIMISATION OF THE WIND FARM LOCATION PLANNING WITH GIS METHODS IN CSONGRÁD COUNTY CASE STUDY AREA

Csikós Nándor, Szilassi Péter

SZTE TTIK Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék, csntact@gmail.com, toto@geo.u-szeged.hu

Összefoglalás. A tanulmány egy GIS alapú földhasználat optimalizációt mutat be a Csongrád megyei esettanulmány területére. A tanulmány fő célja a szélérőmű-telepek számára a legmegfelelőbb területek kijelölése volt. A legfrissebb meteorológiai adatok és a szélmalomok történelmi katonai térképei alapján Csongrád megyére egy szélpotenciál-térképet készítettek. Erre a térképre más digitális térképeket (úthálózat, CORINE 2006 földhasználat, katonai felmérés térképe, NATURA 2000 területei) illesztettek szélérőmű-telepeknek alkalmas területek kijelölése céljából. A különböző ütköző zónák ismeretének felhasználásával, az elérhető digitális térképek segítségével, a szélérőmű-telepek létesítésének különböző lehetséges módjai kerültek kiértékelésre.

Abstract. In this study the authors show an example for GIS based land use optimisation for case study areas in Csongrád county. The main goal of our study was a spatial analysis to delineate the most suitable areas for wind farms. Based on recent synoptic meteorological datasets and the historical military maps of the windmills a wind potential map of the Csongrád County has been created. Overlaying this map with other digital databases (road network, CORINE 2006 Land Cover Map, NATURA 2000 areas of Hungary, historical military maps) the suitability of the lands for the wind farms was evaluated. Using of different buffer zones and the available digital maps, exclusion criteria for different scenarios of the wind farms installation was evaluated.

Bevezetés, célkitűzés. Napjainkban egyre több szó esik a megújuló energiaforrások használatának kiemelt fontosságáról, növekvő jelentőségéről. Egyre több tanulmányban esik szó arról, hogy a vízenergia, szélenergia, napenergia, biomassa elektromosság, biomassa fűtés, fotovoltatikus, geotermikus elektromosság, geotermikus fűtés, biodízel és bioetanol növekvő használata új kihívást, új feladatot ad a tájtervezéssel foglalkozó szakemberek számára, hiszen a fenti energiaforrások fejlesztése nem valósítható meg új területhasználati térszerkezet tervezése nélkül. A dolgozat a szélérőművek kapcsán mutatja be a megújuló energiaforrások felhasználásával kapcsolatos térségi tervezés elvi, módszertani alapokat. A megújuló energiaforrások közül hazánkban a szélenergia rendelkezik a második legnagyobb energiapotenciállal (Imre, 2006).

Magyarországon az első szélérőművet 2000-ben adták át. Inotán, az első villamosenergia-hálózatra csatlakoztatott szélérőmű 2001-től Kulcsen működik. A Magyar Szélenergia Társaság adatai alapján jelenleg hazánkban 37 szélérőmű van 172 toronnyal és közel 330 MW összteljesítménnyel. Ezek közül mindösszesen 2 torony található csak az Alföldön. Az EWEA 2013-as éves statisztikai kimutatása alapján hazánkban 1,8 GW kihasználható szél energia potenciál található, ennek ellenére a 2012-es és 2013-as évben egyetlen új szélérőművet sem telepítettek a határainkon belül (EWEA, 2014). Hazánk az előállított energia 4–4,5%-át megújuló energiaforrásokból állítja elő és ennek ötöde a szél által termelt energia. A 2020-ra vetített forgatókönyv alapján a célkitűzés 15%, amiből a szélenergia 3,3 százalékban részesül majd (GKM, 2007).

Magyarország adottságai eltérnek a nagy szélenergiát termelő országokétól (Hollandia, Németország) természetföldrajzi, és jogszabályi szempontból is. Az Alpok és Kárpátok vonulatai meglehetősen lecsökkentik a szélsébséget. Hazánk területén 2–6 m/s közé tehető az átlagos szélsébség, ami jó, ha 75 méteren eléri az 5–6 m/s-ot. Meteorológiai szélmérések alapján, az Alföldön 70–100 W/m² év, míg az ország északnyugati részén (a Kis-

alföldön) 160–200 Wm⁻² év szélenergia potenciállal számolhatunk (Csősz, 2005). Más e téren fejlettebb országokban már régóta találhatók átfogó és részletes széltérképek, míg hazánkban csak 2005-ben készült el egy a turbinák magasságában lévő szélsébség értékeket meghatározó térkép. Erről a térképről leolvasható, hogy Csongrád megye területén 75 m magasan az 5–5,5 m/s az átlagos szélsébség (Wantuchné et al., 2005). Szegeden 1971–2000 közötti szélmérések havi átlagai alapján havonta 10–18 szeles nap jellemző, ami Alföldön lévő területhez képest jó eredmény (Tar, 2006). Ezzel az értékkel egy szélérőmű már hasznos tud termelni, tehát érdemes ezt a térséget is telepítésre alkalmas területként vizsgálni (2. ábra).

Jelen tanulmány célja egy magyarországi viszonylatban jelentős szélpotenciállal rendelkező terület, Csongrád megye példáján alkalmazni a szélérőművek optimális elhelyezését támogató geoinformatikai módszereket. Célunk olyan módszertan kimunkálása, mely más területeken (megyékben) is alkalmazható, és újabb adatrétegekkel tovább bővíthető, (például a szélérőművek tervezésének egyik legsarkalatosabb pontját jelentő esztétikai értékeléssel). Tanulmányterület lehatárolásához azért választottuk a megyét, mint közigazgatási egységet, mivel bár a megyei területrendezési tervekben van lehetőség a „szélérőmű elhelyezésére vizsgálat alá vonható területek” lehatárolása, eddig nincs még egységes módszertan e szabályozási övezetek lehatárolására. A másik ok, hogy elemzésünket megyére szinten végeztük az, hogy a rendelkezésünkre álló térinformatikai adatbázisok méretarányai korlátozták lehetőségeinket.

Alkalmazott módszerek. Szélérőmű telepítést kizáró szempontok térinformatikai elemzése. A vonatkozó szakirodalom, és jogszabályok alapján megnevezhetjük azokat a tényezőket, melyek teljes egészében kizárják a szélérőmű parkok kialakítását. A kizáró tényezőkhez többféle pufferzónát rendelve lehetőségünk volt különböző lehatárolások (területhasználati szcenáriók) kialakítására.

Munkánkban a következő szempontokat tartottuk kizáró tényezőnek: védett természeti területek, erdők, állóvizek,

beépített területek, közlekedési hálózat, energia hálózat. Az első három tényező jogszabályok által is védelmet élvez hazánk területén. A vonalas létesítmények közlekedési utak és az energiahálózat esetében többféle pufferzónát tesztelve e olyan „védőövezeteket” hoztunk létre melyeken belül kizártuk a szélerőművek létesítését.

Védett természeti területek, mint a szélerőművek telepítését korlátozó tényezők. A védett természeti területeken, az alábbi előírások korlátozzák a szélerőművek telepítését és azt, hogy ezek mekkora területet fednek le.

- **Ökológiai hálózat területein:** védett természeti területeken, ezek védőövezetén, természeti területeken, (ex lege védett területeken, védett értékeken, valamint felszín alatti védett természeti érték esetén azok felszíni vetületének területén sem) és az ökológiai folyosókon. Védett állatfajok tömeges előfordulásával jellemezhető, illetve fokozottan védett állatfajok élő-, táplálkozó- és fészkelő helyén, vonulási útvonalán, és azok közvetlen környezetében [1996. évi. LIII. tv. 1990/7. Berni egyezmény];
- **Védett növényfajok,** növénytársulások tömeges előfordulásának, illetve fokozottan védett növényfajok, növénytársulások előfordulásának;
- **Nemzetközi szerződés hatálya alá tartozó területeken** [Ramsari Egyezmény 275/2004 (X. 8.) Korm. rend.];
- **Egyedi tájértékekhez tartozó területeken** világörökség területeken, kiemelkedő jelentőségű tájképi értékekkel rendelkező területeken vagy **tájképvédelmi övezetekben** [1996. évi. LIII.; 2003. évi XXVI. tv]
- **Érzékeny természeti területeken** egyedi indokoltág esetében [2/2002. (I. 23.) KÖM–FVM együttes rendelet. (KvVM, 2005).

Az Európai Unióhoz való csatlakozásunk után kötelező jelleggel ki kellett jelölnünk a Natura 2000-es területeket az országban. A Natura 2000-es területek két féle területi egységet foglalnak magukba: különleges madárvédelmi területeket, és különleges természet-megőrzési területeket. Csongrád megye közel 25%-át borítják ilyen különleges területek.

A Natura 2000-es területek és a védett természeti területek köré a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium ajánlása szerint 800–1000 méteres puffer zónát kell létrehozni, hogy az élőlényeket már csak minimális hatás érje. Az értékelésünk során a 800 és az 1000 méteres puffer zóna szerinti lehatárolást is elvégeztem (Munkácsy, 2010). ArcGIS 10. környezetben a természetvédelmi információs Rendszer digitális állományának felhasználásával leválogattuk a NATURA 2000-es területek poligonjait, majd 800 és 1000 m-es pufferzónákat készítettünk a poligonok köré. Az ily módon kialakított pufferzónákat a szélerőművek telepítésére alkalmatlan területeknek definiáltuk. A védett természeti területek Csongrád megye területéből (4262,7 km²) 1352,3 km² területet foglalnak el, ami a vizsgált terület 31,7%-a a. Ez az érték 800 méteres puffer zónával: 3328,9 km², a vizsgált terület 78,1%-a. 1000 méteres védőzóna esetén: 3582,6 km², a vizsgált terület 84%-a.

Erdőterületek, mint a szélerőművek telepítését korlátozó tényezők. Magyarországon az erdők, facsoportok foltjaihoz – főként élővilág-védelmi megfontolások miatt, 250 méteres védőövezet ajánlott (Munkácsy, 2011).

A vízfolyások és állóvizek területére szintén nem lehet telepíteni, és azok közvetlen közelébe sem, mert a talaj szerkeze nem megfelelő egy stabil alap létrehozásához. Itt is a 250 méteres védőövezet ajánlott a gyengébb szerkezetű talaj és az áradások elkerülése miatt. Állóvizeink nagyon gyakran a védettségtől függetlenül jelentős élőhelyek, ezért 250 méter helyett a védett természeti területekre érvényes 800–1000 méteres védőzónát alkalmaztuk.

ArcGIS 10. környezetben az 1:100 000-es méretarányú CORINE 2006 digitális felszínborítási adatbázisból leválogattuk a tavak, és az erdőterületek poligonjait, majd 800 és 1000m-es pufferzónákat készítettünk a poligonok köré. Az ily módon kialakított pufferzónákat, a szélerőművek telepítésére alkalmatlan területeknek definiáltuk. Felszíni vizek és erdőterületek Csongrád megye területéből 638 km²-t, azaz a terület 8,4 százalékát foglalnak el. Ez az érték a 250 méteres puffer zóna alkalmazásával 1052,6 km²-re 24,7%-ra nő.

Beépített területek, mint a szélerőművek telepítését korlátozó tényezők. Településeknél a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium ajánlása szerint – a szélerőművek zajkibocsátása miatt – 500 méteres védőzóna kialakítása ajánlott, így mi is ekkora puffer zónát használtunk. (KvVM, 2005).

A *windpowerwiki.dk* Sound calculator szoftver alkalmazásával a védőzónák kialakítását kvantitatív eredményekkel is meg tudtuk erősíteni. Egy 2MW-os turbina 105 dB értéket produkál közvetlen közelben, ez az érték 500 méter távolságban 40 dB, 800 méter távolságban pedig 35,9 dB-re csökken. A kapott eredmények a már fentebb említett határértékeknek megfelelnek. Ilyen távolságból már a keletkezett zaj és rezgés sem okozhat környezetvédelmi problémát. Az üdülőterületek más kategóriába tartoznak, mert ide általában pihenni mennek az emberek és ezért ezek köré 800 méteres puffer zónát találtunk megfelelőnek. Az üdülőterületek esetében még a tájkép megváltozása az, ami nagyban kizárhatja a telepítést, mert így elveszítheti különleges értékét az üdülőterület, látogatottsága visszaeshet, éppen ezért néhány kilométeres távolságon belül nem ajánlott a turbinák telepítése. ArcGIS 10. környezetben az 1:100 000-es méretarányú CORINE 2006 digitális felszínborítási adatbázisból leválogattuk a beépített területek poligonjait, majd 500 m-es pufferzónákat készítettünk a poligonok köré. Az ily módon kialakított pufferzónát nem tartottuk alkalmasnak szélerőművek telepítésére. A megye területéből 199,5 km² területet foglalnak el ezek a területek. Védőzónával ez az érték 682,44 km²-re növekszik.

A közlekedési pályák és az energia hálózat vonalas elemei, mint a szélerőművek telepítését korlátozó tényezők.

Véleményünk szerint a közút, vasút és energia hálózat köré is szükséges 250 méteres védőzóna tervezése, a vezetékek esetleges sérülésének elkerülése érdekében. Az elektromos hálózathoz a nagyobb, 400 és 120 kV-os hálózatokat digitalizáltuk és vettük figyelembe, míg a szénhidrogén hálózathoz a nemzetközi és hazai fő és a térségi szállító vezetékeket (Tóta, 2009). Meglehetősen nagy terület esik ki ezek miatt a telepítésre alkalmas felszínek közül. A földutakat és alsóbbrendű mellékutakat nem soroltuk a telepítést kizáró szempontok közé, mivel azok a telepítést elősegítő kategóriába tartoznak. Az elektromos és szénhidrogén hálózat illetve a közlekedési hálózat a

fent említett védőzónával 500 km²-t foglalnak el a megye területéből. Az 1. táblázat alapján láthatjuk, hogy a védett természeti területek és puffer zónájuk foglalja el Csongrád megye legnagyobb részét, míg az üdülő és beépített területek csak csekély arányt képviselnek.

1. táblázat: A szélérőművek telepítését kizáró tényezők és a szegélyeikhez rendelt különböző pufferzónák, területe

Kizáró tényező	Terület, km ²	Terület puffer zónával, km ²	Puffer zóna mérete	Csongrád megye területéből védőzónával, %
Védett természeti terület A verzió	1352,3	3328,9	800	78,1
Védett természeti terület B verzió	1352,3	3582,6	1000	84,0
Erdők, vizek	638	1052,6	250	24,7
Beépített terület	184,4	548,2	500	12,9
Üdülőterület	15,1	125,6	800	2,9
Közlekedési és energia hálózat	n.a.	500	250	11,7

Ha az összes kizáró illetve korlátozó szempont pufferzónáját összevonjuk, meglehetősen kevés terület marad alkalmas szélérőművek létesítésére (1. ábra).

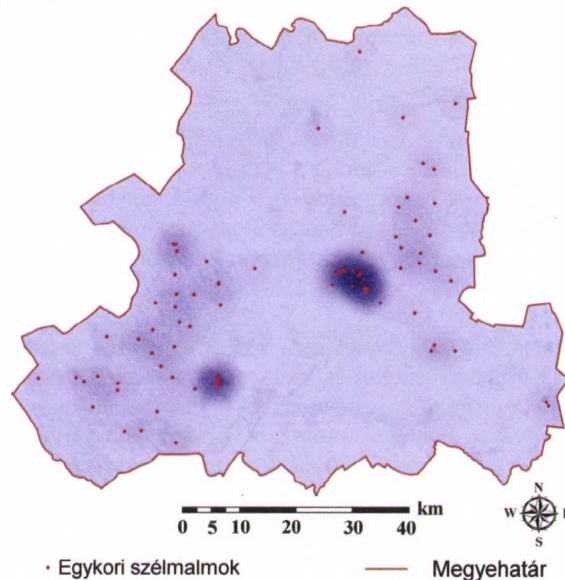


1. ábra: A szélérőművek telepítését kizáró tényezők és a körükük vont pufferzónák összesített térképe a legnagyobb pufferzónákkal számolva Csongrád megye területén

A szélérőművek kialakítását indokoló tényezők elemzése. Telepítést segítő tényezőkből meglehetősen kevesebb van, mint a kizáró szempontokból. A földút és az energiahálózathoz a villamos energia hálózata bizonyul pozitív tényezőnek egy vagy több turbinás park installálásakor, mivel így a beruházás költségei jelentősen csökkenthetők. A 120 illetve 400 kV-os magasfeszültségű ve-

zetérendszer 250 méteres közelébe nem lehet telepíteni turbinát, de a közcélú hálózatra való csatlakozáshoz nagyon fontos, hogy minél kisebb távolságra legyenek ezekről a távvezetésektől. A megtermelt energiát földkábelen keresztül 1–1,5 méter mélységben vezetik el, így a föld felett nem találhatók vezetékek és oszlopok. Csak a 15 kilométernél hosszabb nyomvonalak esetében kötelező a környezeti hatásvizsgálat, ezért célszerű a szélérőmű parkokat ezen a távolságon belül kialakítani. A vezetékek köré generált 15 km-es pufferzóna tehát itt mint a telepítést támogató tényező jelenik meg. Vizsgálataink alapján csupán a megye észak-keleti és dél-keleti részén néhány négyzetkilométeres terület esik az így kialakított zónán kívülre. A földúthálózat a telepítés és karbantartás szempontjából nagyon fontos, mivel jelentős költségcsökkentő hatású, ha nem kell új burkolt szervíz utat létrehozni. Ezek az utak általában 3,5–5 méter széles zúzott kővel vagy salakkal borítottak. Az úthálózatot tehát mint a telepítést támogató tényezőt vettük figyelembe. Arc GIS 10 környezetben digitalizáltuk Csongrád megye 120 és 400 kV-os magasfeszültségű vezetékrendszerét, majd 250 m és 15 km-es pufferzónákat készítettünk a vonalas állomány köré. A két pufferzónát fedésbe hozva egymással megkaptuk a szélérőművek telepítésére alkalmas területeket (Horváth, 2005).

A történeti térképek alapján azonosított szélalmok, mint a szélpotenciál indikátorai. Keveiné Bárány (1991) a publikációjában felhívta a figyelmet rá, hogy a szél-



A kék zónák a szélalmok előfordulásának gyakoriságát mutatják a II. katonai felmérés térképén.

2. ábra: Csongrád megye szélpotenciál térképe

malmok, mint a szélergia potenciál első kihasználási formái alkalmasak a szélergia adottságok becslésére. A szerző munkájában térképen is bemutatta az alföldi szélalmok területi eloszlását. Jelen munkánkban Csongrád megyét lefedő történeti térképek adatainak felhasználásával készítettük el a szélpotenciál becslésére lehetőséget kínáló szélmalomsűrűség térképet.

Magyarországon a 19. század második felére tehető a szélmalomok virágkora. Ebből a korszakból a legpontosabb és legteljesebb térképre volt szükségünk, amely alapján be tudtuk digitalizálni a Csongrád megye területén található szélmalomokat. A II. katonai felmérés térképének elkészítését az egész Habsburg monarchia területére I. Ferenc osztrák császár és magyar király rendelte el. A térkép magyarországi részét 1819–1869 között rajzolták meg a térképészek így ez volt a legmegfelelőbb térképi adatbázis a számunkra, hiszen az irodalmi források alapján 1873-ban 854 volt a szélmalomok számának a csúcsa (Bárany *et al.*, 1970). A felmérés lapjait DVD-n az Arcanum Kft. által georeferált állományból használtuk (Arcanum, 2006). A szükséges területet két részletben HD72/EOV vetületi formában ki tudtuk exportálni a lemezről. A digitalizálás során a megyét felosztottuk egyenlő területekre és ezeket egyesével átnézve, vizuális interpretáció révén azonosítottuk a szélmalomokat. A jelzett időszakban készített katonai térképlapok alapján összesen 96 szélmalomot sikerült azonosítanunk Csongrád megyében, főként a megye keleti és dél-keleti területein tapasztaltunk nagy szélmalom sűrűséget.

Az ArcGIS 10 szoftver segítségével digitalizált szélmalomok pontjaiból oly módon készítettünk sűrűség térképet, hogy minden szélmalom pontszerű adatához 3 km-es pufferezónát rajzoltattunk az ArcGIS 10 szoftverrel, majd megszámloltuk, hogy hány szélmalom esett a kör területén belül, és ezt az értéket hozzárendeltük a ponthoz. Szélmalomok sűrű előfordulása főleg nagyobb mezővárosok környékén figyelhető meg (Szeged–Kiskundorozsma–Hódmezővásárhely). A megye dél-nyugati és keleti részén találhatóak még nagyobb számban szélmalomok, de itt szórta, főként a magántulajdonban lévő tanyákon. Általában elmondhatjuk, hogy a szántóként művelt mezőgazdasági területeken elég nagy számban alkalmazták a szélmalomokat, ezzel kihasználva a Dél-Alföld szélenergia potenciálját (2. ábra).

Csongrád megye szélpotenciál térképének készítése térinformatikai módszerekkel. Szélerőművek telepítéséhez nélkülözhetetlen a telepítésre szánt területek szélesség adatainak ismerete. Az Országos Meteorológia Szolgálat 2005-ben készített egy szélesség térképet az egész országra, melyet különböző módszerekkel interpolálva 2 km-es raszteres felbontásban készítették. Ez az egész országot lefedő térkép a kevés mérőállomás miatt területi szinten sajnos elég pontatlan. Megyei elemzésünkhöz szükségünk volt tehát egy országosnál sűrűbb állomáshálózat éves átlagain alapuló adatbázisra. Az Országos Meteorológiai Szolgálatól a megye 4 mérőállomásának adatait kaptuk meg, hosszú idősorban havi átlagok formájában. Az *időkép.hu* adatbázisban szereplő 3 mérőállomás (Szentés, Hódmezővásárhely, Szeged pláza) havi átlagait is megkaptuk a több, mint egy éves idősorban. Az M5-ös autópálya Csongrád megyei szakaszától 4 különböző adatsorhoz jutottunk hozzá az ÁAK ZRT-nek köszönhetően és szintén 4 adatsorhoz az M43-as autópálya kezelőjétől az ÁKA ZRT-től. Mind a két autópálya kezelő cég az úthálózatuk mentén elhelyezett mérőállomások adatait biztosította a számunkra. A megyén belülre így összesen 15 állomás havi átlagos szélesség adatsora volt elérhető, de az interpolációhoz szük-

ség volt a vizsgálat alá vont területen kívülre eső adatokra is. Erre a célra az ogimet.com honlapról nyert szélesség adatokat használtunk fel. A Csongrád megye határain kívül eső városok közül: Arad, Baja, Békéscsaba, Kecskemét, Kikinda, Újvidék (Novi Sad), Palics, Szolnok, Zombor szélesség adatait alkalmaztuk az interpolációhoz. Az adatok előkészítése során mérőállomások koordinátáinak WGS84 vetületi rendszerben megadott földrajzi koordinátáit átszámoltuk EOVS vetületi rendszerbe. Mivel a meteorológiai állomások adatai földközben adtak ezért a,

$$v_w(h) = v_{10} \left(\frac{h}{h_{10}} \right)^a,$$

képlet segítségével számítottuk ki a szél sebességét 70 m, 100 m és 120 m magasságokra vonatkoztatva, ahol $v_w(h)$ a szélesség [ms^{-1}] a megadott h [m] magasságban, v_{10} a 10 méteres magasságban mért szélesség [ms^{-1}], h a turbina magassága, $h_{10} = 10$, míg a a Hellman kitevő.

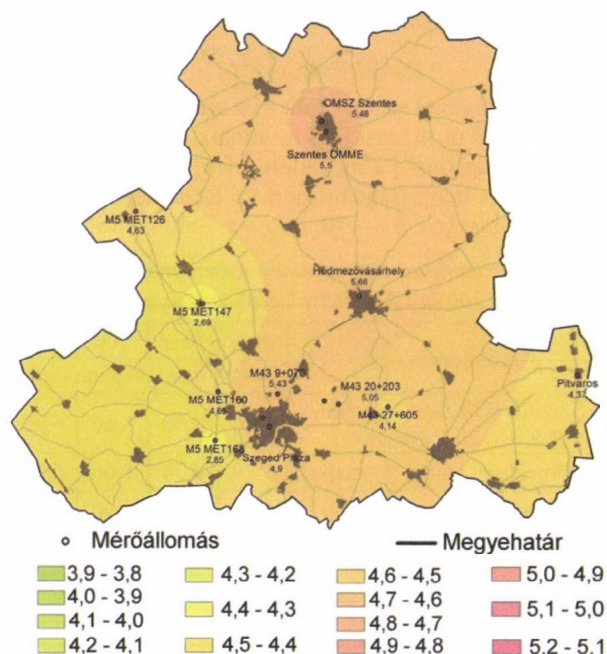
2. táblázat: Szélesség sokévi átlagai
70, 100 és 120 méter magasságra számítva

Mérőállomás neve	mért adat	70 m	100	120 m
		magasságban (m/s)		
Szentés (Országos Magyar Méhészeti Egyesület)	1,74	4,60	5,50	6,03
Hódmezővásárhely (Lecsapo)	1,79	4,74	5,66	6,20
Szeged (Szegedplaza)	1,55	4,10	4,90	5,37
M5 MET 126	2,19	4,24	4,63	4,85
M5 MET 147	1,27	2,46	2,69	2,81
M5 MET 160	2,20	4,26	4,65	4,87
M5 MET 168	1,35	2,61	2,85	2,99
M43 9+070 kmsz	2,57	4,97	5,43	5,69
M43 16+202 kmsz	2,00	3,87	4,23	4,43
M43 20+203 kmsz	2,39	4,62	5,05	5,29
M43 27+605 kmsz	1,96	3,79	4,14	4,34
OGIMET Arad	1,60	2,60	2,85	2,98
OGIMET Baja	1,45	2,36	2,57	2,69
OGIMET Békéscsaba	2,55	4,15	4,53	4,75
OGIMET Kecskemét	2,94	4,78	5,23	5,47
OGIMET Kikinda	3,08	5,01	5,48	5,73
OGIMET Novisad	2,35	3,82	4,18	4,37
OGIMET Palics	2,42	3,94	4,30	4,50
OGIMET Szolnok	3,04	4,94	5,41	5,66
OGIMET Zombor	2,05	3,33	3,65	3,82
OMSZ Pitvaros	2,46	4,00	4,37	4,58
OMSZ Szeged külterület	3,09	5,03	5,49	5,75
OMSZ Szentés	3,08	5,01	5,48	5,73

A Hellman kitevőt a Davenport-féle osztályozás alapján állapítottuk meg. Legtöbb számítás esetében a 0,25-ös „rough” (érdes) osztályt használtuk, ami természetes vagy termesztett magasabb növények, szétszórt 12–15 m magas porózus természetes akadályok (pl. mezővédő erdősávok) vagy 8–12 m magas épületek esetében alkal-

mazható. A 0,5-ös „very rough” (nagyon érdes) osztály, intenzíven művelt táj, nagy akadály csoportok (nagy gazdaságok, erdő csoportok), alacsony sűrűn ültetett nagyobb kiterjedésű terület, mint például gyümölcsösök, fiatal erdő, fás bokros terület és alacsony épületek által lefedett térségek esetén használatos. Beépített területen vagy annak közvetlen közelében használtuk a 0,5-ös kategóriát. A földfelszín közelében mért adatokat Microsoft Excel táblázatkezelő szoftver segítségével számítottuk ki,

A továbbiakban a szél erőmű telepítésére alkalmas területeken belül becsültük az elhelyezhető turbinák számát. A *windpowerwiki.dk* szerint az uralkodó szélirányra merőlegesen 4 rotor, párhuzamosan pedig 7 rotor átmérő távolságra érdemes telepíteni egymástól a turbinákat. Egy 2 MW-os turbina rotor átmérője 90 m, tehát merőlegesen 360 m, párhuzamosan 630 m távolságra kell lenniük egymástól. 1 négyzetkilométerre 4,4 turbina fér el összesen, ha ezt a fajta elrendezést használjuk. Mind a kettő

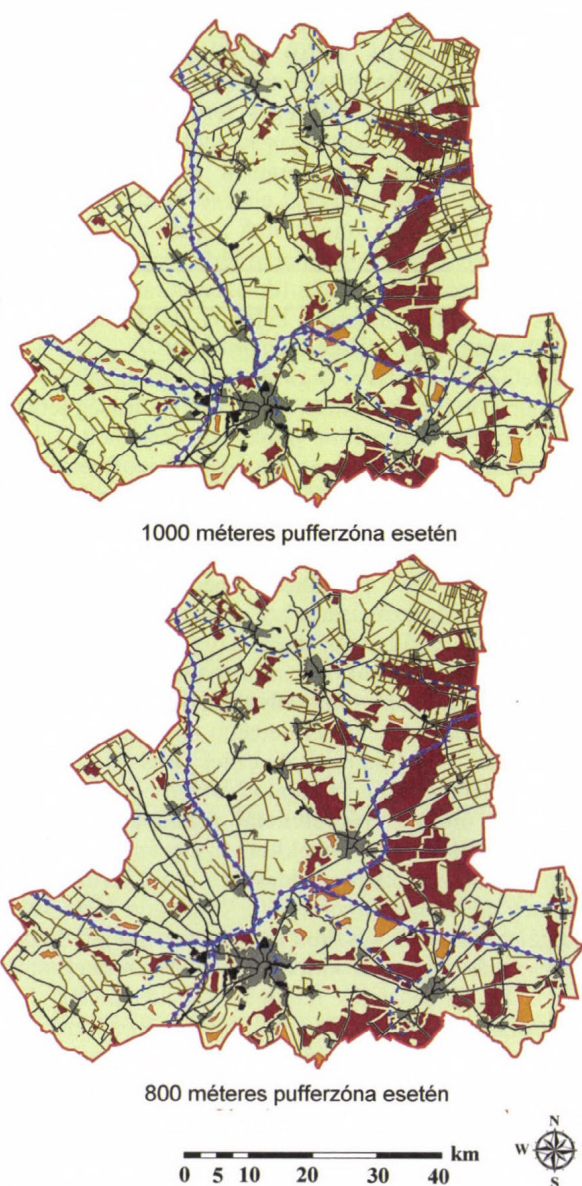


3. ábra: Csongrád megye szélpotenciál térképe

70 m, 100 m és 120 m magasságokra. Kircsi A. (2004) vizsgálata alapján Magyarországon 60 méternél magasabb régiókban már nem okoz jelentős zavaró hatást a felszín érdessége (2. táblázat).

A szélenergia potenciál térképet 100 m magasságra kalkulált adatok alapján készítettük el IDW (Inverse Distance Weighting) interpolációs módszer alkalmazásával, mivel Szalai S. et al (2010) cikke alapján ez a magasság ajánlott hazánkban. Eredményeinket Natural Breaks módszerrel és 32 osztályba soroltuk. A kapott szélpotenciál térképen jól látható, hogy a megye északi részén magasabbak a szélsébség adatok, és hogy tölcserűen Szegedig beszűkül ez a terület. Magasabb értékeket a megye keleti illetve délkeleti területein is megfigyelhetünk (3. ábra). Rózsavölgyi (2007) tanulmányában található egy a teljes országra készített 100 méter magasságra kalkulált szélsébség térkép, amiről hasonló adatokat lehet leolvasni, mint az általunk készítettől, 5–5,5 m/s-os értékeket.

Eredmények – Szél erőmű telepítés szempontjából alkalmas területek Csongrád megyében. A szél erőmű telepítésre alkalmas területeket ArcGIS 10. szoftver segítségével határoztuk le, a telepítést segítő, és kizáró digitális térképi adatbázisok összemetszése révén. A kapott eredmények alapján elmondhatjuk, hogy Csongrád megyében vannak telepítésre alkalmas, jó energetikai adottságú területek (3. táblázat, 4. ábra).



4. ábra: Szél erőművek telepítésre alkalmas területek a NATURA 2000 területek körül 800 és 1000 méteres pufferróna esetén.

telepítésre alkalmas terület verzióánál kiszámoltuk, hogy a területi egységeken hány turbina férne el.

Megbecsültük az ily módon termelhető villamos energia mennyiségét is úgy, hogy 2 MW-os turbinákat vettünk alapul, ezért a darabszámot megszoroztuk 2-vel, ám mivel a turbinák a lehetséges teljesítmény körülbelül 25%-át képesek ténylegesen megtermelni, ezért a darabszámot csak 0,5-el szoroztuk a valós teljesítmény kiszámításához (4. táblázat).

3. táblázat: A szélérőmű telepítésére alkalmas területek Csongrád megyében

	Telepítés-re alkalmas összes terület, km ²	Szélérőmű telepítésére kiemelten javasolt területek, km ²	Részesedés a megye területéből, összes terület %-a
800 m védőzóna esetén	510,1	452,6	11,97
1000 m védőzóna esetén	382,8	343,2	8,98

4. táblázat: A Csongrád megye területére telepíthető szélérőmű turbinák száma, elvi maximális teljesítménye, és a várható tényleges teljesítménye

	Turbina-szám	Névleges	Tényleges
		teljesítmény, MW	
800 m védőzóna NATURA 2000 és beépített területek	2362	4724	1181
1000 m védőzóna NATURA 2000 és beépített területek	1744	3488	872

Összegzés. Magyarországon a megújuló energiaforrások kihasználtsága még közel sem éri el a nyugat-európai államok szintjét. Hazánkban a másodlagos energiaforrások az energiafogyasztásunk 5%-át sem elégitik ki, ebből a szélenergia mindössze 1%-ot tesz ki. A telepített szélérőmű kapacitás közel 330 MW, jóval a kihasználható mennyiség alatt van, de a távlati célok pozitívak, mivel 2020-ra 3,3 százalékra becsülik a szélenergia részét az összes energiatermelésünkből (GKM 2007). Ahhoz, hogy ennél még magasabb eredményeket érjünk el a jövőben, fejleszteni kell a magyar elektromos hálózatot, hogy elbírja a terhelést, és a telepítési kritériumokat is szükséges lenne kevésbé szigorúvá tenni. Csongrád megye területének mintegy 91,02%-án nem lehet szélérőművet telepíteni valamilyen jogszabályi korlátozás miatt, ám ezen a területen is körülbelül 872 MW energia termelhető 2 MW-os turbinákkal és 360 X 630 méteres helyigénnyel számolva turbinánként.

Jelen kutatásban geoinformatikai módszerekkel elkészítettük a megye szélpotenciál térképét, illetve történeti térképek alapján a megye szélmalomsűrűség térképét. A szélérőművek létesítését területileg korlátozó tényezőket tematikus digitális térképeken ábrázoltuk, változó pufferzónákat, védőtávolságokat alkalmazva. A korlátozó tényezők és a szélenergia potenciál térkép egymásra helyezése, összemetszése után sikerült szélérőmű parkok telepítésére javasolt területeket bemutató területhasználati szcenáriókat készíteni. Végül kiszámítottuk a szélérőművek telepítésére potenciálisan alkalmas területek alapján az e területeken előállítható villamos energia mennyiségét is.

Irodalom

- Arcanum, Adatbázis Kft., 2006: Második Katonai Felmérés
- Bárany, I., Vörös, E., and Wagner, R. 1970: The influence of wind conditions of the Hungarian Alföld on the geographical distribution of mills. *Acta Climatologica Univ. Szegediensis* 9, 73-81.
- Csösz, M., Duhay, G. és Fiskus, O., 2005: Szélenergia és természetvédelem.
- EWEA, 2014: Wind in power, 2013 European statistics.
- GKM, 2007: Magyarország Energiapolitikája 2007–2020. A biztonságos, versenyképes és fenntartható energiaellátás stratégiai keretei. Budapest, 45-50
- Horváth, G., 2005: Szélparkok tervezése környezetvédelmi szempontok alapján. Magyar Tudomány 11, 1406–1414.
- Imre, L., 2006: Magyarország megújuló energetikai potenciálja. MTA Energetikai Bizottság, Megújuló Energia Albizottság Szakmai Csoportja, Budapest. Kézirat.
- Keveiné Bárany, I. 1991: A szélérő hasznosítás éghajlati adottságai az Alföldön. *Földrajzi Értesítő* 40, 3–4.
- Kircsi, A., 2004: Szélsebesség adatok területi extrapolációja – lehetőségek és nehézségek. *A Magyar Szélenergia Társaság kiadványai* 2, 71-78.
- KvVM, 2005: Tájékoztató a szélérőművek elhelyezésének táj- és környezetvédelmi szempontjairól. 3, 7-12, 18.
- Munkácsy B., Kovács, G. és Tóth, J., 2010: A szélenergia-potenciál és területi tervezés Magyarországon. „Települési Környezet” konferencia. Debreceni Egyetem, 254-259.
- Munkácsy, B. 2011: A területi tervezés szorításában – A szélenergia-hasznosítás hazai lehetőségei. Kézirat. 20-25
- Rózsavölgyi, K., 2007: Szélérőmű-telepek területi elhelyezése saját fejlesztésű klímaorientált modell (KMPAM) segítségével, „Települési Környezet” Konferencia Kiadványa, Debreceni Egyetem, 262-264.
- Szalai, S., Gács, I., Tar, K. és Tóth, P., 2010: A szélenergia helyzete Magyarországon. Magyar Tudomány 8, 947-958.
- Tar, K., 2006: A szeles napok statisztikai szerkezete Magyarországon SZTE Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék SZTE, Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék, Szeged, 687-696
- Tóta, A., 2009: A szélenergia-termelés lehetőségei a Dél-Alföld megyéiben. Kézirat.
- Wantuchné Dobi, I., Konkolyiné Bihari, Z., Szentimrey, T., és Szépszó, G., 2005: Széltérképek Magyarországról. Szélenergia Magyarországon. Előadás Gödöllőn 2005. 01. 19-én. Kézirat.
- www.idokep.hu
- www.windpowerwiki.dk (Dán Szélipari Szövetség honlapja)

A HÁZSONGÁRDI TEMETŐBEN IN THE CENTRAL CEMETERY OF CLUJ-NAPOCA

Tóth Róbert

Országos Meteorológiai Szolgálat, Marcell György Főobszervatórium, 1181 Budapest, Gilice tér 39. toth.r@met.hu

Összefoglaló. Kolozsvár jelentős szerepet töltött be a magyar történelemben. Számos híres ember született, alkotott és halt meg ebben a „szép városban”. Történelmi sírkertjében nyugszik Berde Áron is, aki az első tudományos igényű, magyar nyelvű éghajlati szakkönyv írója.

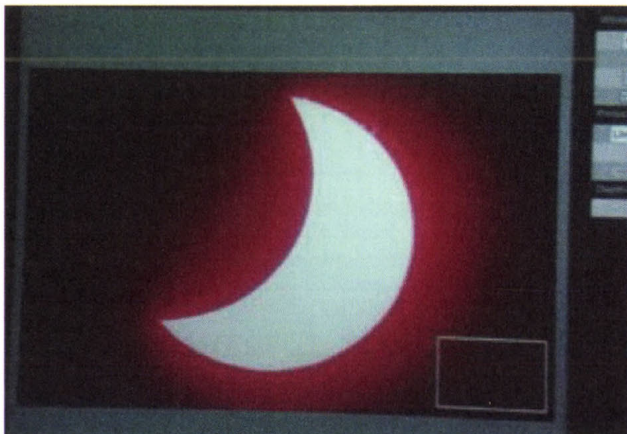
Abstract. Kolozsvár (*Cluj-Napoca, Romania*) played a significant role in Hungarian history. Many famous people were born, created and died in this 'beautiful city'. In its historic graveyard rests Áron Berde, who is the author of the first scholarly book on climate in Hungarian.

2015 márciusában második alkalommal vettem részt Kolozsváron a Babeş-Bolyai Egyetem Földrajz Karán a

ember nyughelye (3. ábra). A temetőt az 1585-ös pestisjárvány kezdetén alapították, többször bővítették, s vallá-



1. ábra: A Kar oktatási célt szolgáló meteorológiai állomása



2. ábra: Részleges napfogyatkozás képe Kolozsváron 2015. március 20-án délbén



3. ábra: Nagy Péter, Bartók György és Szász Domokos református püspökök síremléke a temető bejáratánál



4. ábra: Berde Áron sírja a Házsongárdi temetőben

Levegő és Víz Konferencián (1. ábra). Nyitrai László munkatársammal rádiószonda mérésekből készítettünk tanulmányt. A nemzetközi konferencia napjára esett egy részleges napfogyatkozás, amit derült idő lévén közösen megtekintettünk a Hajnalnegyedben lévő csillagvizsgálóban (2. ábra). Érkezésünk délutánján még akadt egy kis szabadidőnk, amit városnéző sétával töltöttünk. Ennek során útba ejtettük a Házsongárdi temetőt (*Cimitirul Central* románul), amiről tudtuk, hogy sok híres magyar

si és etnikai hovatartozástól függetlenül bárki ide temetkezhetett. A sírfeliratokat böngészve megállapítható, hogy a 20. század közepéig döntően magyar embereket temettek ide, mellettük kevés szász és román név fordul elő. Ezt követően azonban a román nevek kerülnek túlsúlyba, ahogy a város lakosságában is.

A magyarok aránya Kolozsváron az 1941-ben regisztrált 88%-ról napjainkra 16%-ra csökkent.

Az itt nyugvó nevezetes halottak közül néhány:

- Apáczai Csere János pedagógus, író
- Bölöni Farkas Sándor író, utazó
- Dsida Jenő költő
- gróf Esterházy Kálmán 1848-as honvéd huszár, Kolozsvár főispánja
- báró Jósika Miklós író
- Kós Károly építész
- Misztótfalusi Kis Miklós nyomdász
- Reményik Sándor költő
- Szenczi Molnár Albert bibliafordító, zsoltáriró.

Sétánk során aztán rábukkantunk a Berde család síremlékére (4. ábra). A Berde család tagjai közül számunkra a legérdekesebb Berde Áron, akinek munkásságáról Felméry tanár úrtól hallottunk először a Bevezetés a me-

- légtüneménytan – meteorológia
- égalj – éghajlat, klíma
- levegői nyirkosság – légnedvesség
- légtüneti észleletek – időjárási megfigyelések
- hőmérő – hőmérő
- nedvmérő – nedvességmérő
- villamos feszültség mekkorasága – légköri elektromosság mértéke
- égháború – zivatar
- gőzsűrűsödés – kondenzáció
- létműves világ – élővilág.

Berde Áron Laborfalván, Háromszék vármegyében született 1819-ben. Berlinben és Marburgban tanult, olyan neves tanároktól, mint Dove, Mitscherlich, Bunsen, Liebig. 1844-től oktat és alkot Kolozsváron. 1885-ben az MTA



5. ábra: A sírköves cégére



6. ábra: Sír a Házsongárdi temetőben



7. ábra: Bánffy gróf igazán sok tisztséget betöltött

teorológiába tantárgy keretében az ELTE TTK Múzeum körúti Berde Áron tantermében.

Bár Berde Áron jogász és közgazdász is volt, a meteorológusok mégis mint az első magyar meteorológiai és éghajlattani szakkönyv (*Légtüneménytan s a két Magyar-hon égalji viszonyai s ezek befolyása a növényekre és állatokra; Kolozsvár, 1847*) szerzőjét ismerik. Ebből a könyvből néhány szakkifejezés, ami bár ízesen cseng a magyar fülnek, de nem tudott meghonosodni:



8. ábra: Gróf Bánffy György sírja

levelező tagjává választotta. Berde nemcsak első hivatott klimatológusa volt hazánknak, hanem agrármeteorológiai irányban is először tett számottevő lépést. Nagy érdeme, hogy bevitte a köztudatba, hogy a meteorológia tényleges, valós természettudomány (Simon, 2004). Végezetül néhány érdekesebb sírfeliratot mutatok be a Házsongárdi temetőből (5–8. ábra).

Irodalom

Simon, A., 2004: Magyarországi meteorológusok életrajzi lexikonja. OMSZ-MMT Budapest, 20-21

2015 TAVASZÁNAK IDŐJÁRÁSA WEATHER OF SPRING 2015

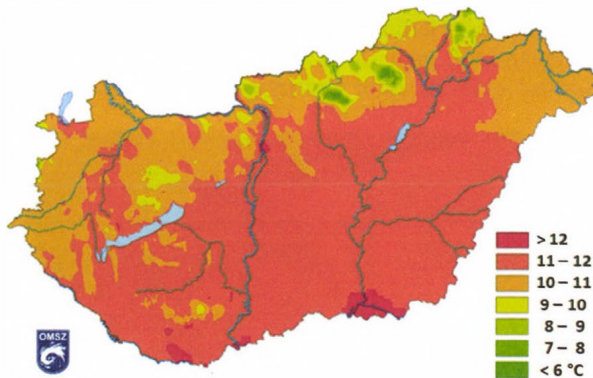
Marton Annamária, Kovács Tamás

Országos Meteorológiai Szolgálat, H-1525 Budapest, Pf. 38., marton.a@met.hu, kovacs.t@met.hu

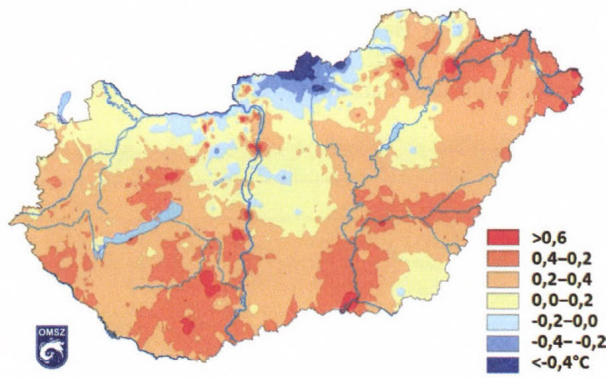
2015 tavasza összességében átlagos középhőmérsékletű volt, a normálnál kicsit melegebb márciusnak és a szokásosnál épphogy csak valamivel hűvösebb áprilisnak és májusnak köszönhetően. Március és április szárazabb, a május csapadékosabb volt a megszokottnál. Országos átlagban a tavasz középhőmérséklete 11,1 °C volt. Az ország nagy részén pozitív hőmérsékleti anomália volt jellemző, általában 0,2 – 0,4 °C-kal volt melegebb a meg-

keleti részén volt jellemző (5. ábra). A 6. ábra a tavaszi napok középhőmérsékletein keresztül mutatja be a tavaszi felmelegedés folyamatát, összehasonlítva a sokéves átlaggal (1981 – 2010).

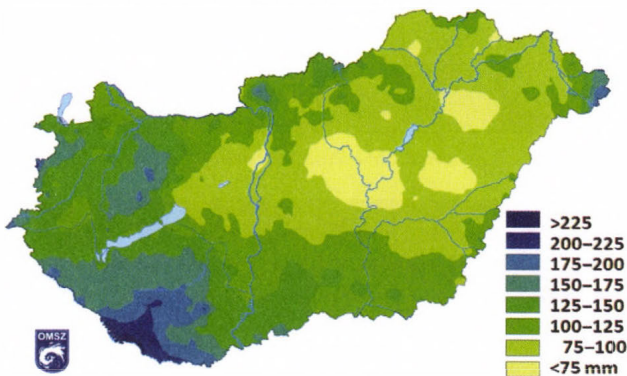
Március. A megszokottnál melegebb és szárazabb volt az idő hazánkban. A középhőmérséklet zömmel 6 – 8 °C között alakult, általában a délkeleti és délnyugati területek voltak a legenyhébbek. Alacsonyabb értékek a hegyvidéki területeken voltak jellemzőek,



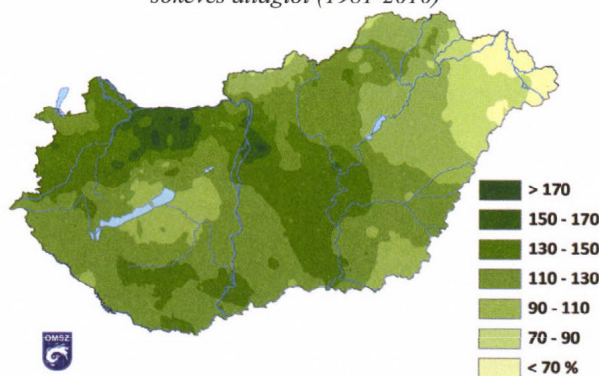
1. ábra: A 2015-ös tavasz középhőmérséklete



2. ábra: A 2015-ös tavasz középhőmérsékletének eltérése a sokéves átlagtól (1981-2010)



3. ábra: A 2015-ös tavasz csapadékösszege



4. ábra: A 2015-ös tavasz csapadékösszege a sokéves (1981-2010-es) átlag százalékos arányában kifejezve

szokottnál (2. ábra). Területi eloszlás szempontjából az ország nagy részét 11 – 12 °C-os átlaghőmérséklet jellemezte (1. ábra), északon és a magasabban fekvő területeken volt ennél hűvösebb. Az északi területeken jobbra 10 – 11 °C, míg a hegyvidékeken 6–10°C között alakultak a középhőmérsékletek. Melegebb területek foltokban jelentek meg jobbra a déli határ közelében, illetve a főváros környékén. A tavasz első két hónapja különösen száraznak adódott, a regisztrált mennyiség márciusban még a normál 60%-a volt, de áprilisban már a 30%-át sem érte el. A 2015-ös április lett az 5. legszárazabb április a mérések kezdete óta. Májusban a megszokottnál egyharmaddal több csapadék volt. A teljes tavaszi időszak alatt 18%-kal kevesebb csapadék hullott, mint általában (4. ábra). Az ország nyugati és déli területein a csapadék mennyisége általában elérte és sok esetben meghaladta a 100 mm-t, ezzel ellentétben az ország középső és keleti részein általában 75–100 mm, vagy ennél kevesebb csapadék hullott. A legtöbb csapadék a délnyugati határszélen volt jellemző, volt olyan terület, ahol több mint 200 mm csapadékot regisztráltunk. A legkevesebb globálsugárzás az északkeleti határszélen, míg a legtöbb az Alföld

itt helyenként a 3 °C-t sem érte el a középhőmérséklet. Az ország jelentős részén pozitív hőmérsékleti anomália volt jellemző. A Dunántúlon jobbra 0 – 1 °C-kal, a Dunától keletre többnyire 1 – 1,5 °C-kal volt melegebb az átlagértéknél, az Északi-középhegység egyes részein még ennél is nagyobb volt a pozitív anomália. 11 fagyos nap ($T_{\min} \leq 0$ °C) jelentkezett, mely alig marad el a sokéves átlagtól. A téli napok ($T_{\max} \leq 0$ °C) tekintetében elmondható, hogy a normál 1 nap helyett nem fordult elő egy sem.

A hónap során mért legmagasabb hőmérséklet:

24,1 °C, Sátoraljaújhegy (Borsod-Abaúj-Zemplén megye), március 27.

A hónap során mért legalacsonyabb hőmérséklet:

-10,2 °C, Zabar (Nógrád megye), március 7.

Országos átlagban 20,8 mm volt a havi csapadékösszeg, ami a szokásos érték 59%-a. Az ország nagy részén az 1981-2010-es éghajlati normál mindössze 40 – 80%-a hullott le. A Dunántúlon voltak olyan területek, ahol ez az érték nem érte el a 20%-ot, míg az Északi-középhegységben és az Alföld déli tájain elérte, illetve meg is haladta az éghajlati átlagot (100%). 8 csapadékos napot regisztráltunk, ami 1-gyel kevesebb a sokéves átlagnál.

A hónap legnagyobb csapadékösszege:

61,1 mm, Mátraszentimre (Heves megye)

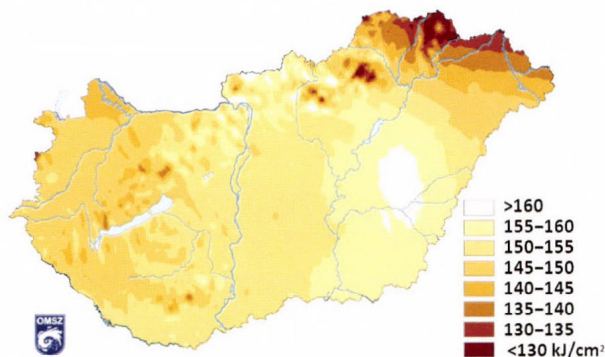
A hónap legkisebb csapadékösszege:

6,0 mm, Sátoraljaújhely (Borsod-Abaúj-Zemplén megye)

24 óra alatt lehullott maximális csapadék:

23,7 mm, Ják (Vas megye), március 26.

Április. Az ország nagy részén 10 – 12 °C között alakult a havi átlaghőmérséklet, míg az országos átlag 10,9 °C volt. A déli területeken és a Kisalföldön enyhébb, míg a magasabban fekvő területeken hűvösebb volt az időjárás. A középhőmérséklet a normáltól általában -1, +1 °C-kal tért el, a Duna-Tisza közén, a Tiszántúlon és a Dunántúl északi részén negatív, a Dunántúl déli és nyugati területein pozitív anomália volt. Fagyos napból 5-öt jegyeztünk



5. ábra: A 2015-ös tavasz globálisugárzás összege

(normál: 3 nap), nyári napból 2 fordult elő (normál: 1 nap).

A hónap során mért legmagasabb hőmérséklet:

29,2 °C, Osló (Győr-Moson-Sopron megye), április 16.

A hónap során mért legalacsonyabb hőmérséklet:

-7,0 °C, Zabar (Nógrád megye), április 4.

A megszokottnál sokkal kevesebb csapadék volt idén áprilisban, mindössze 25,7%-a hullott le a normának. A sokéves átlagtól leginkább elmaradó értékek (5 – 20%) egy DNY-ÉK irányú sávban összpontosultak (Balaton térsége, a Duna-Tisza közének középső és északi része és az Északi-középhegység), melyhez hozzáadódik még az Alföld délkeleti része. A legcsapadékosabb területek: a déli-délnyugati határszél, a Dunántúl és a Tiszántúl északi része, ahol a csapadékösszegek megközelítették, de általában nem érték el a sokéves átlagot. Csapadékos napból a normál 10 nap helyett idén áprilisban mindössze 5 jelentkezett.

A hónap legnagyobb csapadékösszege:

60,5 mm, Drávaszabolcs (Baranya megye)

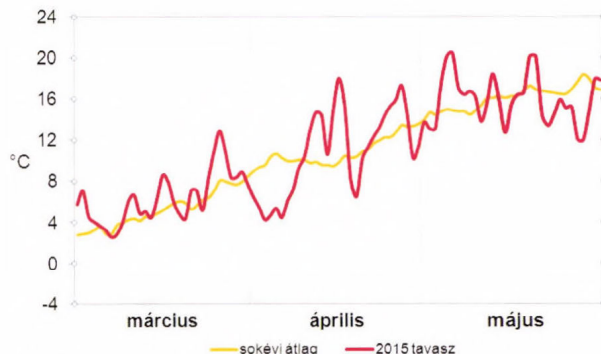
A hónap legkisebb csapadékösszege:

1,7 mm, Tura (Pest megye)

24 óra alatt lehullott maximális csapadék:

56,8 mm, Drávaszabolcs (Baranya megye), április 28.

Május. A középhőmérséklet zömmel 15 – 18 °C között alakult, néhány fokkal alacsonyabb értékeket regisztráltunk a hegyvidéki területeken. Az országos átlagos középhőmérséklet 15,9 °C volt. Összességében 0,3 °C-kal volt hűvösebb az 1981-2010-es normálértéknél. A Dunántúl déli, délnyugati és az Alföld délkeleti részén egy kicsivel (0 – 0,5 °C) melegebb volt az átlagnál, ezzel szemben az ország többi részén (0 – 1 °C) negatív anomália jelentkezett. A napi országos átlaghőmérsékletekre nagyfokú ingadozás volt jellemző. 7 nyári napot jegyeztünk a hónap során, mely 2 nappal marad el a sokéves átlagtól. A normál szerint májusban jelentkező 1 hőségnap ebben az évben nem jelentkezett.



6. ábra: A 2015-ös tavasz napi középhőmérsékleteinek eltérése a sokévi (1981-2010-es) átlagtól (°C)

A hónap során mért legmagasabb hőmérséklet:

32,3 °C, Dévaványa (Békés megye), május 19.

A hónap során mért legalacsonyabb hőmérséklet:

-0,8 °C, Zabar (Nógrád megye), május 1.

Az ország déli és nyugati részén 120 – 200%-a hullott a megszokottnak. DNY-on még a 200%-ot is meghaladta a csapadék. A középső és keleti területeken a normál 60 – 120%-a volt a jellemző, míg a Börzsönyben és a Cserhát térségében, továbbá a Szamosháton ennél nagyobb volt az arány. A száraz áprilist egy csapadékos május követte. Országos átlagban 15 csapadékos nap jelentkezett, mely fölülmulta a 11 napos normált. Zivataros napból a sokéves átlagnál 1-gyel többet, 4-et regisztráltunk.

A hónap legnagyobb csapadékösszege:

187,8 mm, Vízvár (Somogy megye)

A hónap legkisebb csapadékösszege:

28,8 mm, Tápiószéle (Pest megye)

24 óra alatt lehullott maximális csapadék:

90,0 mm, Szamosbecs Csenger-Gátörház

(Szabolcs-Szatmár-Bereg megye), május 25

2015. tavasz időjárási adatainak összesítője

Állomás	Napsütés (óra)		Sugárzás (kJ/cm ²)	Hőmérséklet (°C)						Csapadék (mm)			Szél viharos napok
	évszak összes	eltérés		évszak közép	eltérés	max	napja	min	napja	évszak összes	átlag %-ában	r ≥ 1 mm napok	
Szombathely	689,6	141,3	154	10,9	0,6	27,4	04.16	-4,5	03.08	119,8	90,5	19	22
Nagykanizsa	–	–	149	10,9	0,4	28,6	05.06	-5,2	03.08	166,9	100,6	21	21
Siófok	–	–	–	11,8	0,5	28,4	05.05	-2,9	03.08	118,9	89,9	15	30
Pér	–	–	144	10,8	–	27,4	05.19	-5,5	03.08	126,6	91,5	19	26
Pécs	717,6	126,3	157	11,7	0,5	29,1	05.19	-2,6	03.08	173,7	114,3	19	20
Budapest	749,5	151,3	153	11,9	0,4	28,9	05.19	-2,4	03.08	80,4	60,8	18	15
Miskolc	708,5	136,6	145	11,2	0,7	28,3	05.06	-3,7	03.07	100,8	71,2	21	1
Kékestető	671,6	114,3	148	5,9	0,3	20,7	05.06	-5,7	03.07	117,7	55,9	24	27
Szolnok	667,6	80,9	153	11,7	0,3	29,8	05.19	-4,5	03.08	65,2	51,0	18	11
Szeged	753,9	177,7	154	11,9	0,5	31,3	05.19	-4,5	03.08	109,1	91,9	21	16
Nyíregyháza	–	–	149	11,2	0,4	29,1	05.19	-3,6	03.07	96,5	89,2	21	20
Debrecen	752,4	149,6	150	11,3	0,3	28,8	05.19	-5,1	04.04	76,8	52,2	17	12
Békéscsaba	–	–	160	11,6	0,4	30,6	05.19	-5,1	03.08	85,6	60,4	19	10

L É G K Ö R

60. évfolyam

2015. 3. szám



KENDERESY KÁLMÁN MAGYAR ARANY ÉRDEMKERESZT KITÜNTETÉSE

KÁLMÁN KENDERESY WAS HONoured WITH THE HUNGARIAN GOLD CIVIC CROSS

Magyarország Köztársasági Elnöke **Kenderesy Kálmánnak**, az Országos Meteorológiai Szolgálat **pénzügyi és számviteli osztályvezetőjének** az Országos Meteorológiai Szolgálatnál negyven éven keresztül a pénzügyi, számviteli területen végzett lelkiismeretes, felelősségteljes munkájáért, több évtizedes vezetői tevékenységéért a **Magyar Arany Érdemkereszt** kitüntetést adományozta. A kitüntetést **Fazekas Sándor** földművelésügyi miniszter a 2015. augusztus 20-ai alkalmából rendezett ünnepségen adta át. Kenderesy Kálmán 1954. április 29-én született Budapesten. 1973-ban felvették az Agrártudományi Egyetem Mezőgazdaságtudományi karának nappali tagozatára, tanulmányait itt azonban nem fejezte be. Úgy döntött, hogy inkább elmegy dolgozni. Az OMSZ-beli pályafutása ügyviteli alkalmazottként kezdődött 1974. február 1-én egy munkatárs helyettesítésével. Az analitikus nyilvántartások vezetését bízták rá. 1975-től 1988-ig raktárvezetőként dolgozott. 1987-ben a Pénzügyi és Számviteli Főiskola Pénzügyi szakának Költségvetési szakágazatán szerzett üzemgazdász oklevelet, már a Szolgálat munkatársaként. A közalkalmazotti esküt 1979. január 1-én tette le. Pályafutásán végigkísérte az analitikus nyilvántartások vezetése. Későbbi feladatai a számlázás köré csoportosultak. A főiskola elvégzése után átsorolták az I. kulcsszámú, főelőadói kategóriába 1988-ban, pénzügyi ügyintézői munkakörbe. 1990-től a Gazdasági Főosztály Pénzügyi Osztályát vezette. Mikor 1998-ban a pénzügyi és számviteli terület összevonásra került, az összevont új egység vezetésével őt bízták meg. Osztályvezetőként vezette és ellenőrizte a gazdasági események rögzítését, nyilvántartását, elszámolását, elvégeztette a Szolgálat éves zárlati teendőit, leltár-előkészítéseket, kiértékeléseket végzett, részt vett a Szolgálat intézményi költségvetésének tervezésében, elkészítésében, végrehajtatta és ellenőrizte a főkönyvi nyilvántartások vezetését, biztosította a Magyar Államkincstárral való pénzforgalmi kapcsolatok ügyvitelét. Külső és belső adatszolgáltatások végrehajtásáért is ő felelt. Munkáját mindig igyekezett színvonalasan végezni. Szakmai ismeretei, pontossága, felelősségérzete és hivatástudata, valamint szorgalma mindig átlag feletti volt. A 2007. március 23-i meteorológiai Világnapon Persányi Miklós, az akkori környezetvédelmi és vízügyi miniszter, Pro Meteorológia Emlékplakettal tüntette ki. Pályafutásának – az egyébként is közelgő öregségi nyugdíjkorhatár előtt – romló egészségi állapota vetett véget. Ritka töretlen és áldozatkész életút áll mögötte.



SZERZŐINK FIGYELMÉBE

A LÉGKÖR célja a meteorológia tárgykörébe tartozó kutatási eredmények, szakmai beszámolók, időjárási események leírásának közzlése. A lap elfogad publikálásra szakmai úti beszámoló, 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 foglalkozunk.

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

Felelős szerkesztő:
Dunkel Zoltán
a szerkesztőbizottság elnöke

Szerkesztőbizottság:
Bartholy Judit
Bihari Zita
Haszpra László
Hunkár Márta
Tóth Róbert főszerkesztő-helyettes

ISSN 0 133-3666

A kiadásért felel:
Dr. Radics Kornélia
az OMSZ elnöke

Készült:
HM Zrínyi NKft.
nyomdájában
800 példányban

Felelős vezető:
Dr. Bozsonyi Károly
ügyvezető igazgató

Évi előfizetési díja:
2100.-Ft + 5% ÁFA
2205.- Ft
Megrendelhető az OMSZ
Pénzügyi és Számviteli Osztályán
1525 Budapest Pf. 38.
E-mail: legkor@met.hu

TARTALOM

CÍMLAPON

Kolláth Kornél: Füstös hajnal	109
Kenderesy Kálmán Magyar Arany Érdemkereszt kitüntetése	110
Szerzőink figyelmébe	110
Elhunyt Titkos Ervin	112
Bánki Mihály: Ha meghalunk	112

TANULMÁNYOK

Ferenczi Zita: „ A titokzatos PM nyomában, avagy amit a PM-ről tudni lehet ”	113
Páldy Anna és Bobvos János: A légszennyezés egészségkárosító hatásának becslése	115
Kis-Kovács Gábor: PM emisszió a kibocsátási leltár tükrében	124
Gyarmatiné Mészáros Erzsébet: Amit a PM₁₀ mérések mutatnak	129
Imre Kornélia és Molnár Ágnes: A légköri víztartalom szerepe a PM₁₀ tömegkoncentráció meghatározásában	132
Varga Judit: A PM₁₀ szabályozása	136
Ferenczi Zita: Határon túli források hatása a hazai PM szennyezettségre	140

KRÓNIKA

Zsikla Ágota: A 2015. évi balatoni és velencei-tavi viharjelzési szezonról	145
Vincze Enikő: 2015 nyarának időjárása	149
Dunkel Zoltán: Történelmi arcképek – Róna Zsigmond	151

LIST OF CONTENTS

COVER PAGE

Kornél Kolláth: Smoky dawn	109
Kálmán Kenderesy was Honoured with the Hungarian Gold Civic Cross	110
Instructions to authors of LÉGKÖR	110
Ervin Titkos passed away	112
Mihály Bánki: If We Die (a poem)	112

STUDIES

Zita Ferenczi: „ In The Wake of the Mysterious PM, or there is to Know about PM ”	113
Anna Páldy and János Bobvos: Estimation of Harmful Effects of Air Pollution	115
Gábor Kis-Kovács: Emissions of Particulate Matter as Reflected in the Emission Inventory	124
Erzsébet Gyarmatiné-Mészáros: PM₁₀ Measurements in Hungary	129
Kornélia Imre and Ágnes Molnár: Positive Bias Caused by Residual Water in Reference PM₁₀ Measurements	132
Judit Varga: Regulation of PM₁₀	136
Zita Ferenczi: Contribution of Transboundary Sources to the Hungarian PM Pollution	140

CHRONICLE

Ágota Zsikla: About the Storm Warning Season at Lake Balaton and Velence in 2015	145
Enikő Vincze: Weather of Summer 2015	149
Zoltán Dunkel: Historical Portraits – Zsigmond Róna	151

ELHUNYT TITKOS ERVIN

Budapest, 1928. február 1. – Budapest, 2015. augusztus 28.



Dr. Titkos Ervin az OMSZ egykori osztályvezetője, főosztályvezetője, tudományos tanácsadója életének 88. évében elhunyt. Kérésének megfelelően földi maradványait az Újköztemető szóróparcelláján helyezték el. Az ELTE TTK meteorológus szakán 1954-ben szerzett diplomát. Közvetlenül az egyetem elvégzése után független aspiráns lett. Az aspirantúra befejezése után, 1957-ben került a Meteorológiai Intézethez. A légköri turbulencia elméleti alapjaival foglalkozó disszertációja alapján 1959-ben lett a fizikai tudományok kandidátusa. Egész pályafutása során hű maradt az elméleti kérdésekhez, a numerikus modellezéshez. Az OMI¹-ban először az elméleti meteorológiai kutató csoport munkatársa, majd 1969-ben az Előrejelző Osztály vezetője lett. Nem volt szobájába bezárkózó, csak az elméletnek élő szakember. Amikor lehetősége volt rá, a gyakorlati megfigyelésekből is kivette a részét. A magyar-szovjet tudományos együttműködések keretében lehetőség volt magyar szakembereket delegálni a szovjet kutatóexpedíciókba. 1963. december 3-án Leningrádból az *Esztonia* nevű szovjet kutatóhajóval a Mirmij déli-sarki kutatóállomásra utazott, ahol a 9. szovjet Antarktisz Expedíció tagjaként, mint meteorológus dolgozott 1964. január 18-tól 1965. január 25-ig. Feladata időjárási térké-

pek készítése és az időjárás előrejelzése volt. Élményeiről könyvet is írt, *Magyarok az Antarktison* címmel. Hazatérése után tovább folytatta elméleti kutatásait. Kutatási témája a természetes és mesterséges akadályok körüli áramlás, a légköri turbulencia és a légszennyező anyagok terjedésének modellezése volt. Jó orosz nyelvtudása miatt több magyar-szovjet, illetve a KGST² országok közötti nemzetközi együttműködésben képviselte hazánkat illetve a Szolgálatot. Kutató munkája mellett a Siófoki Viharjelző Observatórium gyakorlati szinoptikus előrejelző munkájából is részt vállalt. 1971-ben felmentették vezetői megbízása alól, s tudományos tanácsadónak nevezték ki. 1972-ben a KEI³-ból az OMSZ KH⁴-ba, helyezték át. 1974-ben a KEI Középtávú Előrejelző Osztályának lett a vezetője. 1979 és 1983 között a KEI Módszertani és Fejlesztési Főosztályának irányítására kapott megbízást, majd 1984-től a KEI Meteorológiai Számítóközpontjának az élén állt, főosztályvezetői rangban. A Szolgálat önállóan megalakult számítóközpontjának, a Számítástechnikai Főosztályának lett a vezetője 1986 áprilisában, amelyet egészen nyugdíjazásáig, 1988. december 31-ig vezetett. Vezetői feladatai mellett mindig foglalkozott elméleti szinoptikus kutatásokkal is. Visszavonulása után rövid ideig még bejárta az intézetbe. 1965-ben *Kiváló dolgozó*, 1966-ban *Munkaérdemrend Ezüst fokozata*, 1970-ben *Árvízvédelemért* kitüntetést kapott.

Nyugodjék békében!

¹ Az OMSZ jogelődje, Országos Meteorológiai Intézet. Ezen a néven 1950 és 1970 között működött a „meteorológia”.

² KGST: Kölcsonös Gazdasági Segítség Tanácsa – a Szovjetunió és szövetségesei, a népi demokratikus országok gazdasági szervezete.

³ KEI: Központi Előrejelző Intézet, helyileg a Tatabánya (ma Hargita) téren volt, ahol később a Számítóközpont is.

⁴ KH: Központi Hivatal. Az OMSZ 1971-1993 között 3 intézetből és a központi hivatalból állt, amihez később önálló főosztályok is csatlakoztak, mint a Jégeső-elhárítás és a Számítóközpont.

HA MEGHALUNK

...ha meghalunk
egyek leszünk a földdel
együtt élünk az idővel
álmodunk havat virágot
testünk tartja a világot
bennünk hullámoz a tenger
miénk a jéghegyek csendje
benne vagyunk fűben fában

minden repülő madárban
a szerelmes suttogásban
szélben kitörő vulkánban
learatott gabonában
az újszülött sírásában
az élet legendájában
ha meghalunk...

Bánki Mihály

„A TITOKZATOS PM NYOMÁBAN, AVAGY AMIT A PM-RŐL TUDNI LEHET”

„IN THE WAKE OF THE MYSTERIOUS PM, OR THERE IS TO KNOW ABOUT PM”

Ferenczi Zita

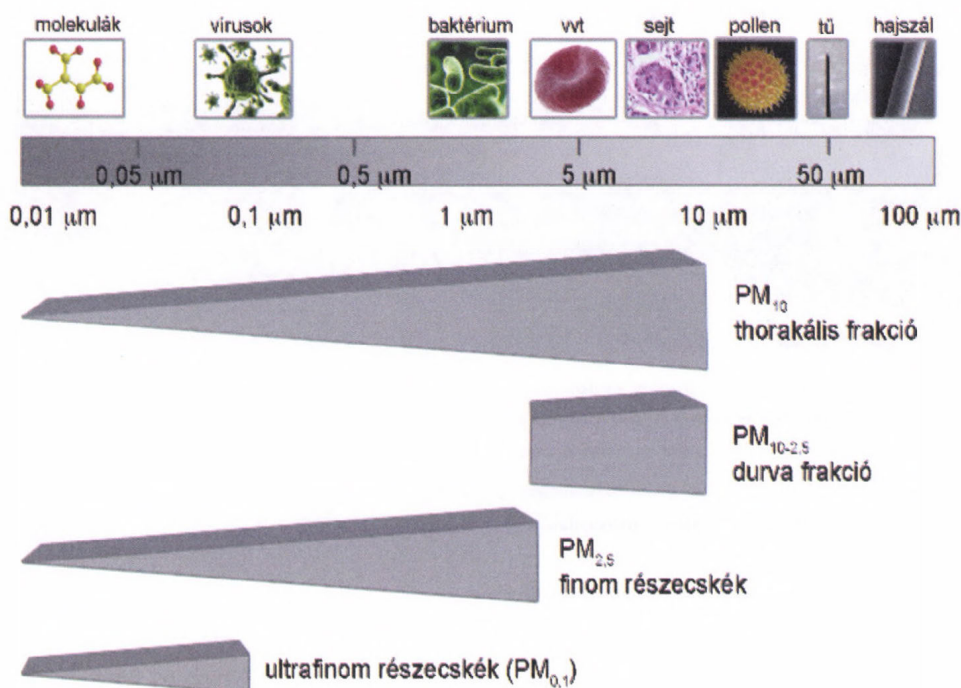
Országos Meteorológiai Szolgálat, 1181 Budapest, Gillice tér 39., ferenczi.z@met.hu

Kisméretű részecske, szálló por-, aeroszol-, PM- (particulate matter) szennyezés – az utóbbi időben egyre gyakrabban találkozunk ezekkel a kifejezésekkel a hazai és a nemzetközi médiában – nagyjából azonos fogalmak nem egy bizonyos anyagot vagy egy kémiai szerkezetet jelölnek, hanem fizikai tulajdonságot, halmazállapotot.

Aeroszolként nevezzük a gáznemű közegben finoman eloszott szilárd és/vagy cseppfolyós részecskék együttes rendszerét. Ha a gáznemű közeg levegő, akkor légköri aeroszorról beszélünk. A légköri aeroszol mérete néhány

kéknél nevezünk. A finom és a durva részecskék forrásai, kémiai összetétele és légköri hatásai jelentős mértékben különböznek. Míg a finom részecskék a légkörben keletkeznek kémiai reakcióval és gáz-részecske átalakulással, vagy magas hőmérsékletű emissziós forrásokból emittálódnak, addig a durva részecskék elsősorban természetes, felszíni forrásokból jutnak a légkörbe, így ezt a módot a talaj, a felszíni kőzet és a tengeri eredetű részecskék alkotják.

Az aeroszol részecskék lehetnek elsődleges és másodla-



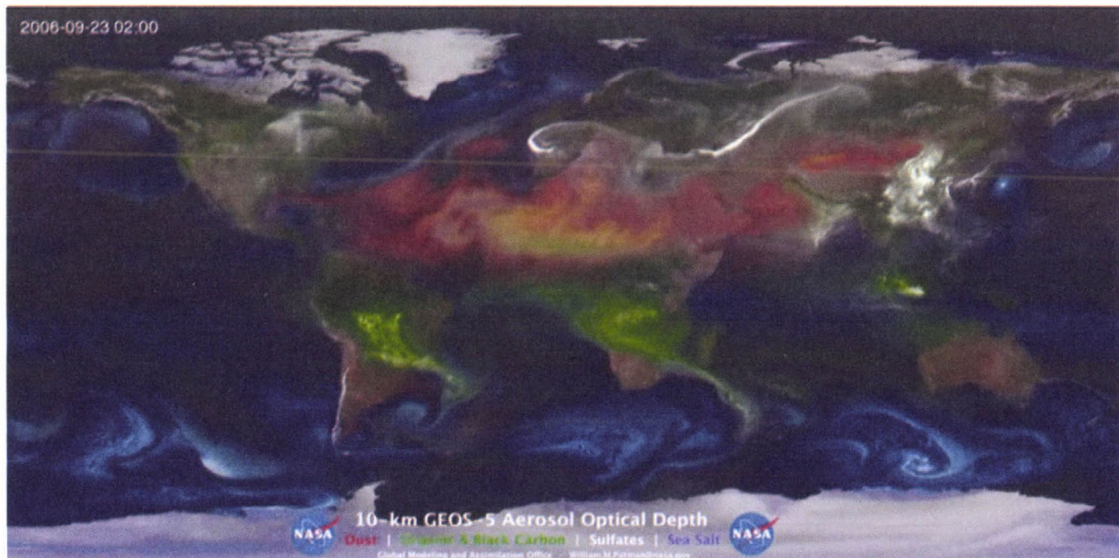
1. ábra: Aeroszol részecskék méretaránya.

nanométertől 100 µm nagyságrendig terjedhet. A méreteloszlásokban általában 3 módus jelenik meg. Az Aitken-módusba a 0,02–0,1 µm közötti, az akkumulációs módusba a 0,1–2 µm közötti, míg a durva módusba a 2 µm-nél nagyobb átmérőjű részecskék tartoznak. Ezeken kívül időszakosan egy újabb módus, az ún. nukleációs módus jelenik meg a legkisebb (<0,02 µm) tartományban, amelyet a légköri nukleáció hoz létre, és amelyik általában fokozatosan eltolódik az Aitken-módus irányába. A 2,5 µm-nél nagyobb átmérőjű részecskéket durva részecskéknek, míg az ennél kisebbeket finom részecs-

gos eredetűek. Az elsődleges részecskék közvetlenül jutnak a légkörbe, míg a másodlagos részecskék kémiai úton keletkeznek a légkörben nukleációs és kondenzációs folyamat során. A másodlagos aeroszolt főleg a szulfát-, nitrát- és ammónium-vegyületek alkotják. Ezeknek a részecskéknek az élettartama néhány perctől akár több hónapos időtartamig terjedhet mérettől, kémiai összetételtől és tömegtől függően. Az 1. ábrán a részecskék méretét próbáltuk érzékelteni más anyagok jellemző méreteihez viszonyítva (pl. vírusok, baktériumok, pollenek stb.).

Az aeroszolk nagyon fontos szerepet játszanak mind az időjárás, mind pedig az éghajlat alakításában. A légkörben fizikai és kémiai tulajdonságaiktól függően forrásaiktól akár több száz km távolra található helyekre is elszállíthatnak, képesek kölcsönhatásba kerülni az időjárási rendszerrel, szórják és elnyelik a napból érkező rövidhullámú és a Föld által kisugárzott hosszuhullámú sugárzást, valamint módosítják a felhők mikro- és makrofizikai tulajdonságait. A klímakutatók az egyik legfontosabb éghajlati kényszerként tartják számon. Az aeroszolk képesek módosítani a felhőborítottságot oly módon, hogy melegítik a légkört valamint csökkentik a hó és a jég albedóját oly módon, hogy a részecskék a hó

előszeretettel foglalkozik a témával, sajnos sok esetben a tudományos tényeket mellőzve. A Magyar Meteorológiai Társaság Levegőkörnyezeti szakosztálya fontosnak tartotta, hogy a magyarországi szakmai műhelyben folyó aeroszol kutatásról hitelesen tájékoztassa a téma iránt érdeklődőket valamint a döntéshozókat, ezzel is hozzájárulva a titokzatos PM körüli téveszmék eltörléséhez, a szakmailag megalapozott tények, ismeretek bemutatásával. Ez indokolta, hogy szervezzünk egy előadói délutánt, amelynek címe a „**A Titokzatos PM nyomában, avagy amit a PM-ről tudni lehet**”. Az előadókat úgy válogattuk össze, hogy az érdeklődők átfogó képet kaphassanak a témáról.



2. ábra: Különböző összetételű aeroszolk mennyisége (optikai vastagsága) és földrajzi eloszlása: korom és szerves széntartalmú aeroszolk (zöldes), por (pirosas barna), szulfát részecskék (fehéres) és tengeri só (kék).

és a jég felületére kiülekszenek, és ez által melegítik és megolvassztják a havat és a jeget.

Az aeroszol részecskék kémiai összetétele nagyon változatos. Sok esetben az egészségre, ökoszisztémára vagy akár a klímaváltozásra gyakorolt hatásukat ez a tulajdonságuk lényegesen befolyásolja. A 2. ábra az aeroszol optikai mélységének földrajzi eloszlását ábrázolja egy adott időpillanatban. Az aeroszol optikai mélység egy légszlop össz-aeroszoltartalmára jellemző fizikai mennyiség, a közeg sugárzásgyengítését adja meg, amely a gázok és az aeroszolk abszorpciójának (sugárzáselnyelésének) és szórásának az összege. A 2. ábrán az aeroszolk négy, a műholdakkal is jól detektálható típusa figyelhető meg: a pirosba hajló szín elsősorban szaharai eredetű por; a zöld szín jelöli a főleg a biomassza égetéséből származó korom és szerves széntartalmú aeroszolkot; fehér szín jelöli az elsősorban antropogén forrásokból származó szulfát részecskéket; végül a kék mutatja a tengeri só eloszlását.

Az aeroszolk kutatása az utóbbi években került a figyelem középpontjába. Komplex hatásuk miatt a média is

Elképzelésünket a több, mint 50 érdeklődő jelenléte igazolta. A részletes program az alábbiak szerint alakult:

Varga Judit (Földművelésügyi Minisztérium): A PM₁₀ nemzetközi szabályozása

Kis-Kovács Gábor (Országos Meteorológiai Szolgálat): PM emisszió

Imre Kornélia (MTA-PE Levegőkémiai Kutatócsoport): A légköri víztartalom hatása a PM₁₀ koncentráció meghatározásában

Gyarmatiné Mészáros Erzsébet (Országos Meteorológiai Szolgálat): Amit a PM₁₀ mérések mutatnak

Ferenczi Zita (Országos Meteorológiai Szolgálat): Határon túli források hatása a hazai PM szennyezettségre

Páldy Anna, Bobvos János, Beregszászi Tímea, Szalkai Márta (Országos Környezetegészségügyi Intézet): A kültéri légszennyezés egészségkárosító hatásai

A Légekör ezen a számában az előadások alapján készült cikkeket olvashatja a Tisztelt Olvasó.

A LÉGSZENNYEZÉS EGÉSZSÉGGÁROSÍTÓ HATÁSÁNAK BECSLÉSE

ESTIMATION OF HARMFUL EFFECTS OF AIR POLLUTION

Páldy Anna, Bobvos János

Országos Közegészségügyi Központ, Budapest, Albert F. út 2, 1097 paldy.anna@oki.antsz.hu; bobvos.janos@oki.antsz.hu

Összefoglalás. A légszennyezés többféle halálozásért felelős. Ezek közül kiemelkedik a szív- és agyi-érrendszeri betegségek miatti halálozás. Globálisan mintegy 3,7 millió haláleset tulajdonítható a kültéri és 4,3 millió a beltéri légszennyezésnek (a halálozás egy részéért mindkét ok felelős). A szálló por hatásait bizonyító, klinikai, kísérletes toxikológiai és epidemiológiai vizsgálatok eredményeit először 2003-ban a WHO összegezte és értékelte. A légszennyezés környezetegészségügyi hatásbecslésének célja a múltbeli, jelen és jövőbeni légszennyezésnek való kitettség kockázatbecslése. Az alkalmazott módszereknek alkalmasnak kell lenniük arra is, hogy a megtett intézkedések hatását nyomon tudják követni. A tanulmány az alkalmazott módszereket és a kapott eredményeket foglalja össze. A bemutatott módszerek és eredmények alátámasztják a környezetegészségügyi hatásbecslések elvégzésének szükségességét a megfelelő szakmapolitikai döntések megalapozása érdekében. A hatásbecslés igen fontos eszköz az Európai Unió új levegőminőség politikájával kapcsolatos célkitűzések elérésében.

Abstract. The air pollution is responsible for mortality especially caused by diseases of the cardiovascular and cerebral vascular systems. The outdoor air pollution is responsible for 3.7 million excess death cases, while the indoor air pollution contributes to 4.3 million premature death (in a certain percentage both type of air pollution are responsible) according to a recent WHO report. WHO summed up and evaluated the results of clinical, experimental toxicological and epidemiological studies proving the effects of particulate matters in 2003. The aim of the environmental health impact assessment of air pollution is to estimate the past, present and future risk of the exposure to the air pollution. The applied methods have to be suitable to track the influences of measures taken. The study summarizes the applied methods and the received results. The presented methods and results reinforce the necessity of the accomplishment of the environmental health impact estimates for the substantiation of the suitable professional policy decisions. The impact estimation is an important tool in the achievements of the new air quality policy of European Union.

Bevezetés. A levegőszennyezés részét képezi a környezeti expozíciók terhére róható teljes betegségterhelnek. A WHO becslése alapján a légszennyezés 2012-ben 7 millió idő előtti halálozáshoz járult hozzá, melyből 600 000 a WHO Európai Régiójának területét érinti. Ez a szám a világon bekövetkező évi halálozás egynegyedét, ami több mint kétszerese a korábbi számításoknak (WHO, 2014a). A légszennyezés többféle halálok miatti halálozásért felelős, de ezek közül kiemelkedik a szív-érrendszeri és agyi-érrendszeri betegségek miatti halálozás: globálisan mintegy 3,7 millió haláleset tulajdonítható a kültéri és 4,3 millió a beltéri légszennyezésnek (a halálozás egy részéért mindkét ok felelős) (WHO, 2014b).

Az Európai Unió is elismeri, hogy az idő előtti halálozáshoz vezető első számú környezeti tényező a rossz minőségű levegő. Ezt jól példázza, hogy a szennyezett levegő következtében elhunytak száma meghaladja a közúti balesetben elhunytak számát. Az Európai Unióban az átlagos várható élettartam 8,6 hónappal megrövidült az antropogén eredetű PM_{2,5} szennyezés következtében (APHEKOM, 2011 – Improving Knowledge and Communication for Decision Making on Air Pollution and Health in Europe).

A szennyezett levegő az életminőségre is hatással van, hiszen asztmát és egyéb légúti megbetegedéseket okoz. A levegőszennyezés munkából való kiesést is eredményez, mindemellett pedig magas egészségügyi költségeket von maga után. Mindez különösen érinti a veszélyez-

tetett csoportokat: a gyermekeket, az asztmás betegeket és az időseket. A légszennyező anyagok közül a szállóport tekintik a legjelentősebb szennyező anyagnak.

A szállópor (Particulate Matter: PM) városi lakosság egészségére gyakorolt hatásának tudományos bizonyítékai egybehangzóak a világ különböző területén élők – mind a fejlett, mind a fejlődő országok – esetében. A hatás széles spektrumú, elsősorban a légző- és a keringési rendszert érinti és korcsoportonként, illetve az egészségi állapot függvényében különböző mértékű lehet. Az egyes hatások bekövetkezésének kockázata az expozíció függvényében növekszik és nincs elég bizonyíték arra, hogy létezik hatástalan küszöbkoncentráció, az egészségre gyakorolt észlelhető hatást már kiváltó koncentráció tartomány nem tér el jelentősen az átlagosan levegőben mért koncentrációtól. Epidemiológiai vizsgálatok bizonyítják, hogy a szállópor mind rövid, mind hosszú távon kifejti káros hatásait.

A szállópor hatásait bizonyító, klinikai, kísérletes toxikológiai és epidemiológiai vizsgálatok eredményeit a WHO összegezte és értékelte először 2003-ban (WHO, 2003). A PM elsődlegesen helyi gyulladást okoz, ezt követi a már fennálló légúti megbetegedések fellángolása, túlzott válaszadási készség, oxidatív stressz, számos biokémiai folyamat aktiválása, a tüdő védekező mechanizmusainak csökkenése. Bizonyították, hogy a PM szennyezés hozzájárul a krónikus alsó légúti betegségben szenvedők ese-

tében a betegség fellángolásához és a halálozás növekedéséhez. Az asztmás betegek tünetei is súlyosbodnak, illetve a szennyezett időszakokban nő a gyógyszerigényük. A finom porrészecskék, elsősorban az 1 µm-nél kisebb szemcseméretű anyagok a légútyagocskákon keresztül felszívódva egyrészt a tüdő szövetközi állományában gyulladást idéznek elő, másrészt a vérkeringésbe jutva elindítják a C-reaktív fehérje képződést, ami beindítja a véralvadási folyamatot, következésképpen vérrög (thrombus) képződéshez vezet¹. A nemzetközi irodalomban számos szerző számolt be a szív-érrendszeri betegségben szenvedők nagyobb számú kórházi betegfelvételéről és a halálozás növekedéséről is.

A légszennyezés egészségi hatásainak vizsgálata - törvényi áttekintés. A levegőszennyezettség időnkénti igen magas koncentrációjának egészségkárosító hatásairól már régóta lehet olvasni a tudományos folyóiratokban (Brimblecombe, 1987). Már a XX. század első felében felfigyeltek néhány eseményre, amikor a téli szmog epizódok magas halálozáshoz vezettek. Elsőként 1930-ban Belgiumban a Meuse völgyében írták le, hogy a kialakult időjárási helyzet következtében igen sokan elhunytak, majd 1948-ban Donorában (Pennsylvania) és 1952-ben Londonban történt hasonló esemény, Londonban a decemberi szmogos időszakban 4000 többlethalálestet jegyeztek fel (Schwartz, 1990, 1991, 1992). Az említett szmog esetek idején még nem

volt rendszeres levegőminőség monitorozás. A korai elemzések az emelkedett kén-dioxid koncentrációt és a következményes savas aeroszolt tették felelőssé. A fent említett vizsgálatok hívták fel a figyelmet arra, hogy a levegőszennyezettség és a napi halálozás összefüggésben lehet. A későbbiekben az Egyesült Államokban végzett kutatások eredményei rámutattak arra, hogy a levegőszennyezettség viszonylag kis mérvű változása is idézhet elő többlethalálozást (Dockery et al., 1992; Pope et al., 1992; Schwartz et al., 1992a, 1992b, 1993).

1991-1994 között egy sokközpontú vizsgálat folyt le az Európai Közösség által finanszírozott „Környezet 1991-94” program keretében 11 kutatócsoport részvételével, APHEA vizsgálat (Spix et al., 1993; Katsouyanni et al., 1995, 1996; Touloumi et al., 1996) amelynek során 15

európai országban tanulmányozták az összefüggéseket a különböző légszennyezők és a napi halálozás, valamint a sürgősségi kórházi betegfelvétel között. Az APHEA vizsgálat főbb megállapításai szerint a külső téri levegő szálló por koncentrációja összefüggést mutatott a napi összhálalozással, a szív-keringési eredetű, valamint légúti betegségek miatti halálozással. A kén-dioxid koncentráció növekedése jelentősen befolyásolta mind az összes halálok miatti, mind a szív- és érrendszeri, valamint a légúti halálozást a nyugat-európai országokban. A nitrogén-dioxid koncentráció változása az összhálalozást befolyásolta. Érdekes megfigyelésük arra utalt, hogy a '90-es években jelentős különbség mutatkozott a nyugat-európai és a közép-kelet-európai városok között, ez utóbbiakban elsősorban a kén-dioxid hatását lehetett kimutatni az akkor még jelentős ipari és fűtési eredetű kibocsátások következtében (Katsouyanni et al., 1997).

A vizsgálatot megismételték 1998-2001 között az APHEA2 program keretében, amelyhez 26 ország csatlakozott 29 nagy-

városának adataival. A vizsgálat sorozat a légszennyezők rövid távú egészségkárosító hatásait elemezte, melynek során napi légszennyezettségi és napi halálozási, illetve sürgősségi betegfelvételi adatokat vetettek össze idősor analízis segítségével. Az így kapott eredményeket használták fel később a 2000-es évek során a légszennyezés környezetegészségügyi ha-

tásbecslésére. Az 1. táblázatban mutatjuk be az európai városokban, illetve az Egyesült Államokban hasonló módszerrel végzett elemzések szálló porra vonatkozó eredményét: A WHO az Air Quality Guidelines (Levegőminőségi A-jánlások) c. kiadványát 1987-ben jelentette meg először, majd 2000-ben és 2005-ben frissítette (WHO, 2005), a legutolsó frissítést elsősorban az APHEA2 vizsgálat eredményei tették szükségessé. 2012-ben megjelent újabb kiadványukban felülvizsgálták a levegőszennyezés egészségi vonatkozásait alátámasztó bizonyítékokat (REVIHAAP WHO, 2012) a 2005 után megjelent közlemények alapján. Egyre több bizonyíték támasztja alá a PM_{2,5} és PM₁₀ rövid távú egészségkárosító hatásait (Brook et al., 2010; Rückerl et al., 2011). Több új, sok várost magában foglaló vizsgálat erősítette meg a korábbi összefüggést: 0,4–1%-os halálozás-növekedés 10 µg/m³ PM₁₀, PM_{2,5} koncentráció növekedés esetén (Katsouyanni et al., 2009; Zanobetti et al., 2009; Ostro et al., 2006).

1. táblázat: A szálló por szennyezés becsült hatása a napi összhálalozásra és a kórházi betegfelvételekre az APHEA2 és az NMMAPS vizsgálatok eredménye alapján

	Vizsgálat megnevezése	
	APHEA2*	NMMAPS**
Az összhálalozás növekedése 10 µg/m ³ , PM ₁₀ -enként (95% megbízhatósági tartomány)	0,6% (0,4% – 0,8%)	0,5% (0,1% – 0,9%)
A KALB ⁺ (APHEA2: KALB és asztma) miatti kórházi betegfelvételek növekedése 65 év felettiek körében 10 µg/m ³ , PM ₁₀ -enként (95% megbízhatósági tartomány)	1,0% (0,4% – 1,5%)	1,5% (1,0% – 1,9%)

* KALB: Krónikus Aspecifikus Légzőszervi Betegségek

*Air Pollution and Health: a European Approach (Katsouyanni et al., 2001)

**National Mortality, Morbidity and Air Pollution Study (Schwartz et al., 1996)

¹ <http://www.advisorybodies.doh.gov.uk/comeap/statements/reports/CardioDisease.pdf>

A kórházi betegfelvételekkel való összefüggés új bizonyítékát *Brook et al.*, (2010) írták le. Szignifikáns összefüggést találtak egyes krónikus szív- és agyérbetegségek (ischaemiás szívbetegség, dekompensáció, cerebrovasculáris betegségek) miatti sürgősségi betegfelvételek és a $PM_{2,5}$ szennyezettség között (*Dominici et al.*, 2006;

kohorsz vizsgálat megerősítette, hogy a $PM_{2,5}$ szennyezés 6%-kal növeli a természetes halálokok miatti halálozást $10 \mu g/m^3$ -enként (*Beelen et al.*, 2008), ami megegyezik a korábbi USA-beli eredményekkel (*Pope et al.*, 2002). Egy nagy norvég ökológiai vizsgálat bebizonyította, hogy a $PM_{2,5}$ expozíció növeli a szív- érrendszeri beteg-

Szakpolitikai kérdés a környezeti expozíció (légszennyezés) és az egészségi hatás pontos megfogalmazása

Egészség hatás becslés tervezése

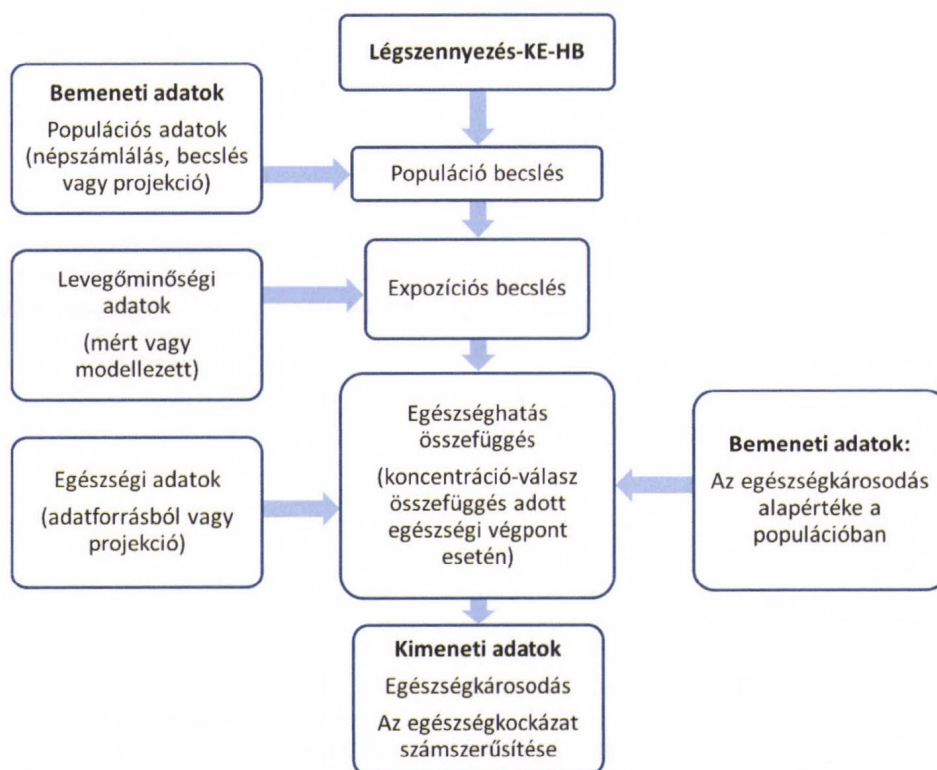
Kérdések megfogalmazása kapcsolódó akciók

Kik képezik a rizikó csoportot? A populáció és a geográfiai kiterjesztés pontosítása

Hogyan lehet a legpontosabban meghatározni az expozíciót? – A térbeli felbontás pontosítása és a megfelelő légszennyező anyag kiválasztása

Mik az egészségi végpontok? – A megfelelő rövid és hosszú távú hatások definiálása

A megfelelő légszennyezés – egészség hatás becslő eszköz, módszer kiválasztása



1. ábra: A légszennyezés egészség hatás becslés folyamata (*Quigley et al.*, 2006; *US EPAA*, 2012; *WHO Regional Office for Europe*, 2014a)

Brook et al., 2010; *EPA*, 2009; *Rückerl et al.*, 2011).

A $PM_{2,5}$ hosszú távú egészségkárosító hatásaival kapcsolatban is számos új, illetve a korábbi eredményeket megerősítő közlemény jelent meg. Például egy holland

ség miatti halálozást is (*Naess et al.*, 2007).

A szívelégtelenség, a szívizom elektromos vezetőképessége szintén függ a külső levegő $PM_{2,5}$ koncentrációjától (*Brook et al.*, 2010). A $PM_{2,5}$ hosszú távú expozíciója ha-

tására kimutathatók az érlelmeszesedés korai biomarkerei is, az érfal vastagodása, a szív koszorúereinek meszesedése (Künzli *et al.*, 2005; Künzli *et al.*, 2010). Ezek a tünetek a PM_{2,5} hosszú távú expozíciója esetén a forgalmas utaktól való távolság viszonylatában voltak kimutathatók (Bauer *et al.*, 2010; Hoffmann *et al.*, 2006, 2007; Perez *et al.*, 2013).

Arra is van bizonyíték, hogy a légszennyezés összefügg a gyermekek idegrendszeri fejlődésével, sőt a gyermekkori diabetes kialakulásával is, felnőtt korban idegrendszeri zavarokat idézhet elő (Rückerl *et al.*, 2011). A cukorbetegséggel való összefüggést az első közlés óta (Brook *et al.*, 2008) egyre erősebb bizonyítékok támasztják alá, például német és dán epidemiológiai vizsgálatok (Krämer *et al.*, 2010; Andersen *et al.*, 2012; Raaschou-Nielsen *et al.*, 2013). A levegő szennyezettsége károsítja az egyes idegrendszeri funkciókat, például a kognitív funkciót mind a felnőttek, mind a gyermekek körében (Ranft *et al.*, 2009; Freire *et al.*, 2010).

A 2005-ben elindított születési kohorsz vizsgálatok szignifikáns kapcsolatot tártak fel kisgyermekek körében a PM_{2,5} és a légúti fertőzések, valamint az asztma között (Bauer *et al.*, 2007; Gehring *et al.*, 2010; MacIntyre *et al.*, 2011; Morgenstern *et al.*, 2007). A szálló por szennyezés kedvezőtlenül befolyásolja a várandósságok kimenetelét is, magas PM_{2,5} koncentráció esetén nagyobb az esély a koraszülésre, alacsony születési súlyra (Shah and Balkhair, 2011).

Végezetül meg kell említeni, hogy a WHO Nemzetközi Rákügnöksége 2013-ban bizonyítottan humán rákkeltőnek minősítette a levegőszennyezést. A szálló por szennyezést külön is minősítették és szintén az IA csoportba tartozó rákkeltő ágens besorolást kapott. Az IARC értékelése bebizonyította, hogy a növekvő légszennyezéssel növekszik a tüdő rosszindulatú daganatos megbetegedések gyakorisága. Bár a légszennyezés összetevői és a koncentrációk között igen jelentős különbségek mutatkoznak világszerte, az IARC munkacsoport következtetése az, hogy a daganatkeltő hatás mindenütt érvényesül. 2010-es adatok szerint világszerte 223 000 tüdőrák miatti halálozás írható a légszennyezés terhére.

A légszennyezettség környezetegészségügyi hatásbecslésének módszertana. A fent említett különböző epidemiológiai módszerekkel végzett vizsgálatok felvetették annak az igényét, hogy egységes módszertant dolgozzanak ki a hatások becslésére. A légszennyezés környezetegészségügyi hatásbecslésének célja a múltbeli, jelen és jövőbeni légszennyezésnek való kitettség kockázatának becslése, de a módszernek alkalmasnak kell lennie arra is, hogy a megtett intézkedések hatását is nyomon lehessen követni (Department of Health, 2006; HIP, 2014). A becslés lehet mennyiségi vagy minőségi, általában kiterjed a koncentráció becslésére, a célpopuláció expozíciójának becslésére, valamint arra, hogy az adott koncentráció mennyire veszélyes az adott populációra (WHO, 2010). A hatásbecslés során nyert eredmények jól használhatók a szakpolitikai intézkedések meghozatalában. Az előnyök mellett meg kell említeni a korlátokat is, amelyek közül a legjelentősebb a megfelelő adatok hiá-

nya: például adott helyen a légszennyezettségi adatok, vagy a populációs adatok nem állnak rendelkezésre, így sok esetben a kockázat értékelése becsléseken vagy megítéléseken alapszik. Ennek következtében a környezetegészségügyi hatásbecslések sok bizonytalanságot hordoznak magukban, amikre fel kell hívni a figyelmet. Természetesen a hatásbecslések csak azokra az egészségi kimenetekre terjednek ki, amelyekben számszerűsíthetők a hatások. Törekedni kell a minél teljesebb hatásbecslésre, de az előbbieket alapján kijelenthető, hogy a becslések alábecsülik a hatásokat.

Az egészséghatás számszerűsítése. A légszennyezettség egészséghatás becslés eredményét leggyakrabban a légszennyezettségnek tulajdonítható többlethalálozási eset-számmal adjuk meg, vagy az elveszített életévek számával. Újabban egyre többször alkalmazzák a rokkantsággal korrigált elveszített életévek mutatót (DALY) vagy a várható élettartam változást (WHO Regional Office for Europe, 2013). Ezek a mutatók különböző egészséghatás típusokat írnak le és a lakosság egészségi állapotának különböző aspektusait jellemzik (Murray and Lopez, 2013). Fontos megjegyezni, hogy ezek a mutatók a teljes lakosságra vonatkozó értékeket adnak meg, nem lehet egyénre vagy kisebb populációra vonatkoztatni.

Járulékos halálozás vagy megbetegedés. Ez a mutató azt fejezi ki, hogy mekkora a többlethalálozás az adott populációban a légszennyezésnek való kitettség miatt. Kifejezhetjük a szennyezőanyag teljes hiányához, vagy valamilyen választott koncentráció szinthez viszonyítva.

Elveszített életévek (YLL): ez a mutató jelzi, hogy a légszennyezés következtében hány életévet veszítünk el az úgynevezett idő előtti (korai) halálozás következtében. Leegyszerűsítve a következőképpen számítják ki: a légszennyezés változásának tulajdonítható számított halálozások számát megszorozzák a standard várható élettartammal arra az évre vonatkozóan, amikor a halálozás bekövetkezik – egyes számítások súlyozzák az eredményeket bizonyos szociális tényezőkkel.

Rokkantság miatt elveszített életéveket (YDL) úgy határozzák meg, hogy egy adott időszak alatt bekövetkező adott egészségkárosodás esetszámait megszorozzák a megbetegedés átlagos időtartamával (mialatt a beteg vagy meggyógyul, vagy meghal) és súlyozzák a betegség „súlyosság” faktorával (egy 0-1 közötti skálával, 0=teljes gyógyulás, 1=halál). A 2010-ben kiadott globális betegségteher számítás tanulmány frissített várható élettartam standard értékeket használ a YLL és a YDL meghatározásánál (WHO, 2014).

Rokkantsággal korrigált életévek (DALY). Egy DALY tulajdonképpen egy elvesztett egészséges életév. A DALY értékek összege a populációban jelzi a betegségterhet; olyan mérőszámnak tekinthető, ami mutatja a különbséget a populáció aktuális egészségi állapota és az „ideális” helyzet között, amelyben a teljes populáció egészségesen él az emberi élet végső határáig. A WHO kiadványban közölt, adott betegségre vonatkozó teljes DALY érték magában foglalja az elveszített életéveket (YLL) és a rokkantsággal korrigált életéveket (YDL) is (WHO, 2014; Murray and Lopez, 2013).

Ezek a mutatók felhasználhatók még a járulékos költségek kiszámítására is, valamint a meghozott szakpolitikai intézkedések egészségnyereségének kiszámítására is. Léteznek olyan szoftverek, amelyek ezeket a számításokat is segítik (2. táblázat). Fontos megemlíteni, hogy az Eu-

szolgáltatni a légszennyezés egészségkárosító hatásairól. Hazánk is csatlakozott a 26 európai résztvevőhöz Budapest adataival. Az APHEIS programban a résztvevők az 1999-es évre vonatkozóan meghatározták a városokra jellemző szálló por (PM_{10} és korom) szennyezettségnek

2. táblázat: A légszennyezettség környezetegészségügyi hatásbecslést segítő szoftverek bemutatása

Szoftver eszköz	Fejlesztő intézmény	Földrajzi kiterjesztés	Vizsgált egészségi kimenet ¹
AirCounts	Abt Association	Globális (42 város, további 3000 fejlesztés alatt)	halálozás
AirQ2.2	WHO	Bármely ismert méretű populáció, amelynek ismert az alap halálozása vagy morbiditása	halálozás, megbetegedés
Aphekom	Francia Közegészségügyi Intézet (InVS)	Globális, bár a jelenlegi verzió Európára vonatkozik	halálozás, megbetegedés
Economic Valuation of Air Pollution	Aarhus University	Északi félteke, kontinentális (pl. Európa, Országos és városi szintű)	halálozás, megbetegedés
EcoSense	University of Stuttgart	Európa	halálozás, megbetegedés
Environmental Benefits Mapping and Analysis Program – Community Edition (BenMap-CE)	US Environmental Protection Agency	Kontinentális (USA és Kína, de más helyre is alkalmazható a felhasználó igénye szerint)	halálozás, megbetegedés
Environmental Burden of Disease (EBD) assessment tool for ambient air pollution	WHO	Globális	halálozás, megbetegedés
GMAPS2	World Bank	Globális	halálozás, megbetegedés
IOMLFET	Institute of Occupational Medicine	Bárhon használható, ahol rendelkezésre állnak háttér halálozási adatok és mért vagy számolt légszennyezési adatok	halálozás, megbetegedés
Rapid Co-benefit Calculator	US Environmental Protection Agency Stockholm Environment Institute	Fejlesztés alatt, minden országra, globális kiterjesztés	halálozás
SIM-Air	Urban Emissions	Ázsia, Afrika, Latin-Amerika	halálozás
TM5-FASST	EC-Joint Research Centre	Globális, 56 forrás régió	halálozás, megbetegedés

¹A megbetegedés lehet pl. szív-érrendszeri, légzőszervi, betegség, kórházi betegfelvétel, sürgősségi betegfelvétel, táppénzes napok száma

rópai Unió 2014-ben hivatalos ajánlást dolgozott ki a légszennyezés által okozott megbetegedések költségeinek kiszámítására a WHO javaslatának figyelembe vételével (ENV/EPOC/WPIEEP, 2014a; ENV/EPOC/WPIEEP, 2014b).

Legfontosabb, hazánkra is vonatkozó hatásbecslések. APHEIS projekt eredményei. 1999-ben alakult a Levegőszennyezettség és Egészség Európai Információs Rendszer (APHEIS) azzal a céllal, hogy kiépítsen egy egészségügyi felmérő rendszert, amely információkat tud

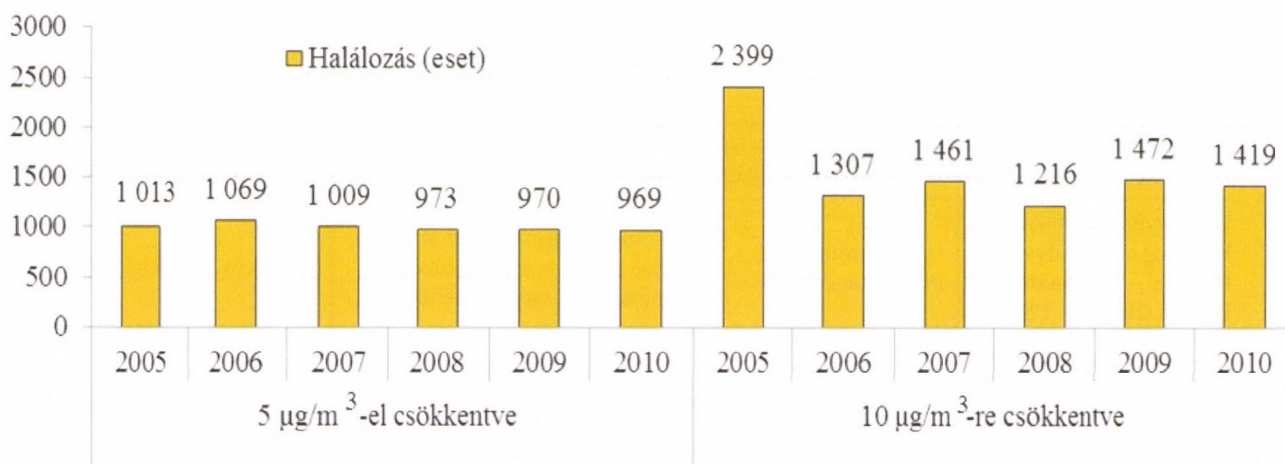
tulajdonítható rövid távú többlethalálozást a WHO által kifejlesztett AirQ1.2 szoftver alkalmazásával, jelenleg a 2.2 verzió tölthető le (WHO, 2004).

A módszer lényege, hogy az on-line mérőállomások adataiból nyert 24 órás átlagkoncentrációk eloszlási gyakorisága és a nemzetközi vizsgálatok (APHEA2) alapján megállapított kockázati értékek felhasználásával meghatározzák a városokra jellemző légszennyezettségnek tulajdonítható rövid távú többlethalálozást, különböző szcenáriók szerint.

Az egészségügyi hatásbecslés eredménye igazolta a szálló por koncentráció csökkentésének előnyös hatását Budapesten is. Bár a PM_{10} évi átlagkoncentrációja 1999-ben $29,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 289 napon haladta meg a WHO által javasolt $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ -t, amely 170, rövid távon jelentkező többlet halálesettel hozható összefüggésbe, ami megelőzhető lenne. A PM koncentráció WHO által javasolt szintre való csökkentésével (Air Quality Guidelines) mérhetően (6–15%) csökkenne a mortalitás és morbiditás (Páldy *et al.*, 2000).

Az APHEIS program következő fázisában (2003) a célkitűzés az volt, hogy a 2000. évi adatok felhasználásával megismételje az 1999-es adatokkal elvégzett hatásbecs-

hatással kapcsolatos döntéshozatalhoz szükséges ismeretek és kommunikáció fejlesztése Európában 2008–2011) projekt célkitűzése szerint Európa 26 nagyvárosában becsülték a légszennyezés egészségi hatását a 2004–2006-os évek adatai alapján. Ennek a projektnek a keretében egységes módszert dolgoztak ki az egészséghatás becslésére, amelyet szabadon elérhetővé tettek. A WHO is támogatja a módszer elterjesztését, 2016 januárjában, nagyrészt erre a módszertanra építve adott ki egy útmutatót (WHO, 2016). Az APHEKOM (2012) projektben résztvevő 26 európai város 33 millió lakosának adatai alapján megállapították, hogy a $PM_{2,5}$ a WHO Air Quality Guidelines által javasolt $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ éves átlagér-



2. ábra: A 14 hazai városban a $PM_{2,5}$ csökkentésével elkerülhető halálozás a különböző hosszú távú scenáriók esetén

lést. A programban részt vevő 23 város 36 millió lakosára vonatkozóan vizsgálták új elemként a PM_{10} rövid és hosszú távú hatásait. Az eredmények szerint, minden más tényezőt változatlanak tekintve, ha a PM_{10} kültéri expozícióját sikerülne $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ -re csökkenteni minden városban 2 napra, akkor 2580 idő előtti halálozást, 1741 szív-érrendszeri és 429 légzőszervi megbetegedés okozta halálesetet lehetne megelőzni évente. Továbbá megállapították, hogy 11 375 ember életét lehetne megmenteni évente (8053 kardiovaszkuláris és 1296 légzőszervi megbetegedés okozta halálozás) akkor, ha a számított $PM_{2,5}$ évi koncentrációt hosszú távon $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ -re csökkentenék minden városban. Ha $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ lenne ez a határérték, akkor 16 926 korai halálesetet lehetne elkerülni (11 612 kardiovaszkuláris és 1901 légzőszervi megbetegedés okozta haláleset). Ha minden más tényezőt változatlanak tekintünk, és a PM_{10} -ből számított $PM_{2,5}$ szennyezés évi koncentrációja nem haladná meg a $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ -t, akkor a 30 évesnél idősebb lakosság várható élettartama átlagosan 2–13 hónappal lenne meghosszabbítható az összhála-
lozás csökkentésének köszönhetően (Páldy *et al.*, 2005).

Az EC Új Népegészségügyi Program keretében megvalósult APHEKOM (A levegő-szennyezéssel és egészségi

ték feletti légszennyezés esetén évente 19 000 ember (ebből 15 000 fő szív-érrendszeri betegség miatti) halálához járul hozzá (APHEKOM, 2011).

Az APHEKOM vizsgálatban a városi háttérállomások légszennyezettségi adatait használták fel, mert ezek a mérési adatok jellemzik egy város teljes lakosságának expozícióját. Meg kell jegyezni, hogy a légszennyezés hatása viszonylag nehezen mutatható ki egyéni szinten, azonban a teljes népesség ki van téve a légszennyezés hatásának, ezért populációs szinten jelentős közegészségügyi teherrel kell számolni. A számítások azt bizonyítják, hogy a légszennyezés csökkentése nagyszámú lakosságcsoportra nézve kedvező hatású.

Az Országos Környezetegészségügyi Intézet munkatársai szükségesnek tartották, hogy a 2006 utáni időszakban is megvizsgálják a szálló por lehetséges rövid- és hosszú távú egészségkárosító hatását. Ezért az APHEKOM módszertant alkalmazva elvégezték a számításokat a 2005–2010 közötti időszakra Magyarország 14 online monitor állomással rendelkező városára vonatkozóan: Budapest, Debrecen, Eger, Győr, Miskolc, Nyíregyháza, Pécs, Salgótarján, Szeged, Székesfehérvár, Szolnok, Tatabánya, Várpalota, Veszprém (Bobvos *et al.*, 2014).

A légszennyezés hosszú távú hatását a $PM_{2,5}$ (PM_{10} értékekből 0,58-as faktor alkalmazásával származtatott) esetén értékelték, az elkerülhető halálozást a következő hosszú távú scenáriók szerint vizsgálták: az éves $PM_{2,5}$ értékek csökkentése $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ -el, illetve az éves $PM_{2,5}$ értékek csökkentése $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ -re.

A 14 város összességében (2. ábra) vizsgálva a hosszú távú hatásokat megállapítható, hogy a $PM_{2,5}$ éves átlagértékek $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ -el csökkentése évente átlagosan kb. 1000 halálesetet előzhetne meg. Amennyiben az évi átlagértékeket $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ -re tudnánk csökkenteni, az összes megelőzhető halálesetek száma átlagosan 1550 esetre emelkedne évente. A 14 város összlakossága hozzávetőlegesen 3 000 000, így, ha a teljes hazai populációra vonatkoztatva hasonló $PM_{2,5}$ expozíciót feltételeznénk, akkor 2005-ben az APHEKOM módszertan szerint 7997 fő, míg 2010-ben 4730 fő többlethalálához járult hozzá a $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ feletti $PM_{2,5}$ szennyezés.

Amennyiben az évi átlagértékeket $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ -re tudnánk csökkenteni, az összes megelőzhető halálesetek száma átlagosan 1550 esetre emelkedne évente, életév nyeregben kifejezve átlagosan 2,4 hónap (Pécs) és 12,8 hónap (Várpalota) között alakulna ez a továbbélési mutató a városokban.

2014-ben nagy szakmai érdeklődést váltott ki a „*The costs of air pollution* (2014) from road transport” c. OECD kiadvány (High level session Meeting of the Environmental Policy, 2014. április 23–24.). Ez a kiadvány megállapítja, hogy világszerte főként a közlekedési eredetű $PM_{2,5}$ kibocsátás növekszik, ezzel együtt nő az expozíció terhére írható többlethalálzás. A kiadványban közöltek szerint Magyarország esetében a 2005-re vonatkozóan a számított évi többlethalálzás 11 712 fő, míg 2010-ben valamivel kedvezőbben alakult (9376 fő). Ez a számított többlethalálzás 1 000 000 főre vonatkoztatva közelítőleg megegyezik a Kínára vonatkoztatott számításokkal. Mivel a tanulmányban közölt eredmények eltérnek az APHEKOM módszertannal számolt, szintén nemzetközi kiadványokban megjelent eredménytől, ezért érdemes bemutatni, mint jellemző példát, hogy milyen módszert alkalmaztak a hatásbecsléshez és az eredmények hogyan értelmezhetők.

A számításokat az Institute for Health Metrics and Evaluation 2013-ban végezte el, a részletes eredmények az interneten megtalálhatók². Az eredmények modellezésen alapulnak, a módszertant részletesen ismertetik Lim és munkatársai a közleményben. A többlethalálzási számítások alapja az országok évi halálzási statisztikája. Hazánkban ez rendkívül magas, így eleve kedvezőtlen a kiindulási alap. A kültéri szálló por expozíciót műhold felvételek alapján becsülték és ahol rendelkezésre álltak $PM_{2,5}$ mérési adatok, ott validálták az eredményeket. Magyarországon ez nem állt rendelkezésre. A $PM_{2,5}$ viszonyítási koncentrációjaként $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ évi átlagkoncentrációt vettek figyelembe. A kockázati értéket integrált dózis-hatásgörbék előállításával bonyolult statisztikai

elemzésekkel határozták meg és az összes halálzás, illetve okspecifikus halálzások esetén a halálzás arányában adták meg, figyelembe véve a $PM_{2,5}$ helyi lehetséges kibocsátási forrásait. Meg kell említeni, hogy a fentebb bemutatott európai számítások esetén (APHEKOM) a $PM_{2,5}$ hosszú távú hatásait vizsgáló scenáriókban $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ feletti koncentrációkra vonatkozik a számítás. Az eredmények értékelésénél további megfontolásra ad okot az, hogy a légszennyezetségi adatok Magyarországra nézve nincsenek mérésekkel validálva. Mivel a $PM_{2,5}$ „hatástalan” évi átlagkoncentrációját igen alacsony értéknél határozták meg és a magyar „alaphalálzás” igen magas, ezért a számított többlethalálzás értéke is nagyon magas.

A tanulmányban közölt hatásbecsléssel kapcsolatban tehát rámutattunk arra, hogy milyen eltérések adódhatnak a hatásbecslésben attól függően, hogy mért vagy számított expozíciós adatokat használunk. További eltéréseket okozhat a hatásbecslés viszonyítási alapja. Ezek a módszertani különbségek magyarázzák, hogy bár a becsült többlethalálzás nagyságrendileg hasonló tartományban mozog, mint a hazai hatásbecslés eredményei, az OECD tanulmány azonban kb. kétszer magasabb halálzást becsült.

A bemutatott módszerek és eredmények alátámasztják a környezetegészségügyi hatásbecslések elvégzésének szükségességét a megfelelő szakmapolitikai döntések megalapozása érdekében. A hatásbecslés igen fontos eszköz az Európai Unió új levegőminőség politikájával kapcsolatos célkitűzéseinek elérésében.

Irodalom

- Andersen, Z.J., Raaschou-Nielsen, O., Ketzel, 2012: Diabetes incidence and long-term exposure to air pollution: a cohort study. *Diabetes Care*. 35, 92–98. doi: 10.2337/dc11-1155. (Epub 2011.11.10.)
- APHEKOM, 2011: Summary report of the Aphekom project 2008–2011 http://www.aphekom.org/c/document_library/get_file?uuid=5532fafa-921f-4ab1-9ed9-c0148f7da36a&groupId=10347
- APHEKOM, 2012: Health impact assessment of air pollution <http://www.aphekom.org/web/aphekom.org/publications>
- Bauer, M., Moebus, S. and Möhlenkamp, S., 2010: Urban particulate matter air pollution is associated with subclinical atherosclerosis: results from the HNR (Heinz Nixdorf Recall) study. *J. Am. Coll. Cardiol.* 56, 1803–08
- Beelen, R., Hoek, G. and van den Brandt, P. A., 2008: Long-term effects of traffic-related air pollution on mortality in a Dutch cohort (NLCS-AIR study). *Environ. Health Perspect.* 116, 196–202. doi: 10.1289/ehp.10767.
- Bobvos, J., Szalkai, M., Fazekas, B és, Páldy, A., 2014: A szálló por szennyezetségi egészségkárosító hatásának becslése néhány hazai városban. <http://egeszsegstudomany.higienikus.hu/cikk/2014-3/Bobvos.pdf>
- Brimblecombe, P., 1987: The big smoke: a history of air pollution in London since medieval times. *New York/Methuen*.
- Brook, R. D., Jerrett, M. and Brook, J. R., 2008: The relationship between diabetes mellitus and traffic-related air pollution. *J. Occup. Environ. Med.* 50, 32–38. doi: 10.1097/JOM.0b013e31815dba70.
- Brook, R. D., Rajagopalan, S. and Pope, C. A., 2010: American Heart Association Council on Epidemiology and Prevention,

² <http://viz.healthmetricsandevaluation.org/gbdcompare>

- Council on the Kidney in Cardiovascular Disease, and Council on Nutrition, Physical Activity and Metabolism: Particulate matter air pollution and cardiovascular disease: An update to the scientific statement from the American Heart Association. *Circulation* 1. 121(21), 2331–78. doi: 10.1161/CIR.0b013e3181dbeccl. (Epub 2010.05.10.)
- Department of Health, 2006: Health risk assessment in Western Australia. Perth, Government of Western Australia. http://www.public.health.wa.gov.au/cproot/1499/2/Health_Risk_Assessment.pdf
- Dockery, D. W., Schwartz, J. and Spengler, J.D., 1992: Air pollution and daily mortality: association with particulates and air aerosols. *Env. Res.* 59, 362–373.
- Dominici, F., Peng, R. D. and Bell, M. L., 2006: Fine particulate air pollution and hospital admission for cardiovascular and respiratory diseases. *JAMA.* 295(10), 1127–34.
- ENV/EPOC/WPIEEP (ENVIRONMENT DIRECTORATE ENVIRONMENT POLICY COMMITTEE), 2014a: Working Party on Integrating Environmental and Economic Policies: health economics and air pollution. ENV/EPOC/WPIEEP(2014)14
- ENV/EPOC/WPIEEP (ENVIRONMENT DIRECTORATE, ENVIRONMENT POLICY COMMITTEE), 2014b: Working Party on Integrating Environmental and Economic Policies: Issues in developing a standard method for the valuation of morbidity impacts of air pollution. NV/EPOC/WPIEEP(2014)15
- Freire, C., Ramos, R. and Puertas, R., 2010: Association of traffic-related air pollution with cognitive development in children. *J. Epidemiol. Community Health* 64, 223–238. doi: 10.1136/jech.2008.084574. (Epub 2009.08.13.)
- Gehring, U., Wijga, A. H. and Brauer, M., 2010: Traffic-related air pollution and the development of asthma and allergies during the first 8 years of life. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 181, 596–603. doi:10.1164/rccm.200906-0858OC. (Epub 2009.12.03.)
- HIP (Human Impact Partners), 2014: Frequently asked questions about integrating health impact assessment into environmental impact assessment. <http://www.epa.gov/region9/nepa/PortsHIA/pdfs/FAQIntegratingHIA-ELA.pdf>
- Hoffmann, B., Moebus, S. and Möhlenkamp, S., 2007: Residential exposure to traffic is associated with coronary atherosclerosis. *Circulation* 116(5), 489–96. (Epub 2007.07.16.)
- Hoffmann, B., Moebus, S. and Stang, A., 2006: Residence close to high traffic and prevalence of coronary heart disease. *Eur. Heart J.* 27, 2696–2702. (Epub 2006.09.26.)
- Katsouyanni, K., 2001: Confounding and effect modification in the short-term effects of ambient particles on total mortality: Results from 29 European cities within the APHEA2 project. *Epidemiology* 12, 521–531.
- Katsouyanni, K., Schwartz, J., Spix, C., Touloumi, G., Zmirou, D., Zanobetti, A., Wojtyniak, B., Vonk, J. M., Tobias, A., Ponka, A., Medina, S., Bacharova, L. and Anderson, H. R., 1996: Short-term effects of air pollution on health: a European approach using epidemiologic time-series data: the APHEA protocol. *JECH.* 50, S12–S18.
- Katsouyanni, K., Touloumi, G., Spix, C., Schwartz, J., Balducci, F., Medina, S., Rossi, G., Wojtyniak, B., Sunier, J., Bacharova, L., Shouten, J. P., Ponka, A. and Anderson, H. R., 1997: Short-term effects of ambient sulphur dioxide and particulate matter on mortality in 12 European cities: results from time series data from the APHEA project. *BMJ* 314, 1658–63.
- Katsouyanni, K., Zmirou, D., Spix, C., Sunyer, J., Schouten, J. P., Ponka, A., Anderson, H. R., Le Moullec, Y., Wojtyniak, B., Vigotti, M. A. and Bacharova, L., 1995: Short-term effects of air pollution on health: a European approach using epidemiological time-series data. *ERJ* 8, 1030–1038.
- Krämer, U., Herder, C. and Sugiri, D., 2010: Traffic-related air pollution and incident type 2 diabetes: results from the SALIA cohort study. *Environ. Health Perspect.* 118, 1273–1279. doi:10.1289/ehp.0901689. (Epub 2010.05.11.)
- Künzli, N., Jerrett, M. and Garcia-Esteban, R., 2010: Ambient air pollution and the progression of atherosclerosis in adults. *PLoS One.* 5(2):e9096. doi: 10.1371/journal.pone.0009096.
- Künzli, N., Jerrett, M. and Mack, W. J., 2005: Ambient air pollution and atherosclerosis in Los Angeles. *Environ. Health Perspect.* 113, 201–206.
- Künzli, N., Kaiser, R. and Medina, S., 2002: Public-health impact of outdoor and traffic-related air pollution: a European assessment. *Lancet.* 2;356(9232), 795–801.
- MacIntyre, E. A., Karr, C. J. and Koehoorn, M., 2011: Residential air pollution and otitis media during the first two years of life. *Epidemiology* 22, 81–89. doi: 10.1097/EDE.0b013e3181f8b60f.
- Morgenstern, V., Zutavern, A. and Cyrys, J., 2007: Respiratory health and individual estimated exposure to traffic-related air pollutants in a cohort of young children. *Occup. Environ. Med.* 64, 8–16. (Epub 2006.08.15.)
- Murray, C. J. L. and Lopez, A. D., 2013: Measuring the global burden of disease. *New England Journal of Medicine* 369, 448–457. <http://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMr1201534>
- Naess, Ø., Nafstad, P. and Aamodt, G., 2007: Relation between concentration of air pollution and cause-specific mortality: four-year exposures to nitrogen dioxide and particulate matter pollutants in 470 neighborhoods in Oslo, Norway. *Am. J. Epidemiol.* 165, 435–443. (Epub 2006.11.29.)
- Ostro, B., Broadwin, R. and Green, S., 2006: Fine particulate air pollution and mortality in nine California counties: results from CALFINE. *Environ Health Perspect.* 114, 29–33.
- Páldy, A. and Bobvos, J., 2012: Local city report – Budapest APHEKOM http://www.aphekom.org/c/document_library/get_file?uuid=9edf2fc3-f484-4f21-9787-0397d17197b6&groupId=10347
- Páldy, A., Bobvos, J. és Vámos, A., 2000: Levegőszennyezettég rövid távú koncentráció változásának hatása a napi halálzásra Budapesten (APHEA-2 vizsgálat). *Budapesti Közegészségügy* 4, 337–342
- Páldy, A., Bobvos, J., Vámos, A., Erdei, E. és Kishonti, K., 2005: Levegőszennyezés környezet-egészségügyi hatásbecslése Budapesten az APHEIS-3 program szerint. *Budapesti Népegészségügy* 3, 244–250.
- Perez, L., Declercq, C., Iñiguez, C., Aguilera, I., Badaloni, C., Ballester, F., Bouland, C., Chanel, O., Cirarda, F. B., Forastiere, F., Forsberg, B., Haluza, D., Hedlund, B., Cambra, K., Lacasaña, M., Moshhammer, H., Omorepe, P., Rodríguez-Barranco, M., Medina, S. and Künzli, N., 2013: Chronic burden of near-roadway traffic pollution in 10 European cities (APHEKOM network). *Eur. Respir. J.* 42, 594–605. doi: 10.1183/09031936.00031112. (Epub 2013.03.21.)
- Pope, C. A., Burnett, R. T. and Thun, M. J., 2002: Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution. *Jama* 287, 1132–1141.
- Pope, C. A., Schwartz, J. and Ransom, M. R., 1992: Daily mortality and PM₁₀ pollution in Utah Valley. *Arch. Env. Health* 47, 211–217.
- Quigley, R., 2006: Health impact assessment international best practice principles [online]. Fargo, USA; International Association for Impact Assessment. <http://www.iaia.org/publicdocuments/special-publications/SP5.pdf>

- Raaschou-Nielsen, O., Sørensen, M. and Ketzel, M., 2013: Long-term exposure to traffic-related air pollution and diabetes-associated mortality: a cohort study. *Diabetologia* 56, 36–46. doi: 10.1007/s00125-012-2698-7. (Epub 2012.08.24.)
- Ranft, U., Schikowski, T. and Sugiri, D., 2009: Long-term exposure to traffic-related particulate matter impairs cognitive function in the elderly. *Environ Res.* 109, 1004–1011. doi: 10.1016/j.envres.2009.08.003. (Epub 2009.09.04.)
- REVIHAAP WHO, 2012: Review of evidence on health aspects of air pollution – REVIHAAP interim results. <http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality/publications/2013/review-of-evidence-on-health-aspects-of-air-pollution-revihaapinterim-report>
- Rückert, R., Schneider, A. and Breitner, S., 2011: Health effects of particulate air pollution: A review of epidemiological evidence. *Inhal. Toxicol.* 23, 555–592. doi: 10.3109/08958378.2011.593587.
- Schwartz, J. and Dockery, D. W., 1992a: Increased mortality in Philadelphia associated with daily air pollution concentrations. *Am. Rev. Respir. Dis.* 145, 600–604.
- Schwartz, J. and Dockery D. W., 1992b: Particulate air pollution and daily mortality in Steubenville, Ohio. *Am. J. Epidemiol.* 135, 12–19.
- Schwartz, J. and Marcus, A., 1990: Mortality and air pollution in London: A time-series analysis. *Am. J. Epidemiol.* 131, 185–194.
- Schwartz, J., 1991: Particulate air pollution and daily mortality in Detroit. *Environ. Res.* 56, 204–213.
- Schwartz, J., 1996: Air pollution and hospital admissions for respiratory disease. *Epidemiology* 7, 20–28
- Shah, P. S. and Balkhair, T., 2011: Knowledge Synthesis Group on Determinants of Preterm/LBW births. Air pollution and birth outcomes: a systematic review. *Environ. Int.* 37, 498–516. doi: 10.1016/j.envint.2010.10.009. (Epub 2010.11.11.26.)
- Spix, C., Heinrich, J., Dockery, D. and Schwartz, J., 1993: Air pollution and daily mortality in Erfurt, East Germany, 1980–1989. *Environ. Health Perspect.* 101, 518–526.
- Straif, A. K., Cohen, S. and Samet, J. (eds.), 2013 Air Pollution and Cancer. IARC Scientific Publication 161, <http://www.iarc.fr/en/publications/books/sp161/index.php>
- The Cost of Air Pollution, 2014 (Health Impacts of Road Transport): <http://www.oecd.org/env/the-cost-of-air-pollution-9789264210448-en.htm>
- Touloumi, G., Samoli, E. and Katsouyanni, K., 1996: Daily mortality and "winter type" air pollution in Athens, Greece. A time series analysis within the APHEA project. *JECH.* 50, S47–S51.
- WHO Regional Office for Europe, 2013: Review of evidence on health aspects of air pollution (REVIHAAP). Technical report. Copenhagen. <http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality/publications/2013/review-of-evidence-on-health-aspects-of-air-pollution-revihaap-project-final-technical-report>
- WHO Regional Office for Europe, 2016: Health risk assessment of air pollution. General principles <http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality/publications/2016/health-risk-assessment-of-air-pollution-general-principles-2016>
- WHO Regional Office for Europe, OECD, 2015. Economic cost of the health impact of air pollution in Europe: Clean air, health and wealth. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe. http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0004/276772/Economic-cost-health-impact-air-pollution-en.pdf?ua=1
- WHO, 2003: Health Aspects of Air Pollution with Particulate Matter, Ozone and Nitrogen Dioxide. Report on a WHO Working Group Bonn, Germany 13–15 January 2003. http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0005/112199/E79097.pdf
- WHO, 2004: Tools for health impact assessment of air quality: the AirQ 2.2 software. <http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality/activities/tools-for-health-impact-assessment-of-air-quality-the-airq-2.2-software>
- WHO, 2005: Air quality guidelines – global update 2005. http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/outdoorair_agg/en/
- WHO, 2010: WHO human health risk assessment toolkit: chemical hazards. IPCS harmonization project document 8. Geneva; World Health Organization. <http://www.who.int/pes/publications/methods/harmonization/toolkit.pdf>
- WHO, 2014a: 7 million premature deaths annually linked to air pollution. Media Centre news release. Geneva: World Health Organization. <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2014/air-pollution/en/>
- WHO, 2014a: Health statistics and information systems. Metrics: disability-adjusted life year (DALY) [online]. Geneva; World Health Organization. http://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/metrics_daly/en/
- WHO, 2014b: Burden of disease from ambient air pollution for 2012. Geneva; World Health Organization. http://www.who.int/phe/healthtopics/outdoorair/databases/AAP_BoD_results_March2014.pdf
- WHO, 2014b: Burden of disease from household air pollution for 2012. Summary of results. Geneva: World Health Organization http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/databases/FINALHAP_AAP_BoD. (Epub 2014.03.24)
- Zanobetti, A., Gold, D.R. and Stone, P. H., 2010: Reduction in heart rate variability with traffic and air pollution in patients with coronary artery disease. *Environ. Health Perspect.* 118, 324–30. (Epub 2009.11.08).

PM EMISSZIÓ A KIBOCSÁTÁSI LETTÁR TÜKRÉBEN

EMISSIONS OF PARTICULATE MATTER AS REFLECTED IN THE EMISSION INVENTORY

Kis-Kovács Gábor

Országos Meteorológiai Szolgálat, 1024 Budapest, Kitaibel Pál utca 1., kiskovacs.g@met.hu

Összefoglalás. Az emissziós leltárak alapvető segítséget nyújtanak a környezetpolitika számára a légszennyezés fő forrásainak meghatározásában. A részecskekibocsátás jelentős részéért nem jól monitorozott ipari létesítmények, hanem olyan diffúz források a felelősek, melyek pontos becslése és szabályozása egyaránt nehézséget okoz.

Abstract. Emission inventories help environmental policy in the detection of main sources of air pollution. Instead of well monitored industrial facilities, particulate matter emissions are caused mostly by diffuse sources which present difficulties both for inventory compilers and regulators.

A nagyságrendről. A legfrissebb kibocsátási leltár szerint Magyarország 2013. évi antropogén PM₁₀ kibocsátását 47 ezer tonnának becsüljük. Egy főre tehát nagyjából 5 kg jut. Ennek a tizede, vagyis fejenként fél kiló korom (black carbon) formájában jut a levegőbe. Hangsúlyozzuk, hogy emberi tevékenységekkel összefüggő kibocsátásokról beszélünk, ezért is tartjuk indokoltnak közölni az egy főre eső mennyiségeket.

Honnan tudjuk? Ismerkedjünk meg a kibocsátási leltárral, melyben a PM csak egy a sok légszennyező között. Illetve, hogy pontosabbak legyünk, négy a sok közül. A leltár egy méretes Excel táblázat, melynek oszlopai tartalmaznak a légszennyezőket. Négy olyan oszlopot is találhatunk, mely részecskekibocsátásra utal: PM_{2,5}, PM₁₀, TSP és BC, vagyis többnyire méret szerint különböztetjük meg az aeroszolókat, pl. a PM a 2,5 mikrométernél kisebb részecskék összességét jelöli. 2015-ben került be először a korom (BC) is leltárba. (Az összes lebegő részecske [TSP] jövője viszont bizonytalan.) A kibocsátott aeroszolok számáról vagy összetételéről nem tartalmaz információt a leltár.

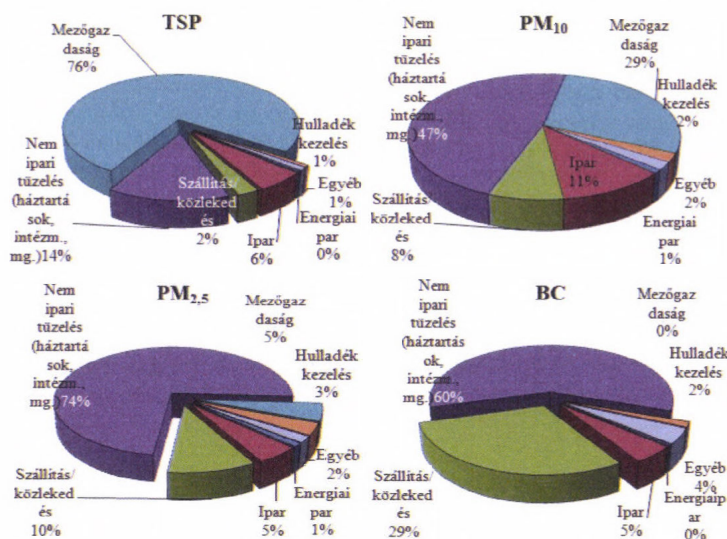
A leltár sorai felelnek meg a kibocsátási forráskategóriáknak. Jelenleg kb. 130 forráskategóriát tartunk nyilván, kezdve a közcélú erőművekkel, folytatva további energetikai, ipari, mezőgazdasági és hulladékgazdálkodási forrásokkal, míg végül el nem jutunk a lakás- és gépjárműtüzekig. A források nagy száma miatt célszerű valamiféle csoportosítást alkalmazni, ahogy azt az 1. ábrán demonstráljuk.

Számos oka van annak, hogy leltárt készítünk. Ezek közül a legnyomósabb talán az, hogy muszáj, vagyis mert a

Varga (2015) cikkében részletezett nemzetközi szerződések kötelezik rá Magyarországot. De hasznosak is, hiszen mindenki számára elérhető módon mutatják meg a kibocsátások szintjét és azok változásait, mert nyomon követhetővé teszik a környezeti politika hatásait, ellenőrizhetővé teszik, hogyan állnak az országok a kibocsátáscsökkentési vállalásaik teljesítésével (1. táblázat), és régiós (pl. EU-szintű) leltárak is összeállíthatók belőlük.

Noha a leltáraknak nem az új tudományos eredmények publikálása a célja, de van azért kapcsolat a tudományos világ felé is, pl. bemenő adatokkal szolgálnak különböző terjedési modellek számára.

Ennek a sok elvárásnak azonban csak akkor tudnak megfelelni a leltárak, ha eleget tesznek az alábbi öt alapelvnek: legyenek átláthatók, teljesek, következtetések, összehasonlíthatók és pontosak (ECE, 2014). Hogy egy leltár lehetőség szerint ne tartalmazzon szisztematikusan alul- vagy fölülbecsült értékeket (pontosság), ugyanakkor tartalmazza az összes előírt forrást és légszennyező anyagot (teljesség), az talán magától értetődik. A szabványos formátum és az al-



1. ábra: A részecskekibocsátás forrásai.
Vegyük észre, hogy a különböző mérettartományokban mások a domináns források!

kalmazott, mindenki által elfogadott számítási módszertanok biztosítják a leltárak összehasonlíthatóságát, illetve teszik lehetővé ezek régiós aggregálását.

A következtetességtől – ha szabad ezzel a hasonlattal élnünk – ugyanazt várjuk, mint a homogenizált éghajlati adatbázistól, vagyis hogy az adatsorban lévő évi változások valós változásokat tükrözzenek, és ne módszertaniakat. A leltár minőségét nemzetközi szakértői csoportok rendszeresen ellenőrzik. Azt azonban tudni kell, hogy felülvizsgálatok során elsősorban azt ellenőr-

zik, hogy a leltárt az előírásoknak megfelelően állították-e össze, tehát nem az adatok „helyességét” vizsgálják. Ideális esetben a jelentési útmutató követése önmagában garantálná, hogy helyes adatot kapunk. A jelentési útmutató, az alkalmazott módszertan azonban hosszan tartó politikai döntés eredménye, tehát friss tudományos eredményeket már csak ezért sem várhatunk a leltáraktól.

Hogyan is áll össze egy leltár? Építkézhünk alulról is, vagyis ha egyesével számba vesszük az összes kibocsátó forrást. Ezt megtehetjük (meg is tesszük!) a nagyobb források (pl. erőművek, cementgyárak, nagyobb vegyipari létesítmények vagy a vaskohók) esetén, de nem kezelhetjük egyesével a 4 millió háztartást, vagy a sokmillió gépjármű és állatállományt. (Érdekes egybeesés, hogy kb. ugyanannyi – 3 millió – sertés van az országban, ahány személyautó.) Ezekben az esetekben a kibocsátási tényező módszertanával dolgozunk, vagyis feltételezzük, hogy a kibocsátás arányos a kibocsátást okozó tevékenység intenzitásával. Tehát például ha kétszer annyi szénét égünk, megduplázódik a kibocsátás, ha felére csökken az állatlétszám, felére csökken a kibocsátás is, amennyiben minden más tényező változatlan marad:

$$\text{Emisszió (E)} = \text{tevékenységi adat (AD)} \times \text{emissziós faktor (EF)}$$

Az emissziós faktor természetesen légszennyező anyagként és tevékenységenként más és más, függ az alkalmazott technológiától is, amint erre a későbbiekben látunk példát. A kibocsátásokat lehet továbbá különböző csővégi megoldásokkal (pl. porleválasztó berendezésekkel) mérsékelni is. A fenti egyszerű modellel belátható, hogy a kibocsátás megváltoztatható egyrészt a termelési, fogyasztási viszonyok (AD) megváltoztatásával, vagyis gazdasági folyamatok eredményeképp, másrészt pedig új technológiák (EF) bevezetésével és elterjesztésével, amire pedig a környezetpolitikának lehet hatása.

Bármilyen egyszerű is a fenti koncepció, a számítások adatigénye jelentős lehet, az emissziós faktorok meghatározása gyakran nem triviális. A számítási módszertanoknak három fajtáját különböztetjük meg. Alapszintű módszertan esetén alapstatisztikákkal és irodalmi értékekkel dolgozunk. A következő szinten már elvárás, hogy információval rendelkezünk a ténylegesen alkalmazott technológiákról, hogy országspecifikus emissziós faktorokat tudjunk használni. A harmadik szinten pedig még részletesebb, akár létesítményszintű adatgyűjtésre van szükség, vagy komplex modellek alkalmazására kerül sor.

1. táblázat: Magyarország kibocsátása bőven a 2010-re vállalt kibocsátási küszöb alatt maradt

	1990. évi rögzített kibocsátás	2010-re vállalt csökkentés 1990-hez képest	2010. év kibocsátásai, %-os csökkenés 1990-hez képest
SO ₂ (kt)	1010	550 (-46%)	31 (-97%)
NO _x (kt)	238	198 (-17%)	154 (-35%)
NH ₃ (kt)	124	90 (-27%)	77 (-38%)
NM VOC (kt; illékony szerves szénhidrogének)	205	137 (-33%)	125 (-39%)

Könnyen belátható, hogy nem lehetséges mind a 130 forráskategóriával egyforma odaadással foglalkoznunk, de ez nem is volna célszerű. A kulcskategóriák koncepciója éppen erről szól, hogy a figyelmünket és az erőforrásainkat azokra a forráskategóriákra koncentráljuk, amelyek a kibocsátások jelentős részéért felelősek.

Ennek van módszertani következménye is: a kulcskategóriákra illik magasabb szintű módszertant alkalmazni. A különböző légszennyező anyagoknak mások lehetnek a fontos forrásai, lássuk tehát, melyek a részecske-

kibocsátás kulcskategóriái!

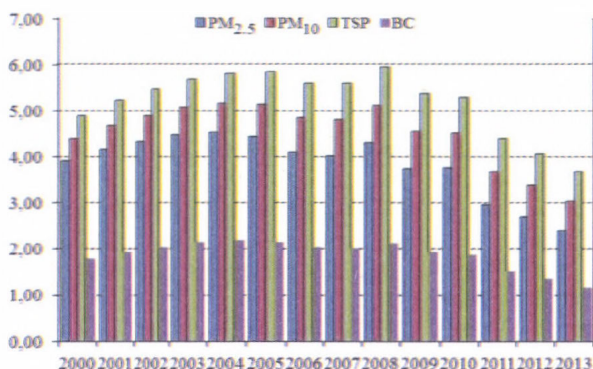
- TSP: szántóföldi növénytermesztés, háztartási tüzelés;
- PM₁₀: háztartási tüzelés, növénytermesztés, építési és bontási munkálatok, állattartás (baromfi és sertés), bányászat;
- PM_{2,5}: háztartások és a szolgáltatói szektor biomassza égetése, tüzesetek, szolgáltatási, közúti szállítás (kis tehergépkocsik, nehézgépjárművek és buszok, gumi- és fékkopás);
- BC: épületek tüzelése, közúti szállítás (kis tehergépkocsik, személyautók, nehézgépjárművek és buszok, mezőgazdasági gépek).

Leltáros szemszögből ez nem éppen a legjobb lista. Nincs közte semmi jól szabályozott erőmű vagy nagyobb ipari létesítmény, melyek kibocsátásáról mérési adat állna rendelkezésre, ehelyett csupa gyanús, diffúz, nehezen becsülhető forrással kell szembesülnünk. Nem volt azonban ez mindig így, például az erőművek szilárdanyag-kibocsátása az 1980-as évek elején még 200 ezer tonna körül alakult, jelenleg pedig alig 0,5 kt (Civin, 1998). A környezetpolitika talán paradox hatása, hogy miközben a korábbi nagykibocsátók szennyezése jelentősen csökken, egyre kisebb forrásokról kell egyre többet tudnunk, s válik egyre bonyolultabbá (és költségesebbé) a leltárkészítés!

Közlekedés, szállítás. Elsőre talán meglepő, de a hazai PM₁₀-kibocsátásnak kevesebb mint 10%-a közlekedési eredetű, és még csak nem is kulcskategória. Gondolhatnánk, hogy a közlekedési ágazatnak rosszabb a híre, mint amit megérdemel. Ha azonban a finomabb mérettartományban vizsgálódunk, máris egyre jelentősebbnek látjuk a közlekedés szerepét: a szállítás kétszer akkora PM_{2,5}-kibocsátást okoz, mint az ipar, a koromkibocsátásnak pedig csaknem a harmada közlekedési eredetű. És nem feledkezhetünk meg arról sem, hogy a másodlagos részecskeképződésben jelentős szerepet játszó nitrogén-oxidok fő forrása a közúti szállítás. A leltár tartalmaz adatokat a légi, vízi, vasúti és közúti szállításról egyaránt. Mindezek közül a közúti szállítás a legfontosabb, hiszen az áruk nagyjából kétharmadát közúton szállítják,

sőt a belföldi áruszállításban a közúti szállítás dominanciája még jelentősebb, bőven 80% feletti.

A közúti szállítással kapcsolatos részecskekibocsátások több forrásból származnak. A kipufogó magától értetődő forrás, elsősorban a dízelüzemű gépjárműveknél számíthatunk jelentősebb részecskeszennyezésre. Ezek mind a kis mérettartományba esnek. De nem csak az üzemanyag elégetése okoz emissziót, a gumi- és fék kopás is hasonlóan fontos jármű eredetű kibocsátás. Számolnunk kell ezen kívül az útfelület kopásával is, és kellene talán a járművek által felvert porral is, de ez utóbbival kapcsolatosan nem tartalmaz információt a leltár. A leltár az égési kibocsátásokat nagyobb járműkategóriáinként veszi számba (személygépjárművek, kis tehergépkocsik, nehézgépjárművek, kétkerekűek).



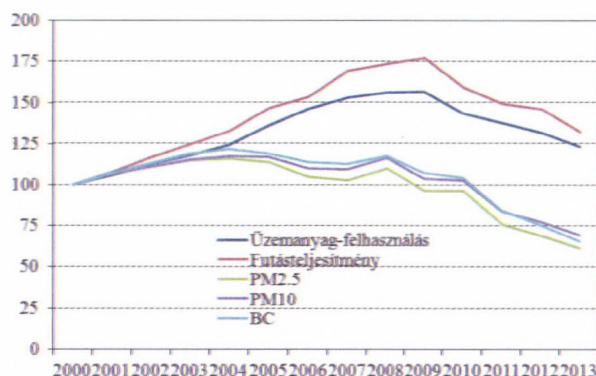
2. ábra: A közlekedési kibocsátások alakulása 2000 és 2013 között (kt). Első kísérlet a COPERT modell teljes időszoron történő alkalmazására.

Lássuk, hogyan alakultak a közlekedési kibocsátások az elmúlt bő évtizedben!

Ahogy az a 2. ábrán is látható, a kibocsátások 2008-ig növekvő trendet mutattak, majd az ezt követő években jelentősen csökkentek. A kibocsátásokat alapvetően a járműállomány, a futott kilométerek száma, a járművek szállítási teljesítménye és a vezetés módja (pl. városi vagy országúti környezet, sebesség) határozza meg. A személygépkocsi-állomány a 80-as évek közepe óta megduplázódott, a részecskekibocsátások szempontjából domináns dízelautók részaránya pedig jelentősen nőtt, ma már csaknem minden negyedik autó dízelüzemű. S bár az autók átlagos kora viszonylag magas (13 év körüli), mégis csak megfigyelhető a hazai járműpark modernizálódása. Ez azért fontos, mert az új gépjárművekre egyre szigorúbb környezetvédelmi előírások vonatkoznak. Egy 2000-ben gyártott, Euro 3-as besorolású dízelautó PM kibocsátási határértéke 50 mg/km volt, ami már eleve egy hagyományos dízel emissziójának alig a negyede. Ehhez képest az Euro 5-ös előírások egy nagyságrendnyit szigorítottak, a kibocsátás már csak 5 mg lehet kilométerenként. A nehéz gépjárművek kibocsátása természetesen magasabb, de itt is jelentős a technológia hatása: például a buszok esetében a kilométerenkénti 800-900 mg-ról 50 mg alá csökkent az emisszió. Egyelőre az

Euro 5-ös dízelautók aránya 13%, az Euro V besorolású buszoké 10%, de a modernebb gépjárművek elterjedése a fajlagos emissziók csökkenéséhez kell hogy vezessen.

Fontos hangsúlyozni azonban, hogy a fenti határértékek pusztán az égési emissziókra vonatkoznak, a kopási jellegűekre nem. Ez azzal a következménnyel is jár, hogy a nem égési jellegű kibocsátások súlya egyre nő: PM_{2.5} esetén a kibocsátások mintegy harmada, PM₁₀ esetén majdnem a fele már ilyen. Ez nem jó hír sem a környezetpolitika, sem a leltárszakma számára. A környezetpolitikus azért vakarja a fejét, mert egyértelműnek tűnik, hogy további jelentősebb kibocsátás-csökkentést csak a kopási emissziók csökkentésével lehet elérni. A leltáros pedig azért vakarja a fejét, mert a kopási emissziók számítása elég durva módszerrel történik, össze sem vethető az



3. ábra: Egyes szállítási paraméterek és a részecskekibocsátások indexe (2000=100).

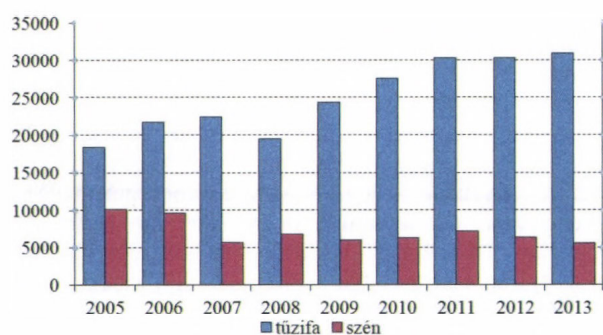
égési emissziók kifinomult modellszámításával.

Az égési emissziókat a bárki számára hozzáférhető, szakmailag elismert COPERT modellel számítjuk (<http://emisia.com/copert>). A modell figyelembe veszi a fentebb felsorolt tényezőket, következésképpen a bemenő adatigénye meglehetősen nagy. A KTI által időről időre összeállított adatbázis nagyjából kétszáz különböző járműkategóriát különböztet meg, s határoz meg ezekre vonatkozólag különböző forgalmi adatokat (sebesség, futásteljesítmény stb.). Ezzel szemben pl. az útkopásra vonatkozó értékeket csak négy járműkategóriára számoljuk ki és egyedül a futott kilométereket vesszük alapul, úgy-hogy nagy valószínűséggel az eredményeink bizonytalansága is jóval nagyobb.

Az üzemanyag-felhasználás és a járművek futásteljesítménye egyaránt nőtt 2009-ig, majd a gazdasági válság hatására meredeken csökkenni kezdett. Sokat mondó tény, hogy a hazai szállított áruk tömege 44%-kal csökkent 2008 és 2012 között. Az üzemanyagárak (2012-ig tartó) jelentős emelkedése is hozzájárulhatott ahhoz, hogy a benzinfelhasználás az 1980-as évek óta nem látott mélységbe zuhant. Fontos azonban azt is látni, hogy a futásteljesítmény növekedése meghaladta az üzemanyag-felhasználását, ami a járműpark általános hatékonyságának javulására utal. De ennél is fontosabb, hogy az

emissziós görbék elszakadtak az üzemanyag-felhasználástól, vagyis a szállítási teljesítmények növekedése nem feltétlenül jár együtt a kibocsátások növekedésével (3. ábra).

Háztartási tüzelés. Noha a földgáz a domináns energiaforrás, és a háztartások csaknem háromnegyedében elérhető a vezetékes gáz, körülbelül 4 millió ember olyan lakásban él, amelyben legalább részben fával fűtenek. Ám míg a gáztüzelés elhanyagolható mértékű (elsődleges) részecskekibocsátást okoz, a háztartások szén- és fatüzelése okozza a hazai $PM_{2.5}$ -kibocsátás csaknem háromnegyedét! A széntüzelés átlagosan 398 g, a biomassza pedig 740 g finomrészecske-kibocsátással jár egységnyi energiára, 1 GJ-ra vetítve, ami nagyjából bő egy mázsa lignitnek, vagy 60-70 kg tűzifának felel meg (EEA, 2013).



4. ábra: A háztartások szilárdtüzelőanyag-felhasználásának alakulása (TJ)

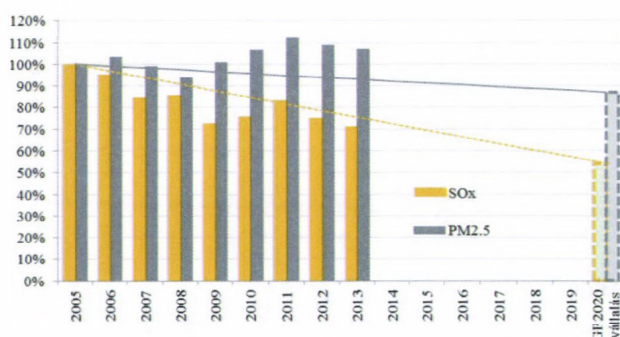
Az elmúlt években elég jelentősen nőtt a háztartási biomassza-tüzelés, következésképpen a részecskekibocsátás is (4. ábra). Széntüzelés esetében ilyen egyértelmű trend nem mutatható ki, ugyanakkor érdemes megemlíteni, hogy 2005 óta a hazai lignitfelhasználás csaknem a négyeszeresére nőtt, miközben a jobb minőségű (import) szénnek felhasználása csökkent. Ennek a jelen számítási módszertan mellett különösebb hatása a részecskekibocsátásra nincsen, a kén-dioxid-kibocsátásra viszont annál inkább, amely az utóbbi években újra növekedni kezdett.

Ha mindez így menne tovább, akkor veszélybe kerülne a 2020-as kibocsátás-csökkentési cél, ahogy az az 5. ábrán is látható. Mit lehet tenni? Ha a biomassza alapú energiafelhasználás nem csökken, akkor a technológiára kellene hagyatkoznunk. Az alábbiakban felsorolt fajlagos kibocsátások alapján látható, hogy az egyedi szobafűtésről a központos fűtésre való áttérés is már harmadával csökkentheti a kibocsátást ugyanannyi energia felhasználása mellett. A kályhák energiahatékonyságának növelésével akár a felére eshet a vissza az emisszió, az ökočímkés kazánok pedig legalább 80%-os kibocsátás-csökkentést eredményezhetnek. A pellettüzelés előnye pedig magától értetődik:

- hagyományos kályha: 740 (g/GJ),
- hagyományos bojler: 470 (g/GJ),
- energiahatékony kályha: 370 (g/GJ),

- ökočímkés kályha, kazán: 93 (g/GJ),
- pellet: 29 (g/GJ).

Meg kell azt is mondanunk, hogy hiába a legfontosabb emissziós forrás, a lakossági tüzelés bizonyosan nem a legpontosabban becsült része a leltárnak. Eleve az eltüzelt biomassza mennyiségét sem tudjuk pontosan, de az emissziós faktort valószínűleg ennél is nagyobb hiba terheli. Hazai mérések nem ismeretesek számunkra, és e-gyelőre nincs információ a különböző típusú kályhák hazai elterjedtségéről sem. A legfrissebb népszámlálási adatok feldolgozása alapján arra jutottunk, hogy a fával fűtő háztartások felében-felében lehet egyedi, illetve központi fűtés (szén esetében 35-65%-os megoszlással dolgoztunk). Modern kályhakkal egyelőre nem számoltunk.



5. ábra: A $PM_{2.5}$ kibocsátások jelenlegi trendje szerint veszélyben van a módosított Götebogi Jegyzőkönyv szerinti kibocsátás-csökkentési vállalások teljesítése

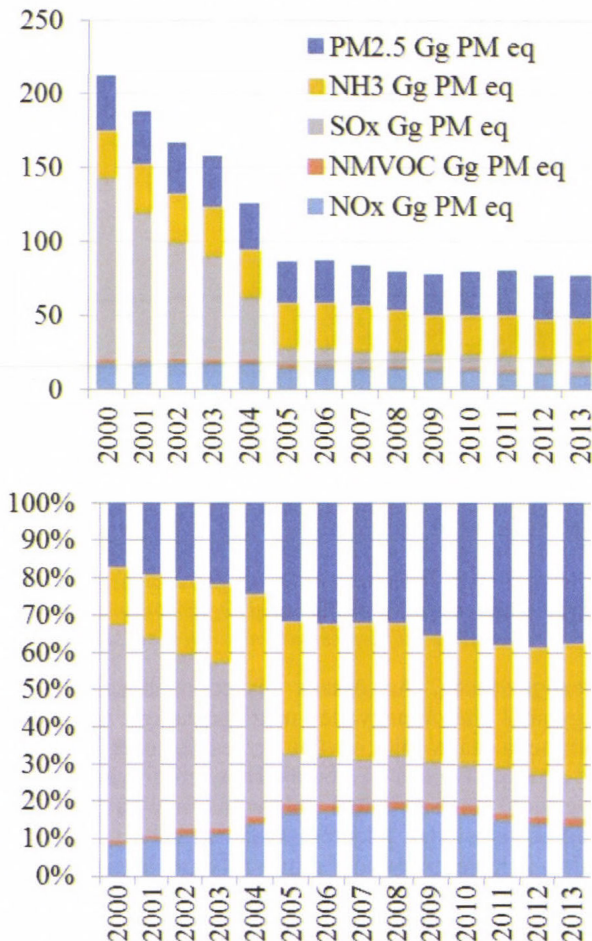
Mezőgazdaság. Az összes részecskekibocsátás (TSP) nagyjából háromnegyede mezőgazdasági eredetű, és zömmel a szántóföldi növénytermesztés, ezen belül is főleg a talajbolygatás és a betakarítás a fő forrása. Jelenleg alapszintű módszertannal dolgozunk, mely a (Magyarországon viszonylag jelentős) szántóterületet veszi alapul. Indokolt lenne magasabb szintű módszer alkalmazása, de ehhez konzisztens és reprezentatív adatokra lenne szükségünk a különböző szántóföldi műveletek, mint például a talajművelés, növényvédelem, deszikkálás, betakarítás lépéseinek számáról. Az adatgyűjtés időközben megkezdődött.

Haladva a kisebb mérettartományok felé, a növénytermesztés a PM_{10} -es frakcióban is jelentős forrás, de a kulcskategóriák között megjelenik az állattartás is, hiszen jelentős a hazai állatállomány, és elsősorban a takarmányozás emisszióval jár. A kibocsátott részecskék lehetnek még toll- és bőrdarabok, származhatnak ürülékből és alomból is. A kibocsátást számos tényező befolyásolhatja, ilyen az állatfaj, az alom típusa, az állattartás, a takarmányozás, az ólak tisztításának módja, az ólban töltött napok száma stb. Mindezekről kevés információ áll rendelkezésünkre, ezért itt is meg kellett elégednünk a nagyobb bizonytalanságot hordozó alapszintű módszertannal.

Építőipar. Építési és bontási folyamatok egyaránt porkibocsátással járnak. Mondani sem kell, hogy ezt a fajta kibocsátást is sok tényező befolyásolhatja, például a

munkavégzés intenzitása, az alkalmazott munkafázisok, az építőanyagok összetétele, járműmozgás stb. Mi az alapszintű módszerre hagyatkoztunk, amely egyszerűen az épülő vagy bontásra kerülő épületek hasznos területén alapulna, de adatok híján még ennek az egyszerűnek tűnő módszernek az alkalmazásához is trükkökhöz kellett folyamodnunk (műholdas adatok, extrapoláció). Nem véletlen, hogy ezt a forrást nem is jelenti minden ország.

Illegális tevékenységek. A leltár teljességének követel-



6. ábra: PM-egyenértékben számított kibocsátások mennyiségének (kt) és részarányának (%) változása 2000–2013

ménye biztosítaná, hogy minden forrásból jelentünk kibocsátásokat, amennyiben a módszertani útmutató a számításokhoz elegendő információt tartalmaz. Ugyanakkor, amiről nem tudunk, arról ugye nem tudunk, vagyis gyakorlatilag elég nehéz bizonyítani, hogy a leltár teljes (Pulles és Heslinga, 2010). Vegyük példának okáért a tarlóégetést, ami Magyarországon jogszabályban rögzített, szigorú feltételekhez kötött, gyakorlatilag tiltott tevékenység 1990-től, és ennek megfelelően is kezeljük a leltárban. De ha teljesen őszinték akarunk lenni, valószínűleg imitt-amott előfordul, erre utalnak műholdas adatokon alapuló nemzetközi szakértői becslések is.

Aggregálási lehetőségek. Nagyon szeretjük az üvegházhatású gázok leltárában, hogy a sokfajta üvegházhatású gáz kibocsátását akár egyetlen számmal is kifejezhetjük. Az összegzés alapja a gázok szén-dioxidhoz viszonyított globális melegítési potenciálja, 1 tonna metán például 25 tonna szén-dioxidnak felel meg. Hasonlóképpen, a savasodást okozó vegyületeket kén-dioxid hatásához mérjük, de lehet összegezni az eutrofizációért vagy az ózontépődésért felelős légszennyezőket is. Létezik formula az aeroszol-előanyagok aggregálására is, mi most azonban egy olyan összegzésre mutatunk példát, amely a különböző légszennyezők egészségi hatását veszi alapul és viszonyítja azt a PM_{2,5}-éhez.

A Nemzetközi Alkalmazott Rendszerelmzési Intézet (IIASA) számításai szerint európai átlagban 1 tonna PM_{2,5}-kibocsátás ugyanolyan mértékű korai halálozáshoz vezet, mint 3 tonna kén-dioxid, 15 tonna nitrogén-oxidok, 5 tonna ammónia vagy 111,1 tonna illékony szerves vegyület emissziója (Amann és Wagner, 2014). Vannak regionális különbségek, egyebek mellett az eltérő népsűrűség és a különböző meteorológiai viszonyok miatt, Magyarországon például általában kevesebb PM-előanyag is elég ugyanakkora hatáshoz. Átszámítva tehát a fentiek szerint a fő légszennyezők kibocsátását PM_{2,5}-egyenértékre, azt láthatjuk, hogy 2000 óta csaknem a harmadára csökkent az összesített emisszió, ugyanakkor egészségi hatását tekintve a PM_{2,5} és NH₃ kibocsátás jelentősége nőtt (6. ábra).

Ez a szám lesz a végső? Nagy valószínűséggel nem. A leltárkészítés módszertana fejlődik, és mi is azon vagyunk, hogy újabb adatok bevonásával egyre pontosítsuk a számításainkat, ami a visszamenőleges adatok korrekciójával jár. Ezért fontos, hogy a felhasználók mindig az elérhető legfrissebb adatsorokat használják! Terveink szerint 2017-ben már 0,1 fokos térbeli felbontásban állnak majd rendelkezésre a kibocsátási adatok.

Köszönetnyilvánítás. Köszönöm kollégáim, Kajtárné Lovas Katalin és Kőbányai Katalin segítségét.

Irodalom

- Amann, M. and Wagner, F., 2014: A Flexibility Mechanism for Complying with National Emission Ceilings for Air Pollutants. *TSAP Report #15*.
- Civin, V., 1998: Hagyományos erőművek környezeti hatásai. *Iskolakultúra* 1998 (9), 109-119.
- KTI (Közlekedéstudományi Intézet Nonprofit Kft.), 2014: A hazai közúti, vasúti, légi és vízi közlekedés emissziójának meghatározása 2013. évre. *Kézirat*.
- ECE (Economic Commission for Europe), 2014: Guidelines for Reporting Emissions and Projections Data under the Convention on Long-range Transboundary Air Pollution. *Manuscript*.
- EEA (European Environment Agency), 2013: EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2013
- Pulles, T. and Heslinga, D., 2010: The Art of Emission Inventorying. *TNO Report*.
- Varga, J., 2015: A PM₁₀ szabályozása. *Légkör* 60, 136-139.

AMIT A PM₁₀ MÉRÉSEK MUTATNAK PM₁₀ MEASUREMENTS IN HUNGARY

Gyarmatiné Mészáros Erzsébet

OMSZ ÉLFO Levegőtisztaság-védelmi Referencia Központ, 1181 Budapest, Gilice tér 39., gyarmatine.e@met.hu

Összefoglalás. Magyarországon a PM₁₀ légköri koncentrációjának alakulását az Országos Légszennyezettségi Mérőhálózat (OLM) adatai alapján követhetjük nyomon. Az adatok 2004 óta állnak rendelkezésre, amelyek adatgazdája az Országos Meteorológiai Szolgálat Levegőtisztaság-védelmi Referencia Központjának OLM adatközpontja. A cikk bemutatja a hazai PM₁₀ mérést, ismerteti az alkalmazott mérési módszereket, valamint a mérési adatok időbeli és térbeli változékonyságát.

Abstract. We can describe the change of PM₁₀'s atmospheric concentration in Hungary using the data of Hungarian Air Quality Network (OLM). The data are available since 2004. The data owner is the data centre of Air Quality Reference Centre (LRK) of Hungarian Meteorological Service (OMSZ). The article shows the measurement of domestic PM₁₀ concentration, outlines the applied measurement methods and the temporal and spatial variability of the measured data.

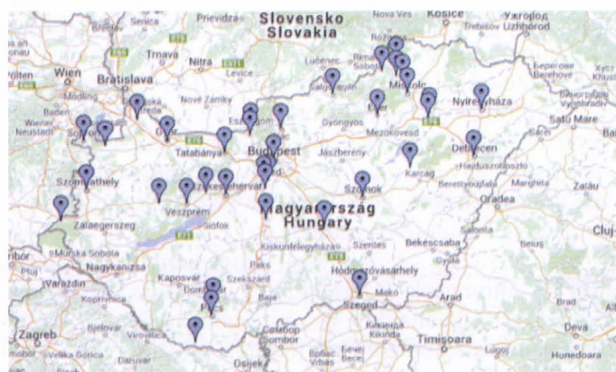
Mielőtt a PM₁₀ mérések eredményeiről beszélünk, meg kell vizsgálnunk, mi alapján és mivel mérünk.

A 306/2010. (XII. 23.) Kormányrendelet a következőket írja elő: „9. § (1) Magyarország területén a levegőterheltségi szintet és a légszennyezettségi határértékek betartását az Országos Légszennyezettségi Mérőhálózat (a továbbiakban: OLM) vizsgálja.”

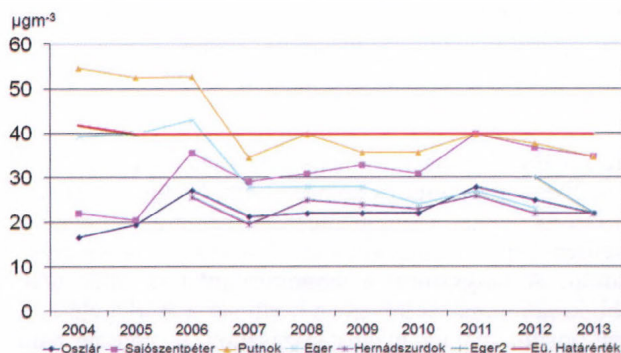
Jelenleg az OLM mérőállomásainak, mérőpontjainak üzemeltetését a Kormányhivatalok végzik. Az ott dolgozó környezetvédelmi szakemberek értékelik első szinten

zat szmogriadó tervével összhangban. Manapság sokfelől és sokféle félretájékoztatás hangzik el azzal kapcsolatban, hogy ezekben a helyzetekben ki riaszt és milyen adatok alapján, ezért érzem szükségesnek kiemelni a Kormányhivatalokban dolgozó kollégák munkájának fontosságát.

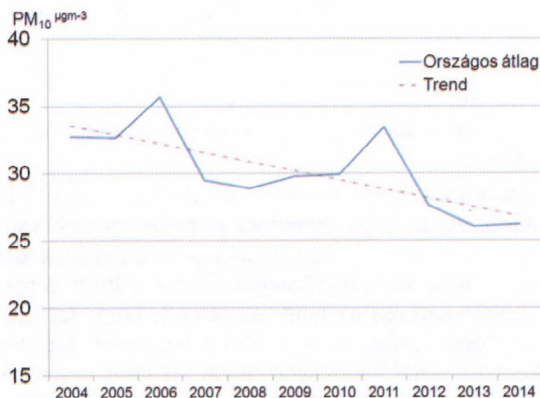
A lakosság egyre érzékenyebb a levegőterheltségi szintre, és érdeklődik iránta, ugyanakkor különböző források ezt gyakran pánikkeltésre használják. Ezért lényeges, hogy a túllépés tényét az OLM üzemeltetését végző, sok-



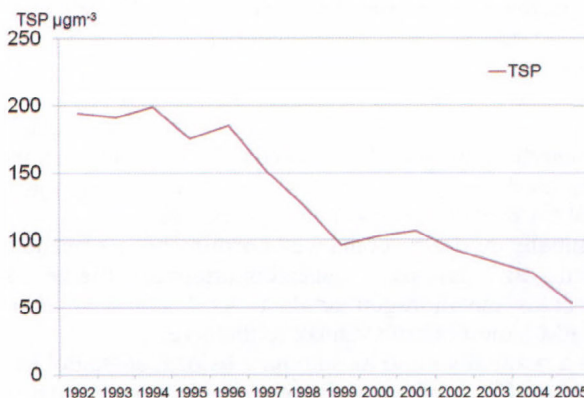
1. ábra: Automata PM₁₀ mérőpontok, forrás: levegominoseg.hu



2. ábra: PM₁₀ koncentráció alakulása az észak-magyarországi régióban 2004-2013 között



3. ábra: A PM₁₀ országos átlagának időbeli változása (2004-2013)



4. ábra: TSP szennyezettség alakulása a kilencvenes évektől Magyarországon

az adatokat – és amennyiben valós tájékoztatási vagy riasztási küszöbérték átlépés történik – az ő feladatuk értesíteni az illetékeseket az önkormányzatoknál, hogy a szmogriadó elrendelése megindulhasson az önkormány-

éves tapasztalattal rendelkező szakemberek ítélik meg, hiszen az automata műszerek is meghibásodhatnak. A PM₁₀ aeroszol mérésére hazánkban a két legelterjedtebb módszer az automata illetve a manuális módszer.

Automata módszer. A mérés jellemzője, hogy órás, két órás adatokat szolgáltat, ami lehetővé teszi nemcsak a napi határérték túllépésének a vizsgálatát, de a mérőhelyre jellemző napi trendre is rálátást biztosít.

A mérés során a levegőminta portartalmát üvegszál szűrőn fogják fel. A mérési módszer a por bétasugár abszorpcióját használja fel. Az anyagokban a bétasugárzás exponenciális függvény szerint gyengül. A mérési eredményt a tiszta és poros szűrő elnyelésének különbsége adja.

A most lezárult KEOP-6.3.0/2F/11-2012-0001 projekt keretében az OLM hálózatába több úgynevezett CPM egységgel felszerelt automata PM_{10} aeroszol mérő érkezett. A hozzáépített CPM egységnek köszönhetően a műszerek egyszerre képesek mérni a levegő PM_{10} , $PM_{2.5}$ és a PM_1 tartalmát. A CPM egység részecskeszámlálást végez, aminek eredményét a bétasugár abszorpciós méréssel összevetve képes a por különböző frakcióinak mennyiségét megadni.

Ennek működési elve: Minden egyes alkalommal, mikor egy részecske keresztülhalad a lézersugáron és a fény szóródik rajta, a fotóérzékelő méri a szórt fény intenzitását. A szórt fény független a részecske természetétől és arányos a részecske méretével.

Manuális módszer. A manuális – mintavételes módszer alkalmazásakor nagy térfogatú mintavétel – a 10 mikrométernél kisebb frakciót – szűrőpapíron fogják fel, majd a laboratóriumban mérlegeléssel határozzák meg az aeroszol mennyiségét. A szűrőpapírok előkészítése a mérésre kondicionálással kezdődik, melynek során egyenletes nedvességtartalmú és hőmérsékletű körülmények között tartják azokat, majd az üres szűrőpapír a mérlegelést követően kerül a mintavetőbe. A levett minta kezelése hasonló. A helyszínről a laboratóriumba szállítás után újabb kondicionálást követően kerül sor a mérlegelésre a levett por tömegének meghatározásához. A módszer napi átlagértékeket produkál, így ez is összehasonlítható a PM_{10} határértékével.

A manuális mintavétel folyamatos emberi jelenlétet igényel, hiszen a levett mintákat a laboratóriumba kell szállítani, ott mérni, és a mintavétőkben a szűrőpapírokat rendszeresen cserélni.

Az automata mérés nagy előnye, hogy emberi beavatkozás nélkül is azonnal koncentráció értékeket kapunk eredményül, amelyek akár weboldalakon azonnal megjeleníthetők, hátránya viszont hogy a pormérő által gyűjtött porból további elemzések nem végezhetőek.

A manuális módszer során levett pormintából elemezhető például az aeroszol nehézfém-tartalma, illetve a poliaromás szénhidrogén tartalma. Az 1. ábrán az automata PM_{10} mérőpontok vannak feltüntetve.

Mind a manuális mind az automata hálózat adataiból készül értékelés, amiben a tárgyév megelőző év adatait dolgozzuk fel. Az értékelésben az adatokat – természetesen nemcsak az aeroszol, hanem a többi főbb szennyező adatait is – statisztikailag feldolgozzuk, az egyszerűbb áttekinthetőség érdekében légszennyezettségi index szerint

is besoroljuk az adott mérőállomás szennyezettségét. Ezt térképen is megjelenítjük.

A 2. ábrán a PM_{10} hosszútávú trendjét mutatjuk be az észak-magyarországi régió állomásainak adatai alapján. Látható, hogyha mérőpontonként vizsgáljuk a trendeket, egyértelműen sem növekedésről, sem csökkenésről nem beszélhetünk, az városfüggő. Ellenben ha az összes PM_{10} adatot egyetlen grafikonon nézzük, egyértelművé válik, hogy hazánkat a kétezres évek elejétől csökkenő szennyezettség jellemzi. (3. ábra).

2002 után nőtt meg az automata mérőállomások száma. Ugyanakkor ez előtt a dátum előtt is volt aeroszol mérés Magyarországon, csak akkor még nem a PM_{10} frakciót mértük. Akkoriban a TSP (Total Suspended Particles) azaz összes szálló por mérését írták elő a jogszabályokban.

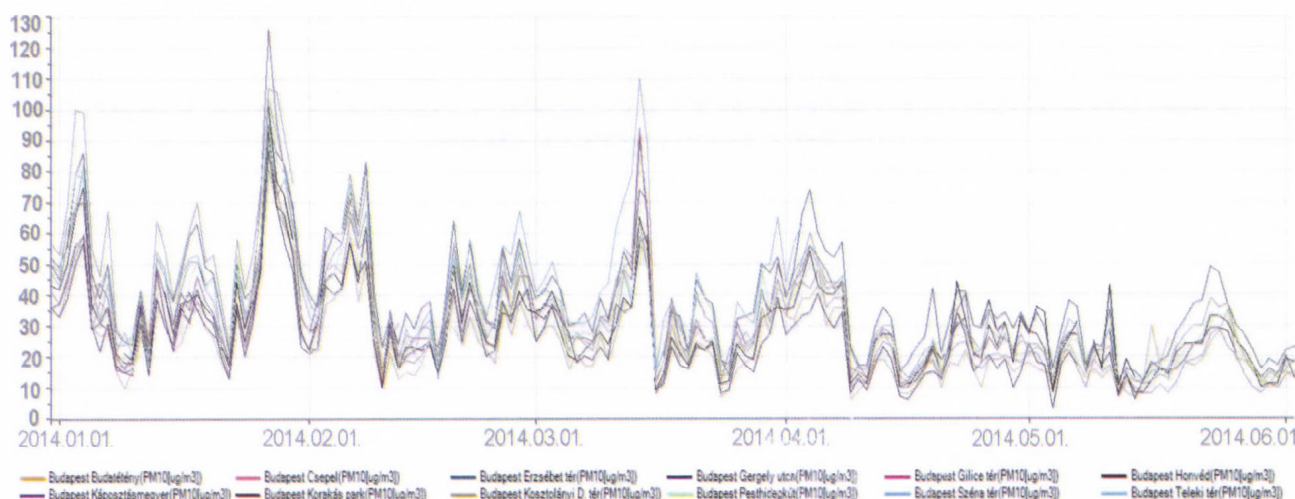
Az ábrán a TSP értékek évi átlaga látható 1992-től 2005-ig. A csökkenő trend már a kétezres évek előtt jellemző volt.

Ha kicsit részletesebben vizsgáljuk, például a budapesti adatokat, akkor látható, hogy az állomások adatai nagyon jól együtt futnak, természetesen vannak eltérések, mégis az azonos trend egyértelműen felismerhető (5. ábra).

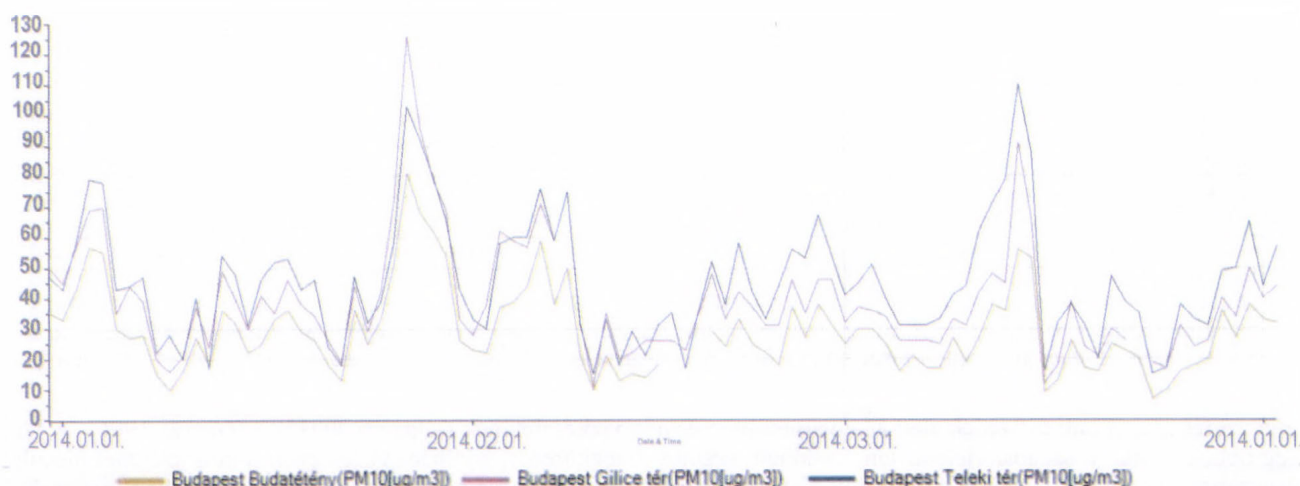
A 6. ábrán három budapesti állomás, 2 városi háttér- (Budapest, Gilice tér és Budapest Budatétény) és egy közlekedési állomás (Budapest, Teleki) adatai látszanak. Látható, hogy a Gilice tér és a Teleki tér esetében milyen közel futnak egymáshoz, míg a Budatétény állomáson a mért értékek általában alacsonyabbak. Elméletben a Gilice téri állomás adatainak a budatétényihez kellene közelebb lennie. A Gilice tér környezetében azonban jellemző a lakossági egyedi fűtés. Ez annyival megnöveli az itt mért átlagértékeket, hogy a szennyezettségi szint majdnem eléri a Teleki téren mértet.

A szennyezettség együttfutását lehet magyarázni azzal, hogy az állomások földrajzilag közel helyezkednek el egymáshoz. Ugyanakkor az országban található összes állomás adatait ábrázoló grafikonon ugyanúgy fel lehet ezt fedezni. Természetesen itt nagyobb a változékonyság, jobban kiugranak a csúcsok. Január végén, február elején látható, hogy pár állomáson felszökik a koncentráció. Ez a feltűnő kiugrás a debreceni régióban történt az év elején. Ez a fajta szennyeződés-feldúsulás szinte kivétel nélkül szoros összefüggést mutat az időjárással. A szennyeződés feldúsulás gyakran előfordul még a Sajó völgyében is, ott a terület földrajzi, meteorológiai adottságai okozzák ezt.

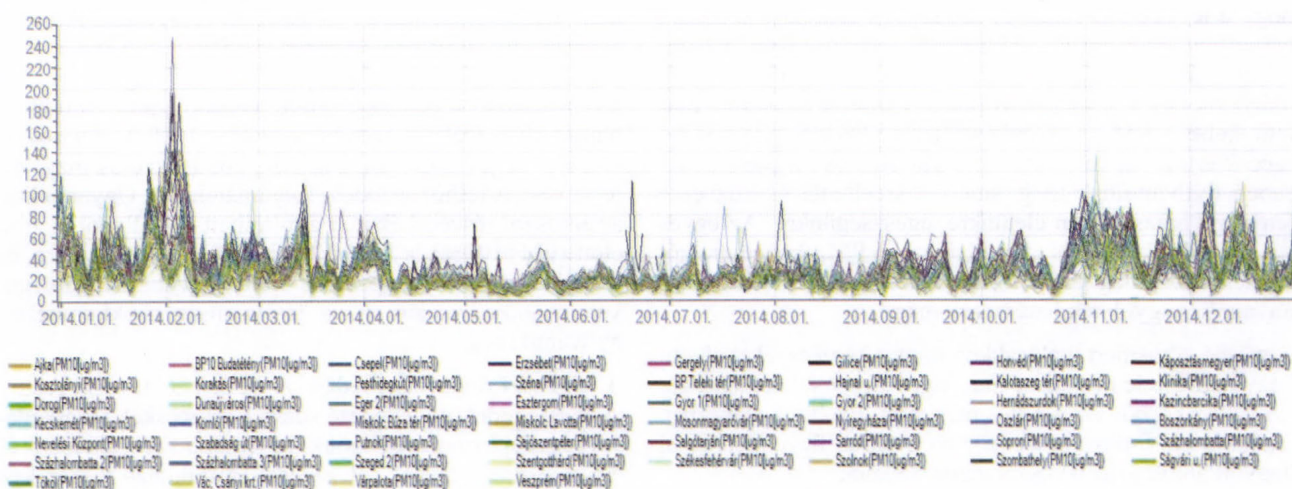
Úgy gondolom, hogy a 6. és 7. ábrán látható grafikonok is alátámasztják, hogy mennyire jelentős szerepe van hazánk aeroszol szennyezettségében a szomszédos országokból az ideérkező légtömegek által szállított aeroszolnak. Természetesen ez nem azt jelenti, hogy fel kellene adni a próbálkozást, hogy minél jelentősebb mértékben csökkentjük saját kibocsátásainkat. Hiszen kedvezőtlen időjárás esetén az országba beérkező szennyezettség adja az alapot, de a helyi kibocsátások azok, amik – amikor a légköri keveredést például egy inverziós állapot megakadályozza – oly szinten ronthatnak a levegőminőségen, hogy szmogriadó elrendelése válik szükségessé.



5. ábra: Budapest mérőállomásain mért PM_{10} szennyezettség



6. ábra: Két városi háttér (Budapest, Gilice tér és Budapest Budatétény) és egy közlekedési állomás (Budapest, Teleki tér) PM_{10} mérési adatai (órás átlag)



7. ábra: Országosan mért PM_{10} napi átlag értékek

A LÉGKÖRI VÍZTARTALOM SZEREPE A PM₁₀ TÖMEGKONCENTRÁCIÓ MEGHATÁROZÁSÁBAN

POSITIVE BIAS CAUSED BY RESIDUAL WATER IN REFERENCE PM₁₀ MEASUREMENTS

Imre Kornélia, Molnár Ágnes

MTA-PE Levegőkémiai Kutatócsoport, 8200 Veszprém, Egyetem út 10., kornelia@almos.uni-pannon.hu

Összefoglalás. A légköri víztartalom szerepének vizsgálatát az Országos Meteorológiai Szolgálat Marczell György Főobszervatóriumának területén található háttér mérőállomáson gyűjtött aeroszol mintákon vizsgáltuk. A mintavétel 2008. november és 2010. március között történt, a vizsgálatok során 132 db téli és 22 db nyári mintát elemeztünk. A PM₁₀ frakció tömegkoncentrációjának meghatározása az akkor érvényben lévő EN12341 szabványban rögzített kondicionálási feltételek (RH=50±5% és t=20±2 °C, 48 óra) mellett egy izolált boxban történt. Kísérleteink során t=20±2 °C és RH<30% körülmények között is végeztünk méréseket. Vizsgálataink során kimutattuk, hogy a szabványban rögzített feltételek nem elegendők az aeroszol részecskék száraz tömegkoncentrációjának meghatározására. Az aeroszol részecskék víztartalma a szabványban rögzített feltételek mellett 0,05-16,9 µgm⁻³ között változott. A mért víztartalom a nyári minták esetében átlagosan 4,2±1,5% (maximum 12,3%), míg a téli minták esetében átlagosan 7,9±0,8%-nyi hibát okoz a tömegkoncentráció meghatározásában. A téli időszakban a hozzájárulás maximum értéke elérte a 33,2%-ot.

Abstract. Dry aerosol mass concentrations (PM₁₀) are determined after conditioning of the filter at t=20±1 °C and RH=50±5% for 48 hours according to the standard protocol EN 12341. The main result of this work is that applying the standard preconditioning step complete removal of adsorbed water cannot be attained. In our experiment aerosol samples collected in Budapest between November 2008 and March 2010 using a gravimetric sampler (Digitel, DHA-80) were studied. Following PM₁₀ mass concentration measurements according to the EN 12341 protocol we repeated the gravimetric aerosol mass measurements in the laboratory using a glove box after in-situ pre-conditioning for 48 h at t=20±1 °C and RH<30%. The mass concentration of adsorbed residual water, defined as the difference between the results of the standard and dry PM₁₀ measurements, varied greatly in the range of 0.05-16.9 µgm⁻³. Expressed relative to the absolute dry PM₁₀ mass concentrations the residual water content in the standard measurement procedure amounted to 4.2±1.5% and 7.9±0.8% in summer and winter, respectively. In winter, relative contributions of adsorbed water as high as 33.2 m/m% was found.

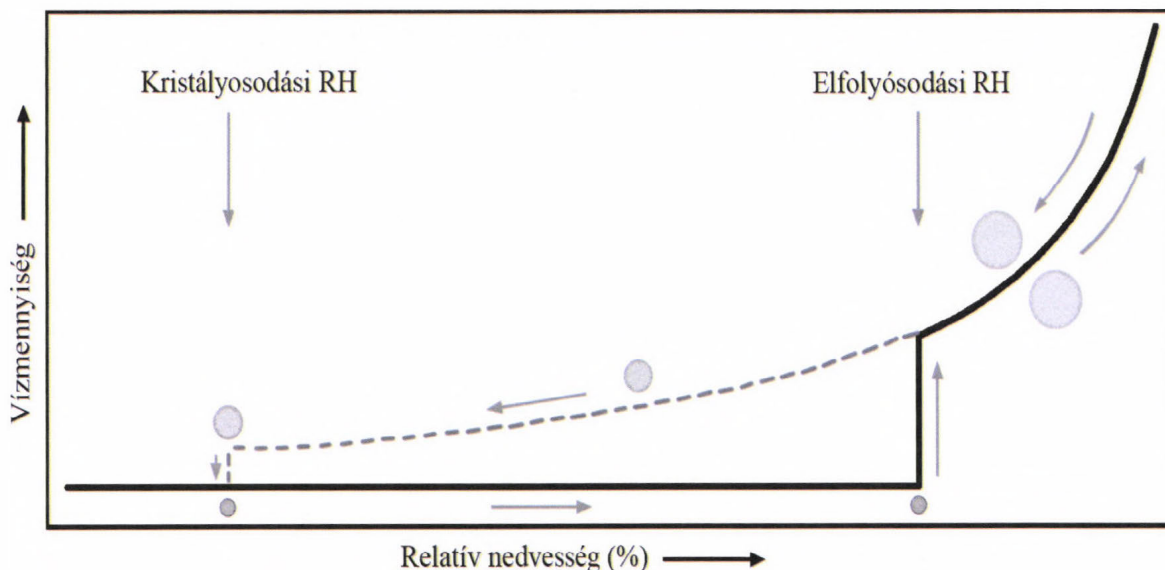
Bevezetés. Az elmúlt évtizedek alatt Magyarországon és a legtöbb európai országban jelentősen csökkent számos légszennyező anyag, pl. a kén-dioxid kibocsátása és koncentrációja. A levegő minőségének általános javulása ellenére azonban, különösen a téli hónapokban fellépő szmoghelyzetek gyakori előfordulása továbbra is súlyos problémákat okoz számos európai nagyvárosban. Ennek oka az, hogy a levegő minősége és az időjárás alakulása szorosan összefügg egymással, kedvezőtlen meteorológiai helyzetek gyakran szmog kialakulását és tartós fennmaradását idézhetik elő. E légszennyeződési epizódok manapság már leginkább a PM₁₀ (10 mikrométernél kisebb aeroszol részecskék) tömegkoncentrációjának jelentős megnövekedésében nyilvánulnak meg, amely közvetlenül és közvetve lényeges hatással van életünkre, egészségünkre. Az egyes részecskék tömegét és ezen keresztül a PM₁₀ koncentrációt természetesen az aeroszol részecskékben előforduló anyagok, vegyületek határozzák meg.

Kevésbé közzismert ugyanakkor, hogy a részecskéket alkotó vegyületek jelentős része ún. higroszkópos tulajdonságú, azaz a légkörből vizet képes megkötni. Ezáltal a légkörben található víz fontos, ámde nagyon gyakran figyelmen kívül hagyott alkotója az aeroszol részecskéknak.

A légkörben található mintegy 12 900 km³ víz 90%-a a felszíni vizekből, míg a maradék 10% a növényzetből kerül ki. Elsőre soknak tűnik, de ez a mennyiség a Föld

vízkészletének csupán 0,0001%-a (Gleick, 1996). A Föld légkörében található víz nagyon fontos szerepet játszik a légköri folyamatokban. Vízgőz állapotában széles hullámhossztartományban nyeli el az infravörös sugárzást, ezzel befolyásolva a Föld-légkör sugárzásegyenlegét. Az aeroszol részecskék és a vízgőz közötti kapcsolat alapvető levegőkémiai folyamatokban játszik szerepet. Folyékony halmazállapotában az aeroszol részecskék kimosódásában tölt be fontos szerepet, mindemellett reakcióközegként szolgál a többfázisú reakciókhoz is (pl. másodlagos aeroszol képződés). Vízre vonatkoztatott túltelített rendszerben (relatív nedvesség (RH) ≥100%) az aeroszol részecskék jelentős hányada felhőkondenzációs magként részt vesz a felhőképződési folyamatokban. Ugyanakkor, az aeroszol részecskék már a túltelítettségi állapot elérése előtt (RH<100%) is képesek a légköri víz felvételére, és jelentős mértékben képesek méretüket, valamint tömegüket megnövelni, ami pl. a látótávolság csökkenésében nyilvánul meg.

A higroszkópos viselkedés. A környező levegő relatív nedvességének növekedése során a részecskék viselkedését két csoportba sorolhatjuk. A legtöbb szerves sót és egyes szerves savakat (pl. oxálsav) tartalmazó részecskék mindaddig szilárdak maradnak, és méretük nem változik, amíg a relatív nedvesség eléri a részecske összetételére jellemző kritikus túltelítési RH (elfolyósodási RH) érté-



1. ábra: Az aeroszol részecskék higroszkópos viselkedése.

ket. Abban a pillanatban, amikor a relatív nedvesség eléri ezt az elfolyósodási relatív nedvességet, akkor az aeroszol részecske tömegében hirtelen, ugrásszerű változás következik be, a részecske szilárd fázisból oldatcseppé alakul (1. ábra). A relatív nedvesség további növekedése az oldatcsepp további növekedését eredményezi.

Más higroszkópos tulajdonságú vegyületek, pl. a szervesen savak, nem rendelkeznek a fent említett DRH értékkel, az RH növekedésével méretük folyamatosan növekszik.

1. táblázat: A PM_{10} -re vonatkozó határértékek

	Egészségügyi határérték	Tájékoztatási határérték	Riasztási küszöbérték
	[$\mu\text{g m}^{-3}$]		
PM_{10}	50	75*	100**

* két egymást követő napon

** két egymást követő napon és az OMSZ szerint a következő napon javulás nem várható

Ha az aeroszol részecske már oldatcseppé alakult, akkor a csökkenő relatív nedvesség mellett egy instabil, túltelített állapot jön létre, ennek következtében az újrakristályosodás folyamata nem azonos úton fog bekövetkezni, mint az elfolyósodás. A kristályos szerkezet kialakulása egy jóval alacsonyabb relatív nedvesség értéken (kristályosodási relatív nedvesség) fog bekövetkezni! A csökkenő és a növekvő relatív nedvesség ág csak a kristályosodási RH érték alatt, illetve az elfolyósodási RH érték felett lesz azonos. Ezt a jelenséget nevezzük histerézisnek.

Például a légkör egyik leggyakoribb alkotója az ammónium-szulfát 80%-os RH értéken lesz oldatcsepp, de az újrakristályosodása csak 32,7%-on következik be (Onasch et al., 1999). A csökkenő relatív nedvesség ágon az elfolyósodás és a kristályosodás között a cseppek ún. metastabil állapotban vannak. Ilyenkor nemcsak az oldat koncentrációja, hanem a részecskék kémiai összetétele is megváltozhat, pl. az ammónium-szulfát esetében a növekvő RH ágon mindvégig tiszta ammónium-szulfátként fordul elő, a csökkenő ágon azonban, az ammónia mennyiségétől függően a kristályosodás során ammónium-hidrogén-szulfát (NH_4HSO_4) és letovicit ($(\text{NH}_4)_3\text{H}(\text{SO}_4)_2$ is keletkezhet (Wang et al., 2008). A különböző forrásokból származó és eltérő kémiai összetételű aeroszol részecskék más-más módon reagálnak a légkör változó relatív nedvességére. Elsősorban a szervesen összetevők rendelkeznek jelentős higroszkópos tulajdonsággal, az aeroszol részecskék szerves hányadának higroszkópos viselkedésre gyakorolt hatásáról megoszlik a vélemény. Ezek a komponensek két módon befolyásolhatják a higroszkópos viselkedést: a vízdioxidok növelik a vízben oldott ionok számát (ezt az ún. Raoult-törvényt írja le³), felületaktív vegyületek ugyanakkor csökkentik a felületi feszültséget (amely az ún. Kelvin-hatásban⁴ nyilvánul meg).

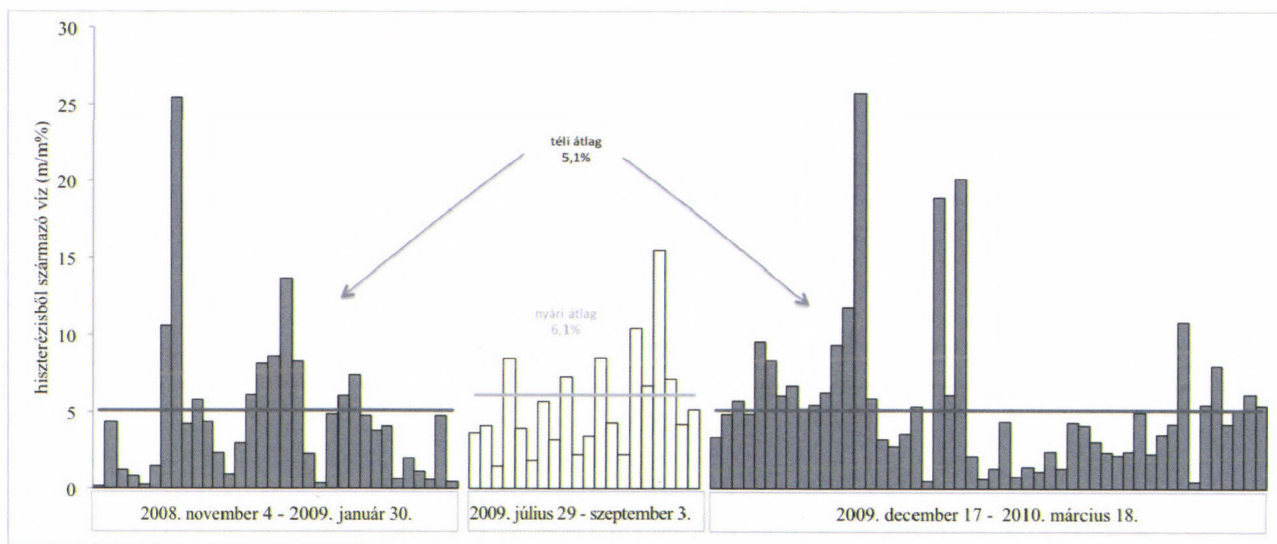
Az aeroszol részecskék tömegkoncentrációjának meghatározásakor gyakran ellentmondás figyelhető meg a kémiai összetételből származtatott (a részecskékben kimutatott alkotók koncentrációjának az összege), illetve a gravimetriás mérések alapján meghatározott tömeg között. Az eltérést a nem azonosított tömeg okozza, amely-

³ A Raoult-törvény kimondja, hogy a komponensek gőznyomása arányos a folyadékfázisbeli móltörttel.

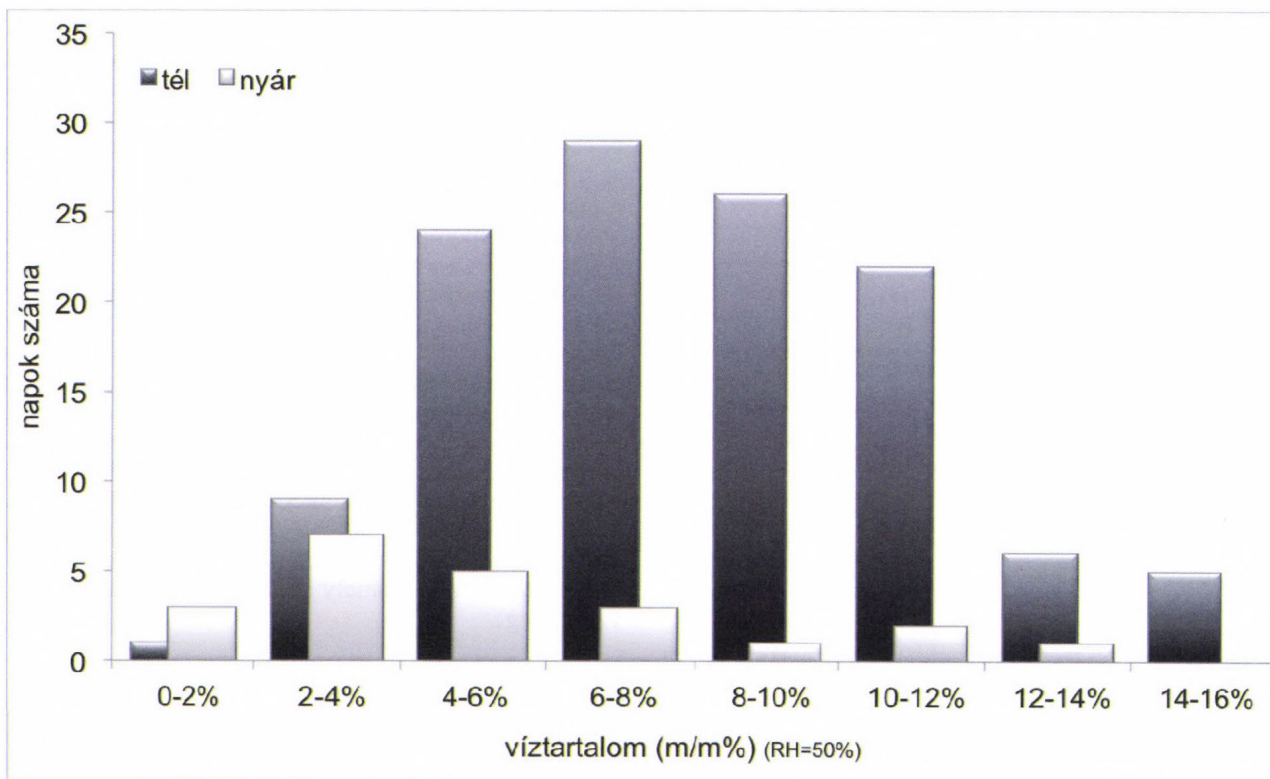
⁴ Kelvin törvénye szerint a domború folyadékfelszín felett nagyobb, homorú felett kisebb az egyensúlyi (telített) gőznyomás, mint a megfelelő sík felszín felett levő.

nek jelentős részét a részecskékben megtalálható (pl. a hiszterézis során visszatartott) víz adja. Kajino és munkatársai 2006-ban kimutatták, hogy téli időszakból származó $PM_{2.5}$ (2,5 mikrométernél kisebb aeroszol részecskék) tömegkoncentrációjának mintegy 10%-a víz, és a már

rel történik, melynek referencia módszere a gravimetriás tömegmérés. Magyarországon a jelenleg érvényben lévő PM_{10} tömegkoncentrációra vonatkozó 24 órás határérték $50 \mu g m^{-3}$, az éves határérték $40 \mu g m^{-3}$. A 24 órás határérték a naptári év alatt 35-nél többször nem léphető túl.



2. ábra: Az aeroszol minták hiszteréziséből származó víz mennyisége az egyes vizsgált napokon.



3. ábra: Az aeroszol részecskék $RH=50\%$ -on meghatározott víztartalmának gyakorisága a téli és nyári időszakban.

említett ammónium-szulfát az 50%-os RH értéken még 30% (m/m) víztartalommal rendelkezik a hiszterézis következtében!

Európában a jelenleg hatályos szabályok értelmében a PM_{10} tömegkoncentráció meghatározása online módszer-

A gravimetriás tömeg-meghatározás az eddigi szabályozás értelmében (EN 12341), jól definiált körülmények között ($RH=50\pm5\%$ és $t=20\pm2^\circ C$), 48 órás kondicionálás után történik. A 2014-ben kiadott szabványmódosításban (12341:2014) a mérési körülmények $t=20\pm1^\circ C$ és

RH=45-50% értékekre változtak. A bevezetőben bemutatott példák alapján azonban megállapítható, hogy még a módosított körülmények sem feltétlen biztosítják, hogy az aeroszol részecskék PM₁₀ hányadának tömegkoncentrációja a valódi száraz tömeget reprezentálja.

Módszer. Vizsgálatainkat az OMSZ Marczell György Főobszervatórium területéről származó városi háttér aeroszol mintákkal végeztük. A mintavétel 2008. november és 2010. március között történt, 132 db téli, valamint 22 darab nyári mintát elemeztünk. A mintákat, kvarcszűrőre (Munktell MG 160, d=150 mm) gyűjtöttük 24 órán keresztül egy Digitel DHA-80 típusú nagyterfogató (30 m³h⁻¹) mintavevő segítségével. Mintavétel előtt és után a kvarcszűrőket a szabványnak megfelelően egy izolált kamrában (amelyben az RH állandó értéken tartható) kondicionáltuk majd nagypontosságú mérleggel (Sartorius, BP 211 D) meghatároztuk a tömegüket.

Elsőként a hiszterézis vizsgálatokat végeztük el, amikor is az izolált kamrában RH=50%-ról megnöveltük a RH értéket (>80%) majd 48 óra elteltével megmértük a szűrők tömegét. Ezt követően újra visszacsökkentettük a RH értékét 50%-ra és újabb 48 óra múlva újra mértük a tömeget. Ezáltal meghatároztuk a hiszterézis miatt (80%-ról 50%-ra csökkent RH) bekövetkező tömegváltozást.

Ezt követően az aeroszol részecskék száraz tömegének meghatározásához szükséges méréseket végeztük el. Ehhez az izolált kamrában RH=50%-ról RH<30% alá csökkentettük a relatív nedvesség értékét, majd 48 óra elteltével mértük a bekövetkező tömegcsökkenést.

Eredmények. A vizsgált időszakban a PM₁₀ tömegkoncentrációja a nyári időszakban 17,3-48 µgm⁻³ között változott, átlagosan 27 µgm⁻³-nek adódott. A téli időszakban a PM₁₀ tömegkoncentráció 5,9-166 µgm⁻³ közötti tartományban mozgott, átlagos értéke 47,2 µgm⁻³. A vizsgálat alatt a nyári időszakban a PM₁₀ tömegkoncentrációja nem haladta meg az egészségügyi határértéket sem. Ezzel szemben a téli időszakban 34 napon volt 50 µgm⁻³, 14 napon 75 µgm⁻³, és további 5 napon volt 100 µgm⁻³ felett a PM₁₀ koncentrációja.

A hiszterézis vizsgálatok eredményei alapján megállapítottuk, hogy télen és nyáron az aeroszol minták hiszterézise között jelentős különbség nem figyelhető meg. Mindkét évszakban átlagosan 5,1-6,1% tömegnövekedést okoz a jelenség a részecskék higroszkópos tulajdonságának köszönhetően. Annak ellenére, hogy az aeroszol részecskék hiszterézise széles tartományban változott a vizsgált időszak alatt, szoros összefüggés nem

volt megfigyelhető a hiszterézis mértéke és a környezeti RH között (2. ábra).

Az aeroszol részecskék száraz tömegének meghatározásakor, az RH=50%-ról történő további szárítás hatására (RH<30%) a minták tömegében további csökkenés volt megfigyelhető. Az eredmények a hiszterézis vizsgálatoknál markánsabb évszakos eltérést mutatnak. A 3. ábrán megfigyelhetjük, hogy a téli minták esetében főként a 4-12%-os víztöbblet a jellemző, míg a nyári minták esetében inkább csak 2-6% közötti az aeroszol részecskék víztartalma. A téli időszakra RH=50%-on a víztartalom átlagosan 9,1±0,8%, míg a nyári mintákra ez az érték 5,2±1,5%-nak adódott.

A fenti eredmények figyelembevételével, az általunk meghatározott víztartalommal korrigálva becsülhetjük a téli időszak száraz PM₁₀ tömegkoncentrációját. Ezek alapján a fentiekben említett egészségügyi, tájékoztatási és riasztási határértéket meghaladó napok száma csökkent. A vizsgált 132 nap esetében a napi átlagos PM₁₀ koncentráció 34 helyett 25 napon haladta meg 50 µgm⁻³-t (ez 6,8%-os csökkenés), 14 nap helyett 7 napon 75 µgm⁻³ és 5 nap helyett 2 napon volt 75 és 100 µgm⁻³-nél nagyobb a PM₁₀ koncentrációja (rendre 5,3%-os és 1,5%-os csökkenés). Úgy véljük, hogy a „ténylegesen” száraz (RH<30%-on meghatározott) PM₁₀ tömegkoncentráció figyelembevétele valósabb képet festene a levegőminőség állapotáról (szmoghelyzetek megítéléséről), és fontos szerepe lehetne az Európai Unió környezetvédelmi előírásainak betartásában, teljesítésében is.

Köszönetnyilvánítás. A publikáció a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0064 számú „Az éghajlatváltozásból eredő időjárási szélsőségek regionális hatásai és a kár-enyhítés lehetőségei a következő évtizedekben” című projekt keretében készült. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg. A kutatómunkát az OTKA K113059 pályázat támogatta.

Irodalom

- Gleick, P. H., 1996: Water resources. In Encyclopedia of Climate and Weather, (ed. Schneider, S. H.) Oxford University Press, New York, vol. 2, 817–823.
- Onasch, T. B., Siefert, R. L., Brooks, S. D., Prenni, A., Murray, B., Wilson, M., and Tolbert, M. A., 1999: Infrared spectroscopic study of the deliquescence and efflorescence of ammonium sulfate aerosol as a function of temperature. *Journal of Geophysical Research* 104, 21317–21326.
- Wang, J., Hoffmann A. A., Park R. J., Jacob D. J. and Martin S. T., 2008: Global distribution of solid and aqueous sulfate aerosols: Effect of the hysteresis of particle phase transitions. *Journal of Geophysical Research* 113, 11206–11225.

A PM₁₀ SZABÁLYOZÁSA REGULATION OF PM₁₀

Varga Judit

Földművelésügyi Minisztérium, 1055 Budapest Kossuth Lajos tér 11., judit.varga@fm.gov.hu

Összefoglalás. A tanulmány áttekintést ad a kültéri levegőben található kisméretű részecske, PM₁₀ szennyezés és szennyezettség szabályozásának nemzetközi, EU közösségi és nemzeti aspektusairól is. Rámutat a stratégiai célokra, lehetséges intézkedésekre és végrehajtásuk problémáira. A hazai szennyezettség ismertetése mellett a csökkentést célzó intézkedések is bemutatásra kerülnek.

Abstract. This paper gives an overview on international, EU level, and national scale aspects of PM₁₀ pollution in ambient air. The strategic goals, possible measures and problems regarding their implementation of regulation are shown. The PM₁₀ pollution situation in Hungary, as well as measures aiming its improvement are also presented.

Nemzetközi vonatkozások. Korán felismerték, hogy a légszennyezés nem ismer határokat, küzdeni ellene csak nemzetközi összefogással lehet. Így nem véletlen, hogy az első jelentős nemzetközi környezetvédelmi egyezmény az 1979-ben született, **Nagy Távolságra Jutó, Országhatárokon Átterjedő Légszennyezésről szóló Genfi Egyezmény.** Jelenleg 51 Részcs Fele van az ENSZ EGB területén, köztük a kezdetektől hazánk is.

Napjainkig tartó rendkívüli jelentőségét komoly tudományos háttér adja, melyre épülve hatékony, korszerű szabályozás alakítható ki. A különböző munkacsoportjaiban, nemzetközi együttműködési programjaiban részt vevő kutatóintézetek, egyetemek garantálják a legfrissebb tudományos ismeretek felhasználását.

Az Egyezmény Jegyzőkönyvekbe foglalta a kötelezettségeket. Ezek közül kisebb mértékben az 1998-as **Aarhusi Nehézfém Jegyzőkönyv**, átfogóbban pedig az 1999-ben elfogadott, az savasodás, az eutrofizáció és a talajközeli ózonszennyezettség csökkentéséről szóló **Göteborgi Jegyzőkönyv** releváns a PM szennyezés szempontjából. Az utóbbi években mindkét jegyzőkönyv felülvizsgálatra és módosításra került, bár ezek ratifikálása még nem történt meg.

A Göteborgi Jegyzőkönyv (GP) az általános előírásokon és jelentésadási kötelezettségeken kívül a különböző kibocsátási forrásokra vonatkozó korlátozásokat is előír. A technológiai kibocsátási előírások kiterjednek a mozgó forrásokra, valamint a helyhez kötött források közül mind a különböző (50 MW_{th}-nál nagyobb, illetve kisebb háztartási és egyéb) tüzelőberendezésekre, ásványi olaj és gáz finomítókra, cement- és mészgyártásra, fémgyártásra és -feldolgozásra, üveg- és papírgyártásra, hulladéktisztításra és titán-dioxid gyártásra is.

Egyik legérdekesebb szabályozási eszköze a nemzeti kibocsátási küszöbök bevezetése. Az először a 2010. évre meghatározott küszöbök négy légszennyező anyag (kén-dioxid, nitrogén-oxidok, ammónia és illékony szerves vegyületek) esetén rögzítették azt a maximális értéket, melyre vonatkozóan a Részcs Felek vállalták, hogy 2010-ben és az azt követő években kevesebb lesz országos összes légszennyezőanyag kibocsátásuk (3. táblázat).

A 2012-ben módosított GP már tartalmazza a 2020. évre vonatkozó küszöbököt is (igaz, a 2005. évi kibocsátáshoz mért százalékos csökkentési kötelezettségként, biztosítva ezzel a kibocsátási leltárok megfelelő fejlesztését). A szabályozott anyagok közé ötödikként bekerült a PM_{2,5} is, és külön hangsúlyt, prioritást kapott a korom kibocsátások csökkentése, felismerve annak kiemelkedő egészségkárosító hatását.

A levegőtisztaság-védelem közösségi szabályozása. Az Európai Unió környezetvédelmi akcióprogramjaiban rögzíti levegőtisztaság-védelmi céljait is. A Környezetvédelmi 6. Akcióprogram (2002–2012) nevesíti a következő célt:

Olyan szintű levegőminőség elérése, amely az emberi egészségre és a környezetre nézve nem jelent számottevő ártalmat és kockázatot.

Ennek elérését elősegítendő született meg a Légszennyezésről szóló Tematikus Stratégia (2005), és indult útjára a Tiszta Levegőt Európának (*Clean Air for Europe - CAFE*) Program. Mivel minden erőfeszítés ellenére sem sikerült e célt elérni, az szerepel a most hatályos, 7. Környezetvédelmi Akcióprogramban (2013–2020) is.

A levegőtisztaság-védelem szabályozásának alapvetően két oldala van: az egyik a levegőben található szennyezettségre, a másik a légszennyező anyagok kibocsátásának korlátozására vonatkozik.

Levegőminőségi szabályozás. Az Európai Parlament és a Tanács **2008/50/EK** irányelve (2008. május 21.) a környezeti levegő minőségéről és a Tisztább Levegőt Európának elnevezésű programról, valamint **2004/107/EK** irányelve (2004. december 15.) a környezeti levegőben található arzénról, kadmiumról, higanyról, nikkelről és policiklusos aromás szénhidrogénekéről szolgálja az első célkitűzést. Ez rögzíti a mérési és értékelési követelményeket, a mérőhálózatok kialakításának és működtetésének szabályait, az egészségügyi és ökológiai cél-, küszöb- és határértékeket, jelentésadási kötelezettségeket, a levegőminőségi programok és a szmogszabályozás megalkotásának követelményeit.

1. táblázat: A PM_{10} és $PM_{2,5}$ egészségügyi határértékei

PM ₁₀			PM _{2,5}	
éves	40 µgm ⁻³		éves	25 µg/m ³
napi	50 µgm ⁻³	naptári évenként legfeljebb 35 alkalommal túlléphető		
Hatályos 2005. január 1. óta			Hatályos 2015. január 1. óta	

2. táblázat: A $PM_{2,5}$ szennyezettség szabályozási elemei

$PM_{2,5}$ átlagexpozíció-mutató
két (2009 és 2010) vagy három (2008, 2009, 2010 vagy 2009, 2010, 2011) naptári évre vonatkozó éves mozgó átlag, városi háttér állomásokon mérve
Nemzeti expozíciócsökkentési cél, 0 - 20%
vonatkoztatási időszak: 2018, 2019, 2020 mozgó átlaga
Expozíciókoncentrációra vonatkozó kötelezettség 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, teljesítési év: 2015

A PM-re vonatkozó egészségügyi határértékeket az 1. táblázat foglalja össze. A $PM_{2,5}$ szennyezettségre bevezetett komplexebb szabályozási elemeket a 2. táblázat tartalmazza. Láthatóan a figyelem ez esetben az általános terhelés helyett a városi háttérű mérésekre fókuszál.

Kibocsátások korlátozása. A légszennyező anyagok kibocsátásait korlátozó legkomplexebb eszköz az Európai Parlament és a Tanács ipari kibocsátásokról szóló **2010/75/EU** irányelve (2010. december 17.), mely a környezetszennyezés integrált megelőzéséről és csökkentéséről szóló 96/61/EK irányelv mellett további hat, a környezetre jelentős hatást gyakorló ipari tevékenységet szabályozó ágazati irányelvet foglal egyetlen irányelvbe. PM kibocsátás szempontjából a nagy tüzelőberendezések, a hulladék-égető vagy hulladék-együttégető művek szabályozása kiemelendő.

Elfogadásra került, jelenleg kihirdetés előtt áll egy **új irányelv** a közepes méretű (1-50 MW_{th}) tüzelőberendezések (kazánok, dízel, gáz, vegyes) motorok, gázturbinák) légszennyezőanyag (SO₂, NO_x és PM) kibocsátásának korlátozása, mellyel legalább 20% kibocsátás-csökkentés érhető majd el.

A háztartási tüzelőberendezések vonatkozásában az Európai Parlament és a Tanács **2009/125/EK** irányelve (2009. október 21.) az energiával kapcsolatos termékek környezetbarát tervezésére vonatkozó követelmények megállapítási kereteinek létrehozásáról szóló ún. **Ökodizájn** irányelv, korlátozást ír elő a szilárd tüzelőanyaggal működő berendezések kibocsátására.

A kibocsátások további szabályozása integrálásra került egyéb területekre (közlekedés, mezőgazdaság).

3. táblázat: Magyarország éves összes kibocsátása 2005. és 2010. években, valamint a légszennyező anyagok kibocsátására vonatkozó meglévő és tervezett csökkentési kötelezettségek (küszöbök)

kt/év		SO ₂	NH ₃	NO _x	VOC	PM _{2,5}	
küszöb	2030*	73% (11)	66% (51)	43% (45)	58% (55)	64% (11,5)	új NEC
	2020*	46% (22)	34% (100)	10% (71)	30% (91)	13% (28)	GP (2012) új NEC
	2010	500 550	198 198	90 90	137 137	- -	NEC (2001) GP (1999)
kibocsátás	2010	32	162	65	109	32	
	2005	42	150	79	130	32	bázis év

A közösségi szabályozás is bevezette a GP speciális eszközét, melyet az Európai Parlament és a Tanács **2001/81/EK** irányelve (2001. október 23.) a légköri szennyezők nemzeti kibocsátási határértékeiről szóló, ún. **NEC irányelv** határoz meg (3. táblázat). Az irányelv most folyó módosítása jelentős vitákat generál, különösen a 2030-ra javasolt, rendkívül ambiciózus csökkentési kötelezettségek tekintetében.

Gondok. Az eddig bemutatott szabályozási intézkedések végrehajtása nem hozta meg a kívánt eredményt. Európa

jelentős részén 5 évvel a szabályozás hatálybalépését követően, 2010-ben is történt napi PM_{10} határérték túllépés (1. ábra), és jelenleg is kötelezettség-szegési eljárás alatt áll a tagállamok több mint fele (17 tagállammal szemben folyik eljárás a PM_{10} határértékek túllépése miatt). A bevezetett levegőminőségi határértékek betartásának időbeli eltolására vonatkozó mentességek nem vezettek valódi eredményre sok esetben. Európa-szerte okoz egyre jelentősebb

problémát a lakossági szilárd tüzelés növekvő légszennyezése, ami tovább növeli az egyébként is magas háttér-szennyezettséget. Az előrejelzések szerint 2020-ban is számos levegőminőségi zóna számolhat túllépéssel (2. ábra).

Az utóbbi években bizonyítottá vált a légszennyezés egészségkárosító hatása. Az Egészségügyi Világszervezet (WHO) kutatóintézetei találtak bizonyítékot arra vonatkozóan, hogy:

„A dízelmotorok kipufogógázai tüdőrákot okoznak, és növelik a hólyagrák kockázatát is”, valamint hogy „A légszennyezés nemcsak megnöveli a légzőszervi meg-

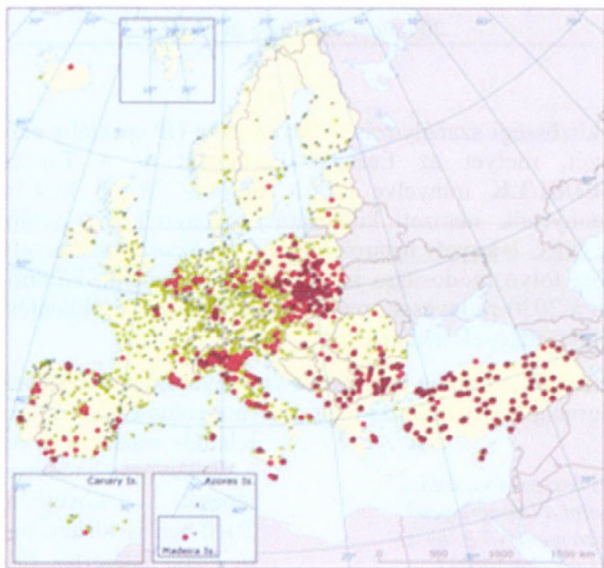
betegedések és a szívbetegség kockázatát, de karcinogén is.”

Mindezeket felismerve 2013 végén az Európai Bizottság benyújtotta **levegőtisztaság-védelmi csomagját**, mely a következő elemekből áll:

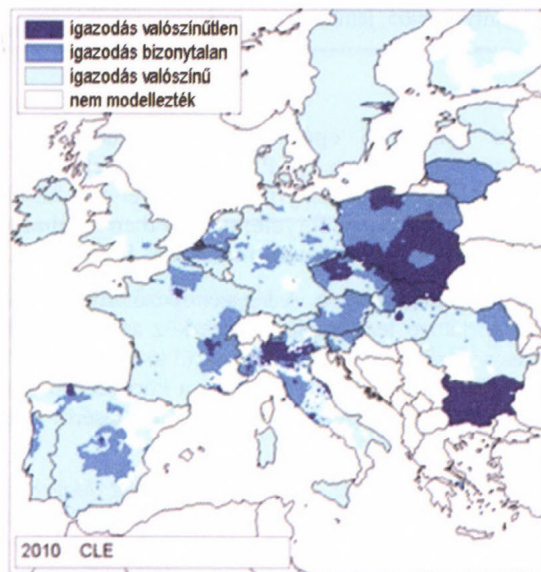
1. a Tisztább Levegőt Európának **CAFE program** felülvizsgált változata
2. a nemzeti kibocsátási küszöbokről szóló **NEC irányelv módosítása**

3. új **irányelv javaslat** a közepes tüzelőberendezésekre
4. javaslat a Nagy Távolságra Jutó, Országhatárokon Átterjedő Légszennyezésről szóló Genfi Egyezmény Götebörgi Jegyzőkönyvének EU szintű **ratifikálására**
5. mindezen elemeket alátámasztó részletes **hatásvizsgálat**.

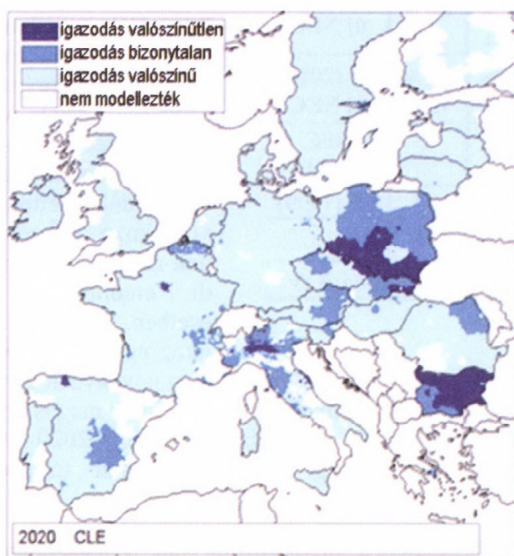
Részletes információk: http://ec.europa.eu/environment/air/clean_air_policy.htm. A csomag célul tűzte, hogy 2020-ig minden tagállam megfeleljen a jelenlegi szabá-



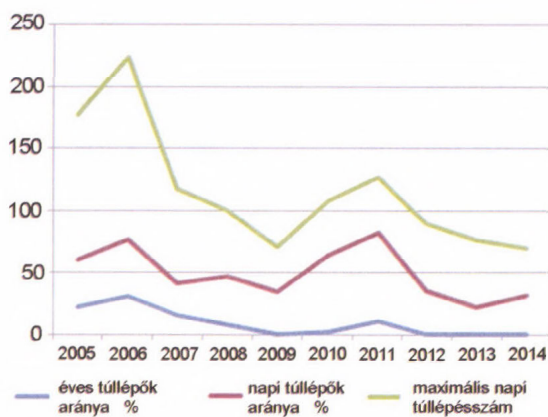
1. ábra: PM_{10} szennyezettség 2010-ben



2.a. ábra: A PM_{10} határértékek betartása (zónánként) a 2010. évben



2.b. ábra: A PM_{10} határértékek betartása (zónánként) a 2020. évben



3. ábra: PM_{10} határértékeket túllépő, magyarországi levegőminőség mérő állomások statisztikája (A 2014. évi adatok előzetesek)

lyozásnak, 2030-ra pedig a szabályozás közelítsen a WHO által meghatározott, szigorúbb követelményekhez.

Hazai levegőtisztaság-védelmi helyzet. Általánosságban elmondható, hogy a **hazai szabályozás** követi a közösségit, néhány helyen szigorúbb. Ezek egy részénél már az EU csatlakozást megelőzően is az volt, de akad olyan szabályozási elem – például a PM_{10} küszöbértékek, melyekre a szmogriadó elrendelése épül –, amelyek csak a hazai szabályozásban találhatók meg.

A **PM levegőminőségi helyzetet** értékelve elmondható, hogy lassú javulás látható (3. ábra), melyet csak a 2011. évi kiugrás tör meg. Az éves PM_{10} egészségügyi határértéket hazánk minden pontja teljesítette az utóbbi három évben (illetve 2009-ben és 2010-ben is), de a 24 órás határértéket még a mérőpontok kb. harmada túllépi. Az is elmondható, hogy a maximális napi határérték túllépések száma is csökken, de még mindig közel kétszerese az éves szinten megengedett 35-nek.

A 2011. élvben tapasztalt kiugró PM_{10} szennyezettség okai még nem feltártak – nem magyarázhatóak a kibocsátások változásával, és Európa-szerte érezhetőek voltak (2015. évi SOER jelentés:

<http://www.eea.europa.eu/soer-2015/synthesis/report/5-riskstohealth#figure5-2>).

Kibocsátási oldalról elmondható, hogy hazánk teljesíti kötelezettségeit. Az eddig meghatározott, 2010-re vonatkozó küszöbök mindegyikét teljesítette (3. táblázat). PM vonatkozásában 2020 lesz az első év, mely csökkentési kötelezettséggel jár. Ennek teljesítése különösen a lakossági kibocsátások miatt jelent kihívást.

A helyzet javítása érdekében több szinten készültek **tervek, programok**, zajlanak intézkedések. Egyrészt a **települési önkormányzatok, fővárosi kerületek** környezetvédelmi programja tartalmaznak levegőtisztaság-védelmi intézkedéseket, melyek maximálisan figyelembe veszik a helyi viszonyokat.

Regionális szinten ezeket egészítik ki a kormányhivatalok által készített, az intézkedési területükre vonatkozó **leve-**

gőminőségi tervek, melyek során nemcsak az önkormányzatok, de a legjelentősebb kibocsátók, a közlekedési és egészségügyi hatóság is bevonásra kerülnek. A legutóbb 2013-ban felülvizsgált tervek is nyilvánosak:

<http://www.kormany.hu/hu/foldmuvelesugyiminiszerium/kornyezetugyvert-agrarfejlesz-tesert-es-hungarikumokert-felelos-allamtitkarsag/hirek/levegomino-segi-tervek>.

Mivel mindezek nem hozták meg a kellő eredményt, a kormány 2011-ben megalkotta és elfogadta a **kisméretű szálló por (PM_{10}) csökkentés ágazatközi intézkedési programját**, melynek **2030-ig** történő megvalósításához megközelítően **700 milliárd forint** felhasználása szükséges. Számítások szerint az intézkedések hatására a **PM_{10} kibocsátás 10-15%-kal csökkenthető**, melynek eredményeképpen – nemzetközi tanulmányokat figyelembe véve – átlagosan **10-20%-os PM_{10} koncentrációcsökkenés** érhető el. A program és a vonatkozó információk megtalálhatóak a <http://pm10.kormany.hu> weboldalon. Az elfogadása óta eltelt évek tapasztalatai alapján aktuálissá vált a program felülvizsgálata, mely jelenleg is zajlik.

Tekintve, hogy a $PM_{2,5}$ kibocsátások több mint kétharmada a lakossági szilárd tüzelésből származik, szükségessé vált a tudatformálás erősítése. Ennek okán indult útjára a **Fűts okosan!** kampány, illetve weboldal (<http://futsokosan.kormany.hu>). A kiadványok, plakátok és internetes oldal információkat tartalmaznak a megfelelő tüzelőanyag kiválasztásáról, a helyes begyűjtés folyamatáról, a megfelelő tüzelőberendezés kiválasztásáról, a környezet-egészségügyi hatásokról, stb. A tervek szerint kisfilmek, rajzpályázat is részét képezi majd a kampány folytatásának.

Látható, hogy jelentős lépések történtek már a PM szennyezettség enyhítésére, de komoly kihívások elé nézünk a jövőben is az egészségügyi határértékek, különösen a WHO által javasolt szennyezettségi szintek eléréséig.

Irodalom

Air Quality in Europe, 2012: EEA Report N° 4/2012. Az Európai Bizottság levegőtisztaság-védelmi szabályozási javaslatcsomagjának hatásvizsgálata. SWD (2013) 531.

HATÁRON TÚLI FORRÁSOK HATÁSA A HAZAI PM SZENNYEZETTSÉGRE

CONTRIBUTION OF TRANSBOUNDARY SOURCES TO THE HUNGARIAN PM POLLUTION

Ferenczi Zita

Országos Meteorológiai Szolgálat, 1181 Budapest, Gilice tér 39. ferenczi.z@met.hu

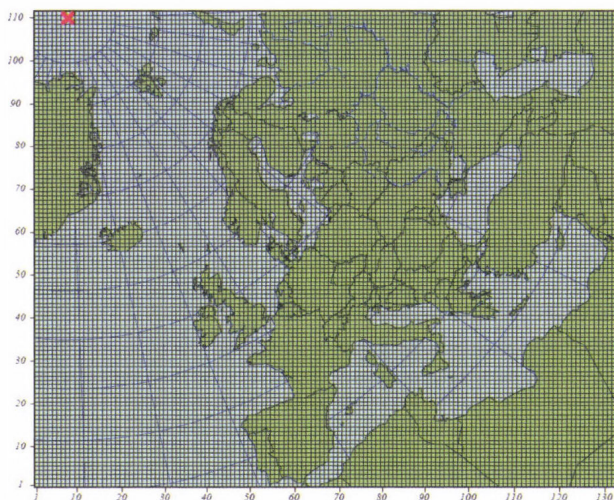
Összefoglalás. A légkörbe került szennyezőanyagok kémiai tulajdonságaiktól és a meteorológiai viszonyoktól függően nagy távolságokra is eljuthatnak, sok esetben nem a kibocsátás közelében, hanem távolabbi helyeken okoznak levegőtisztasági problémát. A kémiai transzport modellek azon típusaival, amelyek rendelkeznek forrás receptor algoritmussal alkalmasak arra, hogy meghatározzák egyes földrajzi térségek esetében, hogy az adott szennyezőanyag honnan érkezett, vagy azt, hogy az adott terület légszennyezéséért milyen arányban felelősek a helyi illetve a távolabbi források. A cikkben röviden egy nagytávolságú transzport modellt mutatok be, valamint azt, hogy a modellel végzett számítások hogyan használhatók a hazai PM (Particulate Matter) szennyezés vizsgálataihoz.

Abstract. Pollutants emitted into the air can be transported by the wind far from their sources, depending on the properties of the specific pollutant and the meteorological conditions. It means that the emissions in one region can cause environmental impacts far away. Effect of the long-range transport on the local pollution can be determined by that type of chemical transport model which includes the source-receptor relationships algorithm. In this work a representative of these types of models will be presented shortly. Furthermore, it will be demonstrated how the model results for the air quality assessment can be applied.

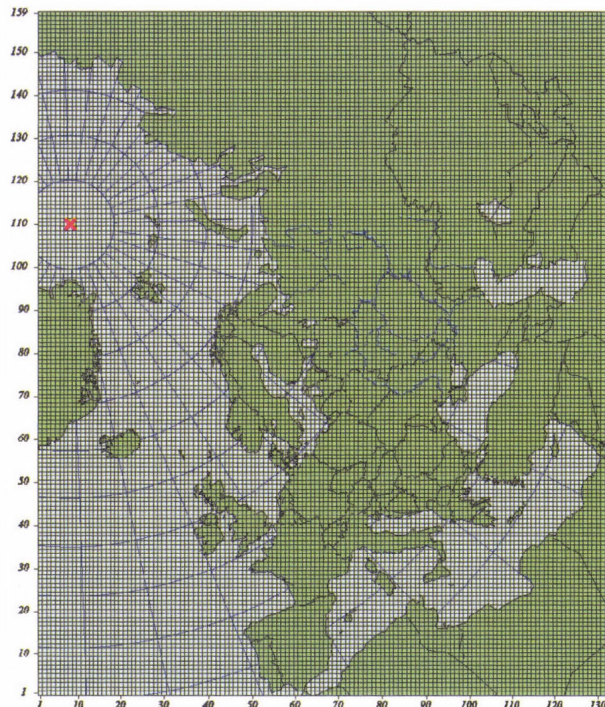
Az alkalmazott terjedési modell bemutatása. Az Európai Mérési és Értékelési Program (EMEP - European Monitoring and Evaluation Programme) 1977-ben egy sikeres kezdeményezés eredményeként indult, amelyhez majdnem minden európai ország csatlakozott azzal a céllal, hogy az akkor legjelentősebb környezeti problémát, a savas ülepedést vizsgálja. Amikor 1979-ben létrejött az „Egyezmény a nagy távolságra jutó, országhatárokon áttérjedő levegőszennyezésről” (Genfi Egyezmény, CLRTAP), az EMEP integrált része lett az egyezménynek, amely azóta is fontos szerepet játszik az

emissziócsökkentési forgatókönyvek kialakításában mind az Egyezményt aláíró, mind pedig az Európai Unió tagállamaira vonatkozóan.

Az EMEP két meteorológiai szintetizáló központja közül a nyugati központ (MSC-W) Oslóban található, és a fotooxidánsok, valamint az aeroszol részecskék nagytávolságú transzportjának modellszámításokkal történő vizsgálatáért felelős. A másik, keleti modellező központ Moszkvában dolgozik (MSC-E), és a nehézfémek és POP-ok (persistent organic pollutants – nehezen lebom-



1. ábra: Az EMEP modell számítási területe
1997 és 2008 között
és 2008-tól (jobboldal)



ló, a környezetben tartósan megmaradó szerves szennyezők) vizsgálatáért felelős. A harmadik központ, a kémiai koordináló központ (CCC) az EMEP mérőhálózatának szakmai felügyeletét látja el, valamint évről évre összegyűjti, validálja, majd a modellező központoknak továbbítja a mérési eredményeket. Az MSC-W-nél futtatott modell egy 3-D Euler-típusú kémiai transzport modell, amellyel a savas ülepedés, valamint a troposzférikus ózonhoz és az aeroszol részecskékhez köthető légszennyezettségi problémák vizsgálhatók. Az MSC-W kémiai transzport modelljének eredményei fontos információkat szolgáltatnak az International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA) GAINS elnevezésű integrált hatáselemző modellje számára, amellyel a gazdasági és légszennyezettségi folyamatok komplex módon vizsgálhatók, és amely modell számítási eredményei

transzportjának vizsgálatára ezért indult meg a kémiai transzport modellek fejlesztése. E modellek egyike az ún. *EMEP modell* (Simpson et al., 2012). Az EMEP modell első verziója Lagrange-típusú modell volt, amellyel egyedül a kénkomponensek légköri terjedését lehetett tanulmányozni Európa térségében. A modelleredmények térbeli felbontása akkor $150 \text{ km} \times 150 \text{ km}$ volt, szemben a mai $50 \text{ km} \times 50 \text{ km}$ -es rácsfelbontással. Idővel a modellbe beépítették a nitrogén komponenseket és a troposzférikus ózont is, így Európa levegőszennyezettségét már komplexen lehetett vizsgálni a savasodás szempontjából. A modell fejlődésében lényeges mérföldkő volt, amikor matematikai leírásmód-váltás történt és a Lagrange-féle leírást az Euler-mód váltotta fel. A modell jelenlegi változatának is ez az Euler-típusú kémiai transzport modell az alapja, bár az évek során jelentős

1. táblázat: Az EMEP modell input meteorológiai paraméterei

Paraméter neve	dimenzió	folyamat, amelynek leírásában felhasználjuk az adott meteorológiai paramétert
3-D mezők:		
Horizontális szélesség komponensek	ms^{-1}	Advekción
Specifikus nedvesség	kg kg^{-1}	Kémiai reakciók, száraz ülepedés
Potenciális hőmérséklet	K	Kémiai reakciók, diffúzió
Csapadék	mm	Száraz és nedves ülepedés
Felhőfedettség	%	Nedves ülepedés, fotolízis
Vertikális szél komponens	s^{-1}	Vertikális advekción
Felfelé irányuló konvektív fluxus	$\text{kg m}^{-2} \text{s}^{-1}$	Vertikális transzport, nedves ülepedés
Lefelé irányuló konvektív fluxus	$\text{kg m}^{-2} \text{s}^{-1}$	Vertikális transzport, nedves ülepedés
2-D mezők – talajfelszínre:		
Felszíni légnyomás	hPa	Levegő sűrűsége, vertikális szintek kijelölése
Hőmérséklet 2 m-en	K	Száraz ülepedés, stabilitás
Felszíni szenzibilis hőfluxus	W m^{-2}	Száraz ülepedés, stabilitás
Felszíni látens hőfluxus	W m^{-2}	Száraz ülepedés
Momentum fluxus vagy súrlódási sebesség	Nm^{-2} vagy ms^{-1}	Száraz ülepedés, stabilitás
Hó magasság	m	Száraz ülepedés
Jégborítottság aránya	%	Száraz ülepedés
Tengerfelszín hőmérséklete	K	Tengeri só
Szélesség 10 m-en	ms^{-1}	Tengeri só
A felszín közeli rétegben a talaj víztartalma	–	Por emisszió
Gyökérzónában a talaj víztartalma	–	Száraz ülepedés

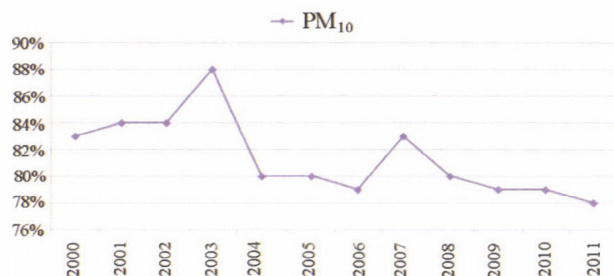
meghatározó szerepet játszanak az emisszió csökkentési protokollok kidolgozásánál.

Az EMEP keretein belül elindult modellezési tevékenység Anton Eliassen és Øysten Hov norvég kutatók nevéhez fűződik, akik felismerték, hogy a légkörbe került szennyezőanyagok sok esetben nem a forrásukhoz közel, hanem attól távoli helyeken okoznak légszennyezettségi problémákat. A szennyezőanyagok nagytávolságú

fejlesztések történtek, elsősorban a kémiai mechanizmusokban. A modell továbbra is a savasodás és a fotooxidánsok nagytávolságú transzport vizsgálatának fontos eszköze.

A modell jelenleg alkalmazott változata egy a 60. szélességi körön távolságtartó polár-sztereografikus vetületen, $50 \text{ km} \times 50 \text{ km}$ térbeli felbontású rácson számol. Az eredeti EMEP számítási terület csak Európát tartalmazta, de

2008-tól a modell számítási területét megnövelték Eurázsia felé. Az eredeti és a változás utáni térkép kivágat az 1. ábrán látható. A modell számítási területe vertikális irányban 100 hPa-ig (kb. 15 km magasságig) terjed, és ez a légkör 20 szintre van felosztva oly módon, hogy a légszennyezőanyagok átkeveredése szempontjából lényeges alsó 3 km magasságú légkörbe esik 10 réteg, ami lehetővé teszi ennek az alsó légkörnek a jóval részletesebb vizsgálatát.



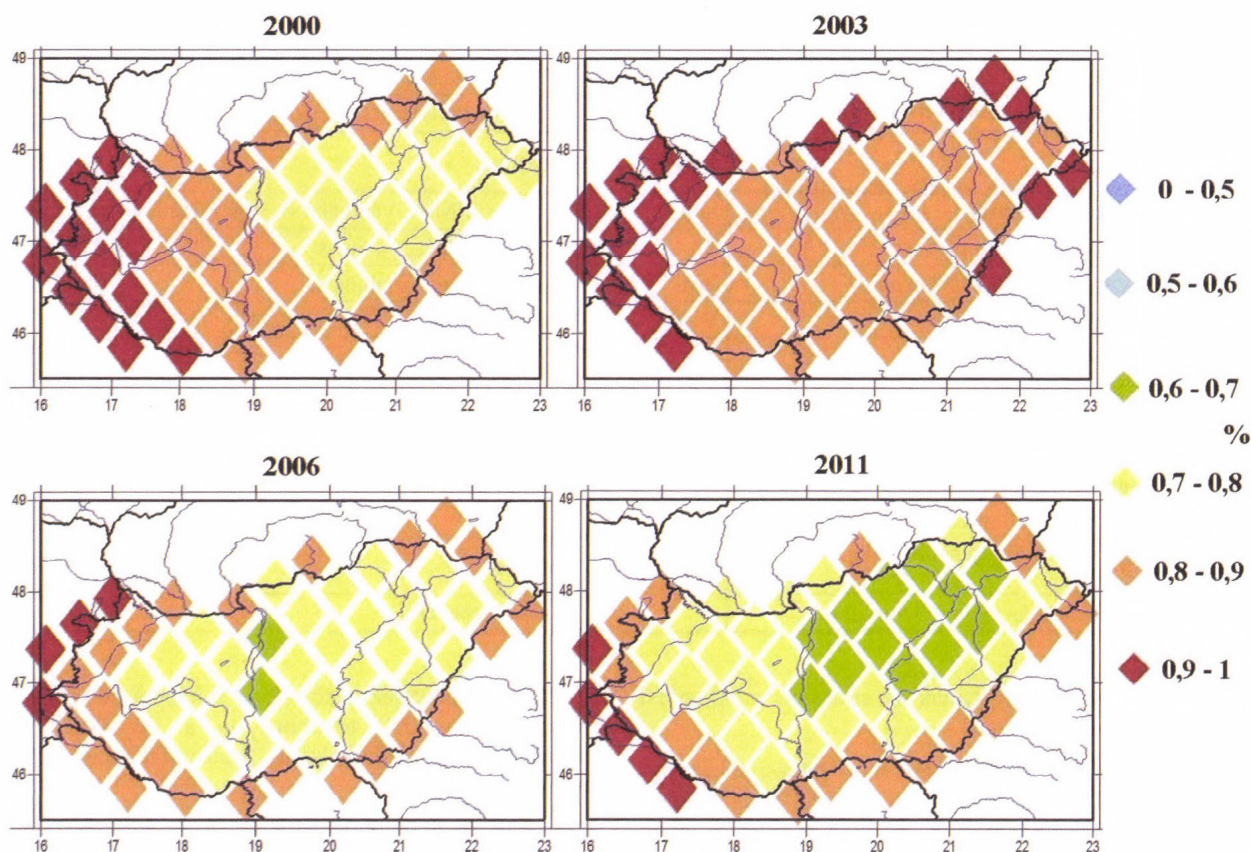
2. ábra: A nagytávolságú transzport hozzájárulásának aránya a magyarországi PM₁₀ szennyezettséghez 2000 és 2011 között

Az EMEP modellt története során több kémiai sémával futtatták, jelenlegi verziója az ún. EMEP-EmChem09 elnevezésű sémával dolgozik, amely 72 fajta kémiai anyag között lejátszódó 137 kémiai és 26 fotokémiai reakciót ír le.

A modell számol a kémiai anyagok száraz és nedves ülepedésével is. A száraz ülepedést az egyes szennyezőanyagok száraz ülepedési sebessége határozza meg. A nedves ülepedés lényegében két folyamat eredménye: az egyik a felhő alatti kimosódás, amikor a felhőből kihulló csapadékcseppek kimoszák a levegőből a szennyeződések, a másik pedig a felhőkben történő kimosódás, amikor a szennyezőanyag részecskéi, mint kondenzációs magvak viselkednek, és rajtuk jönnek létre a felhőcseppek.

Az EMEP kémiai transzport modell bemenő adatainak bemutatása. **Emisszió.** Az EMEP modell standard input emissziós adatai az éves nemzeti rácsponti emissziós adatokból állnak elő, amelyek tartalmazzák a kén-dioxidot (SO₂), a nitrogén-oxidokat (NO_x = NO + NO₂), az ammóniát (NH₃), a nem-metán illékony szerves vegyületeket (NMVOC), a szén-monoxidot (CO) és az aeroszol részecskéket (PM_{2,5}, PM₁₀). Az aeroszol részecske kategória igény szerint tovább osztható elemi szénre, szerves anyagokra és más vegyületekre. Az emisszió lehet antropogén eredetű (fosszilis anyagok és biomassa alapú üzemanyagok égetése, oldószer kibocsátás stb.) vagy természetes forrású (pl. a lombkorona VOC kibocsátása, vulkánok stb.).

A CLRTAP jegyzőkönyvet aláíró országoknak minden évben nemzeti becsléseket kell készíteniük az antropogén



3. ábra: A nagytávolságú transzport hozzájárulásának aránya a magyarországi PM₁₀ szennyezettséghez

szennyezőanyag kibocsátásukra vonatkozóan. Az adatok térbeli eloszlása meg kell, hogy egyezzen az EMEP rács térbeli felbontásával. Az emissziós adatokat 10 antropogén szektorra osztották fel, amelyeket SNAP kódoknak nevezünk.

A talajközeli rétegre vonatkozó rácsponti, kétdimenziós emissziós adatokból háromdimenziós adatbázis készül, a szennyező fáklya emelkedését meghatározó fizikai törvényszerűségek figyelembevételével.

A nyers éves emissziós adatokból havi, heti és órás eloszlásfüggvények segítségével a kibocsátási adatok időbeli változékonyságát is előállítjuk. Ezekkel a függvényekkel lehet jellemezni pl. a fűtésből származó emisszióban tapasztalható havi változékonyságot vagy a közlekedésből származó kibocsátás jellegzetes napi és heti menetét.

Meteorológia. Az EMEP modell futtatásának nélkülözhetetlen bemenő adatai az adott év meteorológiai viszonyait leíró adatfájlok. Az EMEP modell története során több numerikus előrejelző modell rácsponti adatait használta, de 2009-től az ECMWF-IFS adatai jelentik a modell elsődleges meteorológiai inputját. Az ECMWF numerikus előrejelző modell 2011-től 3 órás időbeli és $0,14^\circ \times 0,14^\circ$ horizontális térbeli felbontással, 91 vertikális légköri szintre vonatkozóan az 1. táblázatban részletesen bemutatott adatokkal írja le a légkör viselkedését. A táblázatban feltüntetett azokat a fizikai és kémiai folyamatokat is, amelyeknek a leírásához az adott meteorológiai paramétert a modell felhasználja.

Kezdeti- és határfeltételek. A modell inicializálásához a hosszú tartózkodási idejű szennyezőkre vonatkozóan kezdeti koncentráció értékekre van szükség (kezdeti feltétel). Ezek azok a koncentráció értékek, amelyek a kémiai reakciónál a kiindulási értéket jelentik. Mivel az EMEP modellt nem a teljes hemiszférára vonatkozóan futtatjuk, hanem egy európai kivágatra (korlátos tartomány), a számításokhoz a tartomány peremére vonatkozóan ún. határfeltételeket is definiálni kell. Annak érdekében, hogy a modell reális eredményeket szolgáltasson, megfelelő kezdeti- és határfeltételeket kell biztosítani a modell futtatásához. A szükséges adatokat kétféle módon is elő lehet állítani:

- az EMEP modell egyik korábbi futtatásának eredményei vagy egy globális kémiai transzport modell futtatásának eredményeiből,
- egyszerű függvények használata annak érdekében, hogy meg lehessen határozni koncentráció értékeket a földrajzi szélesség függvényében, évszakonként és napszakonként. Az egész számítás tartományra vonatkozóan a teljes ózon tartalom kezdeti értéke egy 3-D mezőre van megadva az éghajlati ózon-szonda adatbázis alapján, amelyet havonta pontosítanak a derült időben végzett felszíni megfigyelésekkel.

Gyakorlati felhasználások esetében a második módszer kerül alkalmazásra az EMEP modellben.

A modellszámítások eredményei. A hosszútávú transzport hatása a magyarországi PM_{10} szennyezettségre. A modellszámítások alapján először azt határoztuk meg, hogy a magyarországi PM_{10} szennyezettséghez a 2000 és 2011 közötti években a nagytávolságú transzport milyen arányban járult hozzá. A 2. ábrán a határon túli források hatásának mértékében tapasztalható időbeli változékonyságot elsősorban az európai és a magyarországi emisszióban megfigyelhető ellentétes irányú változások okozták. A vizsgált 12 év során a nagytávolságú transzport szerepe 2003-ban volt a legmagasabb, míg 2011-ben a legkisebb. Ez azzal magyarázható, hogy míg Európában folyamatos a PM_{10} emisszió csökkenése, addig Magyarországon időről időre emelkedés is megfigyelhető az emissziós értékekben. Természetesen a légkör áramlási viszonyaiban tapasztalható természetes változékonyság is szerepet játszik abban, hogy a nagytávolságú transzport mértéke évről évre változik.

A modellszámítások alapján megállapítható, hogy a magyarországi PM_{10} szennyezettség kialakulásáért kb. 80%-ban Magyarország területén kívül eső források a felelősek. Meg kell jegyeznünk, hogy a vizsgált 12 évben a magyarországi PM_{10} emisszió jelentős mértékben változott, és ez a változás okozhatja a nagytávolságú transzport hatásában tapasztalható néhány százalékos változékonyságot az egyes években.

A vizsgált 12 év során csökkenő trend figyelhető meg a nagytávolságú transzport hatásának mértékében. A határon túli források szerepe 2003-ban volt a legjelentősebb (88%) és 2011-ben a legkisebb (78%).

A modellszámítások alapján a nagytávolságú transzport hatásának térbeli változékonysága is vizsgálható (3. ábra), amely legjelentősebb az ország nyugati határvidékén, legkisebb a Duna és a Tisza által határolt északi területeken.

Az egyes országok hozzájárulása a magyarországi $PM_{2,5}$ szennyezettséghez. A továbbiakban azt vizsgáltuk, hogy Magyarországon a kialakuló $PM_{2,5}$ légszennyezettséghez mely országok járulnak hozzá jelentős mértékben. Az egyes országok hozzájárulásának mértéke alapján nagyságrendi sorrendet állítottunk fel, és Magyarország mellett az öt legjelentősebb hatást képviselő országot tüntettük fel a 4. ábrán 2000 és 2011 között.

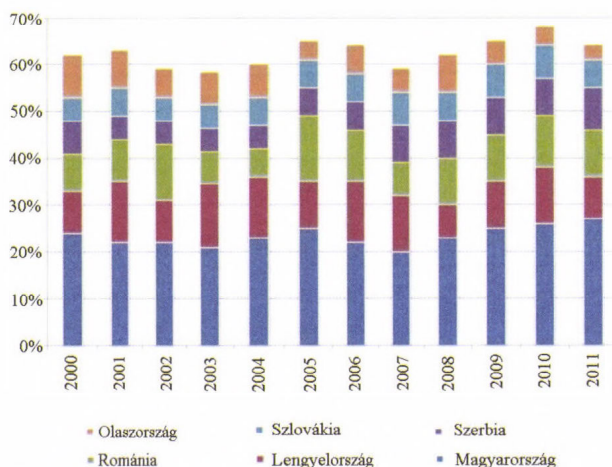
A 4. ábra alapján elmondható, hogy hazánk a hazai $PM_{2,5}$ szennyezettséghez kb. 20-25%-os arányban járul hozzá, valamint Magyarországgal együtt Lengyelország, Románia, Szerbia, Szlovákia és Olaszország együttesen az országban kialakuló $PM_{2,5}$ szennyezettségért 60-65%-ban felelősek. A vizsgált 12 év alatt az említett 5 ország hatása mutatott némi időbeli változékonyságot, de nem számottevő mértékben.

Általánosságban megállapítható, hogy a környező országok közül Lengyelország és Románia hatása a legjelentősebb a hazai $PM_{2,5}$ szennyezettségre, a két ország együttes szerepe összemérhető a hazai hatások mértékével.

A többi ország befolyásának mértéke évről évre kis mértékben változik, amely főleg a meteorológiai viszonyok változékonyságával magyarázható.

Végül megvizsgáltuk azt is, hogy a magyarországi $PM_{2.5}$ emisszió milyen mértékben járul hozzá a környező országok $PM_{2.5}$ légszennyezettségéhez. A vizsgálat eredményét az 5. ábrán tüntettük fel, amely alapján megállapítható, hogy a hazai emisszió legalább olyan mértékben járul hozzá a környező országok légszennyezettségi viszonyaihoz, mint az azokban az országokban történt kibocsátás a hazai $PM_{2.5}$ szennyezettséghez.

Magyarország legnagyobb arányban Szlovákia $PM_{2.5}$ légszennyezettségi viszonyaihoz járul hozzá, a hatás 2000-ben és 2005-ben volt a legjelentősebb (16%), míg 2007-ben a legkisebb (9%). Horvátország és Szerbia esetében is számottevő Magyarország hatása, 10% körüli.



4. ábra: Az egyes országok százalékos hozzájárulása a magyarországi $PM_{2.5}$ szennyezettséghez

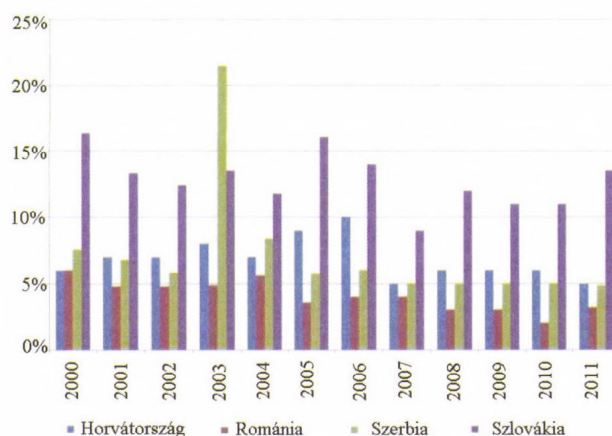
Az arányszámok nagyságában megfigyelhető évenkénti eltéréseket a meteorológiai viszonyok mellett az egyes országok emissziójában évről évre bekövetkezett változás is jelentősen befolyásolja.

Összefoglalás – A modellszámítás eredményeiből levonható következtetések. A tanulmányban megvizsgáltuk, hogy a PM légszennyezettség kialakulásához milyen mértékben járulnak hozzá az országhatáron túli légszennyező források.

A vizsgálat eszköze az EMEP kémiai transzport modell volt, amellyel végzett számítások jelentették az elemzések alapját.

A számításokból levonható következtetés, hogy:

- a Magyarországon kialakuló PM légszennyezésért 70-80%-ban az országhatáron túli légszennyező források a felelősek,
- a nagytávolságú transzport hatása jelentős térbeli változékonyságot mutat, legjelentősebb az ország nyugati határvidékén, legkisebb a Duna és a Tisza által határolt északi területeken,
- az európai államok közül Romániából és Lengyelországból érkeznek a legtöbb szennyezés Magyarország légterébe,
- a Magyarországon kibocsátott részecskék leginkább Szlovákia és Horvátország PM szennyezettségéhez járulnak hozzá jelentős mértékben,



5. ábra: Magyarország %-os hozzájárulása a környező országok $PM_{2.5}$ légszennyezettségi viszonyaihoz

- a Magyarország által kibocsátott részecskék 37%-a marad hazánk területén, 63%-a átlépi az országhatárt,
- Magyarországra 30%-kal több részecske érkezik a határon túlról, mint amennyit az ország összesen kibocsát.

Irodalom

Simpson, D., Benedictow, A., Berge, H., Bergström, R., Emberson, L. D., Fagerli, H., Flechard, C. R., Hayman, G. D., Gauss, M., Jonson, J. E., Jenkin, M. E., Nyíri, A., Richter, C., Semeena, V. S., Tsyro, S., Tuovinen, J.-P., Valdebenito, A., and Wind, P. 2012: The EMEP MSC-W chemical transport model – technical description, *Atmos. Chem. Phys.* 12, 7825-7865, doi:10.5194/acp-12-7825-2012.

A 2015. ÉVI BALATONI ÉS VELENCEI-TAVI VIHARJELZÉSI SZÉZONRÓL ABOUT THE STORM WARNING SEASON AT LAKE BALATON AND VELENCE IN 2015

Zsikla Ágota

OMSZ Viharjelző Obszervatórium, 8600 Siófok, Vitorlás utca 17., zsikla.a@met.hu

Összefoglalás. Az Országos Meteorológiai Szolgálat minden évben viharjelző szolgálatot lát el a Balatonon és a Velencei-tavon a vízen tartózkodók biztonsága érdekében. A viharjelzési szezont április 1-je és október 30-a között tart. Az írás a 2015-es viharjelzési szezont időjárási eseményeit és kiadott viharjelzéseit tekinti át.

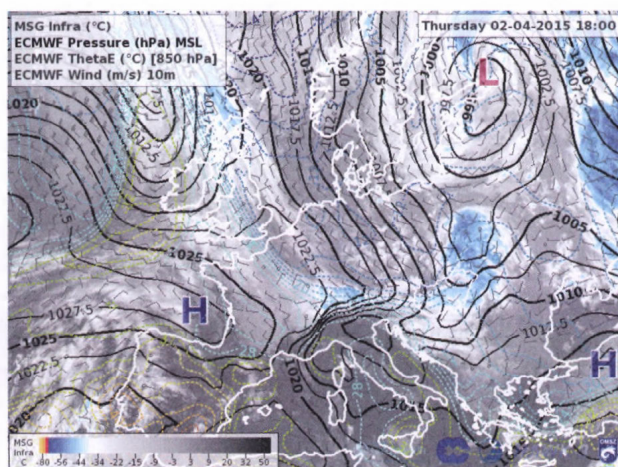
Abstract. At Lake Balaton and Velence there is a storm warning service operated by Hungarian Meteorological Service. The storm warning service is responsible for the safety of people at both lakes. If strong or stormy wind expected, storm warnings are issued on first or second level. The duration of the storm warning season is seven months: from 1st April until 30th October. This paper is about the eventful weather of the season in 2015 and the storm warnings issued.

Bevezetés. Október 30-án zárult a 81. balatoni viharjelzési szezont, egyúttal ekkor fejeződött be a Tisza-tónál is a 4. (hét hónapig tartó) viharjelzési idény. Az időszak alatt a tavon lévők biztonságának ellátása mellett főként a nyári hónapokban nagyobb tóparti tömegrendezvények, fesztiválok időjárás előrejelzésekkkel és riasztásokkal való kiszolgálása is megtörtént. A Balatonnál és a Velencei-tónál a viharjelzések összesített fenntartási ideje a viszonylag nyugodtabb időjárásnak köszönhetően a tavalyihoz mérten nem változott lényegesen. A Balaton nyugati medencéjében 1972, a középső medencében 1911, a keleti medencében 1876, a Velencei-tónál 1428, a Tisza-tónál 1165 órával volt érvényben valamilyen fokozatú viharjelzés. Az összesített fenntartási értékek a Balaton nyugati medencéjében, illetve a Tisza tónál 70–77 órával csökkentek, a keleti és a középső medencében pedig emelkedtek 25–26 órával. A kiadott első- és másodfokú jelzések darabszáma a Balatonnál 20–30-cal is csökkent, ami nagyrészt a zivatarok számának csökkenésével magyarázható. A hét hónapra növekedett viharjelzési szezontban pedig 2005 óta nem volt ennyire rövid ideig másodfokú jelzés érvényben a Velencei-tónál (314 óra) és a keleti medencében (607 óra), mint most, a nyugati medencében pedig az összesített fenntartások érték el az eddigi minimumukat.

A viharjelzési szezont időjárásának főbb jellemzői. A 2015-ös szezont összességében az átlagosnál melegebb, hosszantartó nyári forróságokkal és azt lezáró erős viharokkal tűzdelt szezont volt. Hosszabb száraz periódusok és intenzív, nagy csapadékú napok, időszakok is jellemezték. Az erős viharokat jellemző 90 km/h-t meghaladó szélsébséget összesen kilenc napon mértek a Balatonnál. Ez kettővel több a 2014. évinél.

A viharjelzési szezont első hónapja mindjárt egyben a szezont **legszelesebb** hónapja lett a havi átlagsebességet és az erős viharok számát tekintve is. A hónap elején, elsején és másodikán már ízelítőt kaphattunk a viharos időjárásból. Április elsején Európában az időjárást egy, a Balti országok feletti centrumú mély ciklon és a nyugat-európai partokhoz közeli, az Atlanti-óceán feletti centrumú anticiklon határozta meg. A két nyomási központ között a kontinens nagy részén tartós nyugati, északnyugati irányú légáramlás alakult ki, melyet a központok között fennálló mintegy 50 hPa légnyomáskülönbség tartott fent. A jellemzően szeles napon a Balatonra elérő újabb hűvös léghullám áthaladása során Balatonörszödnél 95 km/h-ig erősödött fel a szél. Április másodikán a kontinensen a két nyomás-centrum továbbra is fennállt, a Baltikum feletti ciklon lényegesen még nem töltődött, az anticiklon pedig kissé már gyengült. A ciklonális teknő és a magasnyomású gerinc határán a felső troposzférában kiterjedt zóna húzódott, mely az Északi-tengertől Közép-Európaig nyúlt.

A nap folyamán az alsó légrétegekben Nagy-Britannia és az Északi-tenger felől egy hidegfront haladt végig Közép-Európa felé. Átvonulását megelőzően a középtroposzféráig nyúló erőteljes nyomásslúgyedési hullám vonult végig, mely hatására a ciklonnak a talajon a nyomási teknőből a nap végére már zárt izobárral rendelkező kis peremciklona alakult ki. A peremciklon másnap Ukrajna fölött tovább mélyült, így középpontjában 1000 hPa alá került a nyomás, amivel már délelőtt átvette a töltődő Balti centrumtól a vezető szerepet. A nyomásslúgyedés legintenzívebb szakaszában, délután hazánkban a dél-nyugati szél megerősödött, és többfelé viharossá vált, így a Balatonnál is. Majd estére megérkezett a légköri hul-



1. ábra: 2015.04.02. 18:00 UTC, Európai időjárási helyzetkép (MSG műholdkép, 10m-es átlagszél, tengerszinti légnyomás és a 850hPa-os ekvivalens potenciális hőmérséklet izovonalai) a dunántúli hidegfront átvonulása időszakában. (HAWK3 - készítette: Kolláth Kornél)

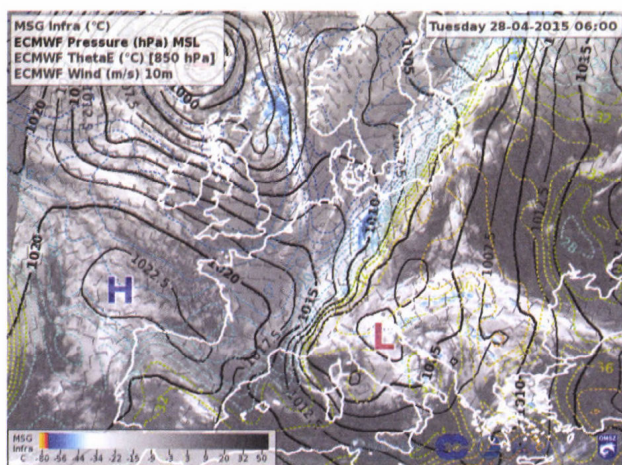
lám gyors mozgású hidegfrontja, mely Soprontól Pécsig mintegy 2 óra 36 perc alatt jutott el. Az 1. ábrán az európai időjárási helyzetképet láthatjuk 18 UTC-kor. A front áthaladása közben a legnagyobb szelet a Balatonhoz érve okozta: a déli part mentén 110 km/h szélsébséget regisztráltak a műszerek. A frontátvonulás időszakában a térségben csak kis mennyiségű záporos csapadék hullott.

A hónap utolsó napjaiban még újabb, ritkán előforduló erősségű vihar érte el a tavat. Április 26-án a skandináv partok közelében lévő ciklon hidegfrontja Nagy-Britannia, és az Atlanti-óceán felől közeledett a kontinens felé. Előtte Délnyugat-Európa fölött az északról lenyúló ciklonális teknőben egy mérsékelt-övi ciklon fejlődött, majd 27-én több centrumra szakadt. A több pólusú ciklon 28-án már Közép-Európa (így hazánk) és Olaszország térsége fölé helyeződött, és itt határozta meg az időjárást. Hazánkban esőt, záport, főként keleten helyenként zivatart okozott. A mérsékelt délies szél megélénkült, helyenként egy-egy erősebb szellőkés is kialakult. (2.a ábra: Európai időjárási helyzet 2015.04.28-án reggel.). A ciklon már töltődni kezdett és délután tovább mozgott kelet felé, melyet a mögötte előretörő és egyre erősebbé váló anticiklon is elősegített. Az anticiklon pe-

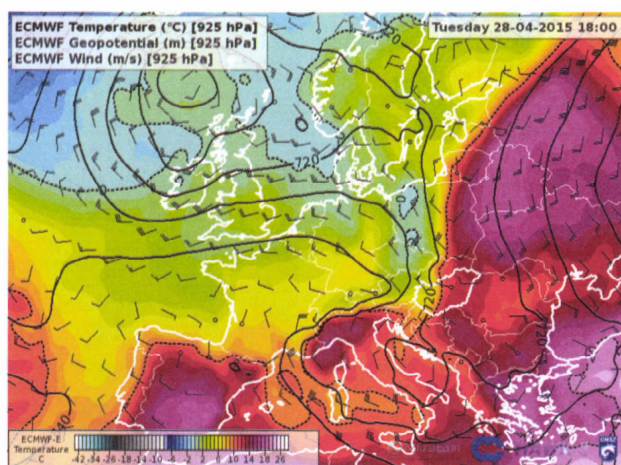
38,5 m/s-t, vagyis a 138 km/h-át, helyi időben 22 óra 36 perckor.

Az áprilisi négy után májusban még kettő, júliusban három napon fordult elő erős vihar legnagyobb tavunknál. A májusi esetekben a viharos szél néhány óráig tartott, eközben alakultak ki átmenetileg a 90 km/h sebességet elérő, vagy meghaladó szellőkés: 13-án 1 (98 km/h), illetve 06-án (90–93 km/h) 2 állomáson. A kialakulásukban az utóbinnál főként a frontátvonulás, az elsónél egy mezoeléptéki konvektív rendszerben fellépő zivataros kifutószél játszott szerepet. Május 6-án a Balatontól délre egy hosszú életű szupercella is kialakult, mely Iregszemcse, Paks, Kiskunmajsa érintésével a Tiszántúlra is eljutott.

A nyári hónapok viharai közül a július 8-ai, egy a hónap elején kezdődő kánikulai periódust zárt le. Az északnyugatról több hullámban érkező hidegfront előtt és mentén zivatarok, köztük szupercella is kifejlődött. A legnagyobb területen áthaladó és károkat is okozó szupercella a Balatontól északra, a Bakony fölött alakult ki még kora délután a front előtti meleg levegőben egy konvergencia vonal mentén. A front előtt nagy labilitás (CAPE > 2000 J/kg), és jelentős szélnyírás segítette a



2.a ábra: Ciklon Közép-Európa felett 2015.04.28 06 UTC-kor. MSG felhőzet, 10 m-es átlagszél, valamint a tengerszintű légnyomás és a 850 hPa-os ekvivalens potenciális hőmérséklet izovonalai (készítette: Kolláth Kornél)

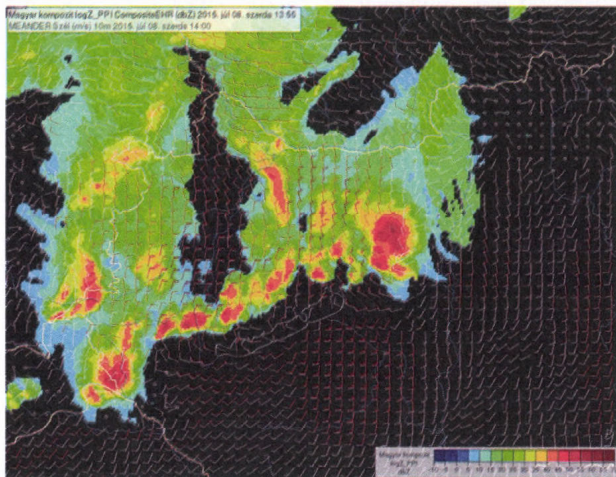


2.b ábra: Az anticiklon előrenyomulása Közép-Európában 2015.04.28-án, 18 UTC. 925 hPa-os európai magasság, hőmérséklet és szélmező (készítette: Kolláth Kornél)

remén a Dunántúlra hirtelen bezúduló hideg levegő nyomában megerősödött, majd többfelé viharossá is fokozódott a szél. A talajközeli légrétegeken kívül az előretörő anticiklon hatására a főizobár szintek közül a 925 és 850 hPa-os magassági szintekre is viharos, átmenetileg 25 m/s-ot is elérő szélsébséget számoltak az előrejelzési modellek az esti, éjszakai órákra, amint az a 2.b ábrán is látható. A Dunántúlon az automata mérőállomások általában 60–80, az éjszaka folyamán a Velencei-tónál 90, a Balaton térségében 90 km/h feletti szélmaximumokat jeleztek. A Balaton-parton is 8 mérőállomás jelzett 90 km/h feletti szellőkést. Közülük kiemelkedett Balatonőszöd térsége, ahol 3 órán keresztül voltak 30 m/s feletti szellőkés 29-re is átnyúlóan. A szélmaximum pedig 28-án elérte a

szupercella kifejlődését. Az egyre növekvő és terebélyesedő cella kelet felé haladt. A keleti medencét megközelítve magassága már elérte a 14 km-t. A szentkirályszabadjai mérőállomás térségét érintve 90 km/h sebességű szellőkést okozott, majd a Velencei-tó és Budapest felé vonult tovább. Haladását erős vihar és jégeső is kísérte. A Velencei-tó térségéhez érkezve a kitörő viharban a szélsébség elérte a 126 km/h-t, melyre 20 km/h-ról 11 perc alatt erősödött fel (3. ábra). A csapadék hűtötte a levegő hőmérséklete 21 fokra süllyedt, míg egy órával korábban a hőmérséklet csúcserőke elérte a 36 fokot. Délután helyi időben 16 órára a Balatont már megközelítette a hidegfront első hulláma, mellyel szintén érkeztek zivatarok. Ezek közül az egyik Balatonaliga térségében okoz-

ta a legnagyobb szelet: 107 km/h sebességű szellőkést mért az automata helyi időben 16 óra 45 perckor.



3. ábra: 2015.07.08. 13:55 UTC Supercellás zivatar a Velencei-tó térségében. Kompozit radarkép és Meander 10 m-es szélmező analízis.

Júliusban tizenhatodikától újabb országos hőhullám következett, melynek utolsó napja, 25-e a Balatonnál ismét erős vihart hozott. A szélvihart és a zivatarokat ezúttal



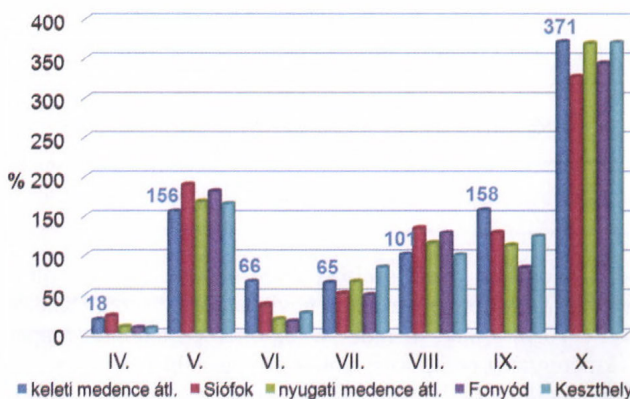
4. ábra: 2015.07.25. délután. Délnyugatról zivatarlanc közeledik Siófok felé. (készítette: Horváth Ákos)

egy szlovén instabilitási vonal okozta. A ciklon középpontja, – melynek áramlási rendszerében a zivatarvonal kialakult – a nap folyamán a Benelux államok, Észak-Németország, majd Dánia fölé helyeződött át. A ciklon hidegfrontja előtt kialakult egy konvergencia vonal, mely délutánra megközelítette a Dunántúl északnyugati részét, rajta még csak 1–2 zivatarral. Ugyanakkor Szlovénia, Horvátország felett is megjelent egy konvergencia vonal, melyen ugyancsak zivatarok fejlődtek. Itt volt a légrétegződés a leglabilisabb, egyik mérőszáma, a hasznosítható konvektív energia nagysága elérte a 2000 J/kg-ot a zágrábi rádiószonda mérése szerint. Mindkét vonal a Dunántúl belseje felé haladt, s közülük végül a délnyugati instabilitási vonal lett a gyorsabb és az intenzívebb. Az országhatárt délnyugatról megközelítő, majd a Balatont is elérő zivatarvonal fokozatosan erősödött föl. A határhoz legközelebbi állomásokon 60–65, a nyugati medencében,

illetve Zalaegerszeg körzetében 80–85 km/h, majd a Balaton felett tovább vonulva 90, a keleti medencében pedig már 100 km/h sebességet is elérő szellőkések alakultak ki. A 4. ábra a Siófok felé közeledő zivatarfelhőket mutatja. A legerősebb szelet délnyugati irányból a keleti medence közepén elhelyezkedő, cölöpre szerelt automata műszer mérte; 111 km/h-t 18 óra 05 perckor, de Siófokon 103, Balatonaligán is 99 km/h lett a maximum. A Balatonnál nagyobb szellőkéseket távolabb már nem jeleztek a mérések. A tó vize a vihar átvonulásakor Siófoknál 30 fokos volt, ami segíthette a zivatarok fennmaradását és fejlődését. A hidegfront végül az éjjeli órákra érkezett meg, és ekkor Balatonörszödnél ismét 97 km/h-ig erősödött a szél. Ezt követően a szezon hátralévő részében már erős vihar nem fordult elő.

A havi átlagos szélesebséget tekintve az április és a szeptember lett a két legszelesebb hónapunk, 25–30%-kal meghaladva az előző 11 év átlagát. A július, augusztus (19–28%), a keleti medencében még az október (7%) is az átlagnál kevésbé szelesen alakult. Összességében a hét hónap átlagosan szelesnek mondható.

2015-ben a viharjelzési szezon **átlaghőmérséklete** Siófokon 18,2, Keszthelyen 16,8 fok volt, ami az 1961–1990-es évek átlagánál 1,8, illetve 0,8 °C-kal lett



5. ábra: 2015. A havi csapadékösszegek alakulása a sokévi átlag százalékában (1961–1990)

magasabb. Ezen belül a nyár különösen forró volt. Az idén 38–40 olyan napot is megéltünk, amikor a maximum hőmérséklet elérte, vagy meghaladta a 30 fokot, és hat napon 35 fok felett alakultak a maximumok (a Velencei-tónál 11 napon). Összehasonlításképpen, a hőségnapok esetében az 1981–2010-es évek átlaga is csak 17 (Siófokon), illetve 19 (Keszthelyen) nap. Az év legmelegebb napja Keszthelyen augusztus 13. lett 37,0 fokkal, Siófokon július 23. 36,1 fokkal. Ezen adatok azt jelzik, hogy mindkét nyári hónapban voltak forró periódusok. Július elején egy egyhetes, második felében egy tíznapos, augusztus első felében kéthetes, és a hónap végén négy napos időszakokra emelkedtek a napi maximumok 30 fok fölé.

Az utóbbi kivételével minden hőhullámban 1–2 napon 35 fok fölé is emelkedett a hőmérséklet.

A nyári hónapok átlaghőmérséklete így Siófokon 23,3, Keszthelyen 21,7 fok lett, ami az OMSZ Éghajlati Osztályának homogenizált adataison *Lakatos Mónika* által végzett számításai szerint 1901-től számítva az **eddigi harmadik legmelegebb nyár** volt. Ez idő alatt a Balaton vize is jelentősen felmelegedett. Júliusban három napon is meghaladta a vízhőmérsékleti maximum (1 m mélységben) a 30 fokot. Siófoknál a legmagasabbat 21-én jelezte az automata hőmérő: 30,5 fokot.

A **csapadékviszonyokról** elmondhatjuk, hogy a szezonon

A 2014-es csapadékos évhez képest, amikor kimagaslóan magas volt a zivataros napok száma most 2015-ben jóval kevesebb lett, általában az előző évinek csak fele, harmada. Siófokon például 2014-ben 46, 2015-ben 15 napon észleltek zivatart. A kiadott viharjelzések számának ideai csökkenése is leginkább ennek köszönhető.

A viharjelzések összesítése. A Balatonra kiadott másodfokú viharjelzések fenntartási ideje az előző évihez mérten kismértékű csökkenést mutat (*1. táblázat*). Ezen belül leginkább a keleti medencében csökkent a fenntartás: 74

Balaton medencék	viharjelzés foka	a kiadott viharjelzések száma, db							IV.-X. összesen, db
		IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	
Nyugati	I. fok db	13	16	18	20	17	17	10	111
	II. fok db	16	13	13	16	6	9	3	76
Középső	I. fok db	11	16	19	23	16	19	8	112
	II. fok db	17	14	10	13	5	11	3	73
Keleti	I. fok db	11	15	21	23	17	18	9	114
	II. fok db	16	12	12	11	5	8	3	67

Balaton medencék	viharjelzés foka	a fenntartott órák száma							IV.-X. összesen, óra.
		IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	
Nyugati	I. fok óra	147	186	265	115	156	268	144	1281
	II. fok óra	187	152	44	73	37	146	52	691
Középső	I. fok óra	162	186	256	122	120	273	131	1250
	II. fok óra	188	147	42	67	47	125	45	661
Keleti	I. fok óra	157	229	255	149	101	255	123	1269
	II. fok óra	203	97	57	57	45	135	13	607

1. táblázat: A 2015. évi viharjelzési szezonban kiadott balatoni viharjelzések összesítése

belüli eloszlása ismét szélsőségesen alakult. Április volt a legszárazabb hónap, amikor a havi csapadékösszeg Balaton szerte 10 mm alatt maradt. Az októberben lehullott csapadékmennyiség pedig az ilyenkor szokásos háromszorosát is meghaladta, több helyen 150 mm körül alakult. A nyári hónapok közül június volt a legszárazabb hónap, ezt követi a július, amikor a havi csapadékösszeg általában csak a sokévi átlag 2/3-át érte el a Balaton térségében (*5. ábra*). Augusztusban pedig szárazság, és nagy csapadékú időszak is volt. A hónap első két hetében szinte semmi csapadék sem esett, a harmadik hetében pedig lehullott a havi összeg több mint 90 százaléka. Ez általában 50–90 mm-t jelentett, de volt ahol 100 mm-t is meghaladó eső esett. Augusztus 17-én például egy forró száraz periódus lezárásakor a nyugat, délnyugat felől érkező hűvösebb levegő hatására hazánk térségében ciklon fejlődött ki, mely csak lassan tudott elmozdulni, így csapadéksávjai tartósabban országunk fölött maradtak. Belőlük a Balatonnál is felhőszakadással kísért zivatarok fordultak elő. Néhány helyen kiugróan magas csapadékösszeget mértek, közülük a legtöbbet Balatonújlakon. Itt 24 óra alatt 113,7 mm hullott. Az összesítések szerint a hét hónap csapadékösszege a nyugati medencében átlagosan 475, a keleti medencében 458 mm volt, amivel 11, illetve 21 %-kal haladja meg az 1961–90-es évek átlagát.

órával, a legkevésbé a nyugati medence változott: itt csak 9 óra volt a különbség. A Velencei-tónál 22 óra csökkenés mutatkozik. A másodfokú viharjelzésben a fenntartási idők a teljes időszaknak a keleti medencében a 11,9, a középső medencében 12,9, a nyugati medencében 13,5, míg a Velencei-tónál a 6,1 százalékára terjedtek ki. A Tisza-tónál a másodfokú viharjelzések fenntartási ideje a teljes időszak 6,5%-át tette ki. Ez az előző évihez képest 59 óra emelkedést jelentett.

A Balatonnál a 2015-ös szezonban is szükség volt mentésekre. A Balatoni Vízügyi Rendészeti Rendőrkapitányság tájékoztatása szerint: „elsősorban nem a fürdőzők, hanem a szörfösök, vitorlázók és egyéb vízi járműveket használók körében volt szükség rendőri jelenlétre, mentésre, mely betudható a hirtelen időjárási változásoknak, ami esetenként közlekedési problémákat okozott”.

A Vízügyi Rendészeti munkatársai 107 esetben 256 fő fürdőző, vagy hajózó személyt mentettek ki a vízből. 2015. április 1. és október 30. között sajnos 10 ember fulladt a Balatonba. Azonban egyetlen olyan halálos kimenetelű vízi baleset sem történt, amely elmaradt, vagy későn kiadott viharjelzés következménye lett volna.

2015 NYARÁNAK IDŐJÁRÁSA WEATHER OF SUMMER 2015

Vincze Enikő

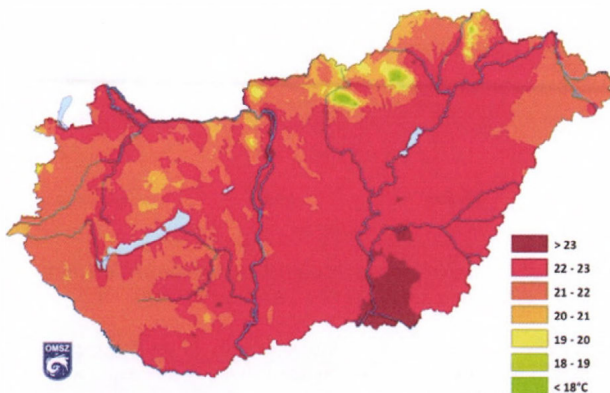
Országos Meteorológiai Szolgálat, 1525 Budapest, Pf. 38., vincze.e@met.hu

2015 nyara a tavalyival ellentétben újra bővelkedett az igazán embert próbáló hőhullámokban. Ez volt 1901 óta a 4. legmelegebb nyár. A rendkívül sok és hosszan elhúzódó hőhullám megmutatkozik a hőmérsékleti küszöbnapok számában is. 41 hőségnapot ($t_{\max} \geq 30^\circ\text{C}$) jegyeztünk országos átlagban, míg a megszokott mennyiség 22 nap. Forró napból ($t_{\max} \geq 35^\circ\text{C}$) 13 jelentkezett, szemben a normál értékkel (1981–2010), mely mindössze 2 nap. Az évszakos csapadékösszeg a szokásos mennyiség mindössze kétharmadának adódott, mely a hőhullámokkal tarkított nyári időszak aszályhelyezeteit csak súlyosbította. Főleg az évszak első hónapja volt nagyon száraz, 1901 óta a 6. legszárazabb június volt. A július szintén szárazabb volt a megszokottnál, a nyár utolsó hónapja pedig igen szélsőséges csapadékeloszlást hozott mind térben, mind időben.

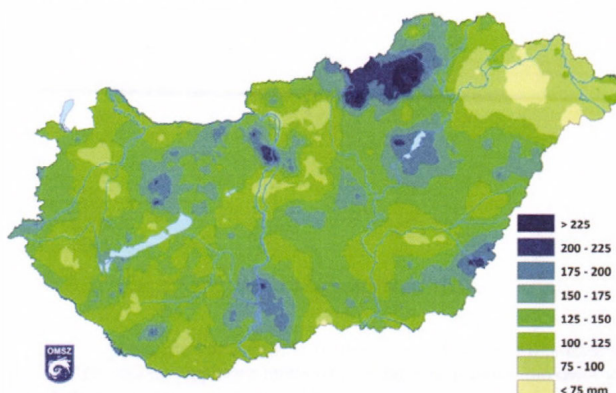
Június. A júniusi középhőmérséklet országos átlagban $20,0^\circ\text{C}$ -nak adódott, átlagosan $0,5\text{--}2^\circ\text{C}$ -kal melegebb volt a hónap a megszokottnál. A legmagasabb havi átlagok az ország középső és keleti részein voltak megfigyelhetők ($20\text{--}21^\circ\text{C}$ között), északon és nyugaton $17\text{--}20^\circ\text{C}$ közötti értékek voltak jellemzőek. Jelentősen melegebb volt a hónap első felében a sokévi átlagnál. A hónap legmelegebb napján, június 13-án több mint 5°C -kal melegebb volt az ilyenkor szokásosnál. Nógrádszakál, Ipolytarnóc és Ludányhalászi környezetében volt csak valamelyest hűvösebb a megszokottnál, a különbség azonban itt sem haladta meg a $-0,5^\circ\text{C}$ -ot. Országos átlagban 18 nyári napot regisztráltunk (napi maximumhőmérséklet, azaz $t_{\max} \geq 25^\circ\text{C}$), mely kettővel több a sokévi átlagnál. Hőségnapból ($t_{\max} \geq 30^\circ\text{C}$) a megszokott mennyiség

24 óra alatt lehullott maximális csapadék:
71,0 mm, Budafok, június 9.

Július. A júliusi országos átlaghőmérséklet $23,3^\circ\text{C}$ -nak adódott. A legmelegebb a Tisza mentén és a délkeleti országrészen volt, itt a havi középhőmérséklet akár a 25°C -ot is elérte. A leghűvösebb júliust Kékestetőn figyelhetjük meg (havi átlaghőmérséklet: $18,4^\circ\text{C}$). Jelentősen melegebbnek bizonyult a július a megszokottnál. Ez volt a 2. legmelegebb július 1901 óta, mely csak néhány század fokkal marad el az elmúlt 115 év legmelegebb júliusától (2015. július: $23,30^\circ\text{C}$, 2012. július: $23,33^\circ\text{C}$). Országos átlagban $2,3^\circ\text{C}$ -kal volt melegebb a sokévi átlagnál, de többfelé előfordult $+3^\circ\text{C}$ -os, vagy azt meghaladó anomália is. Mindössze július 9-én és 11-én, illetve 27-étől a hónap



1. ábra: A 2015-ös nyár középhőmérséklete ($^\circ\text{C}$)



2. ábra: A 2015-ös nyár csapadékösszege (mm)

nyiség másfélszerese jelentkezett (normál: 4; 2015. nyár: 6 nap). A sokévi átlaggal megegyezően forró nap nem fordult elő júniusban hazánk területén. Az OMSZ előrejelzései alapján az ÁNTSZ a következő napokra vonatkozóan adott ki másodfokú hőséghatárítást (napi középhőmérséklet legalább három egymást követő napon eléri, vagy meghaladja a 25°C -ot) hőhullám miatt: 2015. június 11., 12., 13., 14., 15.

A hónap során mért legmagasabb hőmérséklet:

$34,3^\circ\text{C}$, Berettyóújfalu (Hajdú-Bihar megye), június 14.

A hónap során mért legalacsonyabb hőmérséklet:

$3,4^\circ\text{C}$, Zabar (Nógrád megye), június 22.

2015 júniusának csapadékösszege országos átlagban 30,5 mm volt. A megszokott csapadékmennyiség mindössze 41%-a hullott le, mellyel a 6. legszárazabb június lett 1901 óta. A lehullott mennyiség nagy területi változékonyságot mutatott, jellemzően 10 és 50 mm között alakult. A hónap során mindössze egyetlen napon hullott 5 mm-t meghaladó csapadékmennyiség országos átlagban (június 9., napi országos átlagos csapadékösszeg: 6,2 mm). A legmagasabb 24 órás csapadékösszeget is ezen a napon jegyeztük Budafokon (71,0 mm). A száraz júniusnak megfelelően a megszokottnál kevesebb csapadékos napot (napi csapadékösszeg, azaz $\geq 0,1$ mm) jegyeztünk a hónap során (normál: 11 nap; 2015. június: 7 nap). Zivataros napból is kevesebbet figyeztünk meg (normál: 4 nap; 2015. június: 3 nap).

A hónap legnagyobb csapadékösszege:

88,6 mm, Budafok

A hónap legkisebb csapadékösszege:

5,3 mm, Kelebia (Bács-Kiskun megye)

végig adódott a normálnál alacsonyabb napi középhőmérsékleti érték, ezeket leszámítva a hónap során minden nap jóval melegebb volt a megszokottnál országos átlagban. 25 nyári napot (normál: 23 nap) és 17 hőségnapot (normál: 9 nap) jegyeztünk júliusban, országos átlagban. A sokévi átlag alapján országos átlagban egy forró nap szokott jelentkezni, 2015-ben azonban ennél meglehetősen többet, 6 forró napot ($t_{\max} \geq 35^\circ\text{C}$) regisztráltunk. Harmadfokú hőséghatárítás a következő napokon volt érvényben (napi középhőmérséklet legalább három egymást követő napon eléri, vagy meghaladja a 27°C -ot): 2015. július 4., 5., 6., 7., 8., 17., 18., 19., 20., 21., 22., 23., 24., 25., 26.

A hónap során mért legmagasabb hőmérséklet:

$39,3^\circ\text{C}$, Budakalász (Pest megye), július 8.

A hónap során mért legalacsonyabb hőmérséklet:

$3,1^\circ\text{C}$, Zabar (Nógrád megye), július 11.

A júliusi országos átlagos csapadékösszeg 44,1 mm volt. A területi eloszlást tekintve nyugaton több csapadékot jegyeztünk, mint a keleti országrészen (a legmagasabb értékek 70–150 mm közöttiek). Keleten nem ritkán 15 mm alatti havi összegeket kaptunk eredményül. Az ország legnagyobb részén a sokévi átlag mindössze 60–80%-a hullott le, és országos átlagban is elmondható, hogy a hónap szárazabbnak bizonyult a normálnál. Hazánk teljes területének átlagát tekintve 21%-kal kevesebb esőt jegyeztünk az 1981–2010-es átlagnál. A napi csapadékösszegek országos átlagait tekintve egy kiugró értéket regisztráltunk július 8-án. Ezen a napon hullott legtöbb csapadék a hónapban, országos átlagban (12,5 mm). 5 mm feletti csapadékösszeget ezen kívül mindössze 25-én jegyeztünk. A hónap végén Püspökladány mellett tornádót is megfigyeltek olvasóink. 8 csapadékos nap fordult

elő országos átlagban, 2015. júliusban hazánk területén (normál: 9 nap), zivataros naptól pedig ugyanannyit jegyeztünk, mint a sokévi átlag (normál: 4 nap; 2015. július: 4 nap).

A hónap legnagyobb csapadékösszege:

142,8 mm, Gasztony (Vas megye)

A hónap legkisebb csapadékösszege:

8,7 mm, Kiszombor (Csongrád megye)

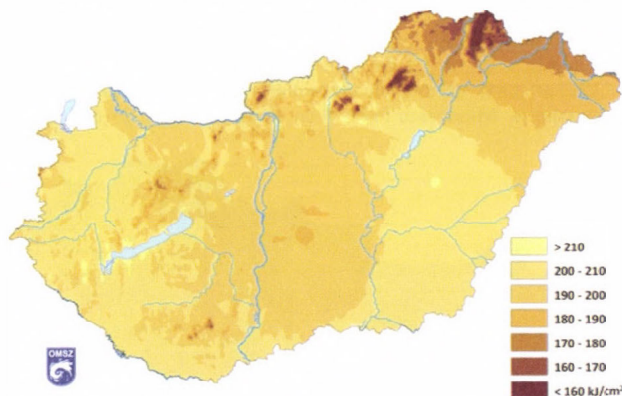
24 óra alatt lehullott maximális csapadék:

68,2 mm, Budapest–Népliget, július 8.

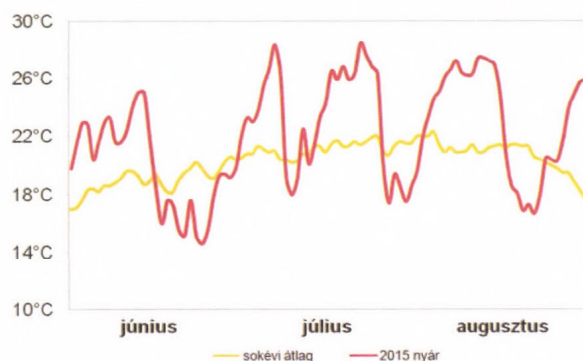
Augusztus. A 2015-ös augusztust a forróság jellemezte szerte hazánk területén és ez volt a 3. legforróbb augusztus az elmúlt 115 évben. A legmelegebb a Tiszántúli déli részén volt, itt a havi középhőmérséklet a 25 °C-ot is elérte. A havi országos átlaghőmérséklet 23,2 °C volt, mely 2,7 °C-kal magasabb a normálnál. A legnagyobb anomáliák jellemzően az ország északi felében fordultak elő, itt az adott területen megszokott átlaghőmérsékleteknél nem ritkán 4–5 °C-kal is magasabb értékeket kaptunk eredményül. Mindössze az augusztus 17–23. közötti időszak volt kissé enyhébb a normálnál. Nyári naptól a megszokottnál több fordult elő (normál: 22 nap; 2015. augusztus: 25 nap), ahogy hőségnaptól is (normál: 8; 2015.

Az augusztus hónapra vonatkozó csapadékmennyiség eloszlása meg lehetőségen változékony képet mutatott mind térben, mind időben, valamint igen jelentős különbségek adódtak még az egymáshoz közel fekvő tájegységek között is. A visszatérő, kiadós csapadékot adó záporoknak köszönhetően egyes területeken a 150 mm-t is meghaladta a havi csapadék mennyiség, különösen északon, a Tisza-tó környékén, a főváros térségében, Baja környékén és délkeleten. Ezzel szemben délnyugaton, illetve északkeleten voltak olyan területek, ahol még a 20 mm-t sem érte el az augusztusi érték. Az augusztusi csapadékmennyiség átlagosnak számít (104%), ugyanakkor a csapadék arányának eloszlása – mennyiségéhez hasonlóan – rendkívül változatos képet mutat.

Az adott területen megszokott csapadékmennyiségekhez képest a legnagyobb többlet a Tisza-tó környékén jelentkezett (240–280%), ugyanakkor délnyugaton, illetve északkeleten a normál mindössze 15–30%-át jegyeztük. A havi csapadékmennyiség legnagyobb része országos átlagban augusztus 15–22-e közötti időszakban hullott le. A 17-e bizonyult a legesősebb napnak az országban, az országos átlag több mint 19 mm volt. Sok helyen voltak ebben az időszakban rend-



3. ábra: A 2015-ös nyár globálisugárzás összege (kJ/cm²)



4. ábra: A 2015-ös nyár napi középhőmérsékleteinek eltérése a sokévi (1981-2010-es) átlagtól (°C)

augusztus: 18). A sokévi átlag alapján augusztusban, országos átlagban egy forró nap szokott jelentkezni, 2015-ben azonban 7-et jegyeztünk. Másodfokú hősérgiasztás (a napi középhőmérséklet legalább három egymást követő napon eléri, vagy meghaladja a 25 °C-ot) a következő napokon volt érvényben: 5., 6., 29., 30., 31., harmadfokú hősérgiasztás (a napi középhőmérséklet legalább három egymást követő napon eléri, vagy meghaladja a 27 °C-ot) pedig a 7–16. közötti 10 napban.

A hónap során mért legmagasabb hőmérséklet:

39,6 °C, Budakalász (Pest megye), augusztus 12.

A hónap során mért legalacsonyabb hőmérséklet:

4,7 °C, Zabar (Nógrád megye), augusztus 1

kívül nagy csapadékot adó felhőszakadások, 17-én Budapest belterületén 115 mm, 18-án Tiszaórvényben 120 mm volt a napi mennyiség. Eggyel kevesebb csapadékos napot jegyeztünk augusztusban a sokévi átlagnál (normál: 8; 2015. augusztus: 7 nap), zivataros naptól pedig 3-at figyelhetünk meg, amely megegyezik a normálértékkel.

A hónap legnagyobb csapadékösszege:

176,4 mm, Tiszaórvény (Jász-Nagykun-Szolnok megye)

A hónap legkisebb csapadékösszege:

7,3 mm, Kelebia (Bács-Kiskun megye)

24 óra alatt lehullott maximális csapadék:

120,5 mm, Tiszaórvény (Jász-Nagykun-Szolnok megye), augusztus 18.

2015. nyár időjárási adatainak összesítője

Állomás	Napsütés (óra)		Sugárzás (kJcm ⁻²)	Hőmérséklet (°C)						Csapadék (mm)			Szél
	évszak összes	eltérés		évszak közép	eltérés	max	napja	min	napja	évszak összes	átlag %-ában	r ≥ 1 mm napok	
Szombathely	882	145	205	21,7	2,2	36,9	07.07.	5,8	06.21.	125	56	15	2
Nagykanizsa	-	-	206	21,3	1,9	36,1	08.13.	6,2	06.21.	110	45	16	2
Siófok	-	-	-	23,3	2,0	36,1	07.23.	12,0	08.01.	143	82	12	13
Pécs	885	59	203	22,7	2,0	36,4	08.13.	9,0	06.22.	150	72	14	5
Budapest	882	52	191	23,0	1,9	37,6	08.12.	9,6	06.22.	190	107	14	3
Kékestető	782	10	189	17,3	2,3	29,6	07.08.	6,6	06.20.	217	83	25	8
Szolnok	831	16	195	23,0	1,9	37,6	08.12.	9,6	06.22.	143	78	15	3
Szeged	939	117	208	22,5	1,6	37,4	08.12.	7,0	06.22.	108	60	14	4
Nyíregyháza	-	-	194	22,4	2,4	37,8	07.23.	8,6	06.22.	65	37	15	3
Debrecen	930	103	194	22,8	2,4	36,8	08.12.	8,2	06.22.	142	78	22	3
Békéscsaba	-	-	208	22,8	2,1	37,3	07.23.	8,2	06.22.	204	110	15	2

TÖRTÉNELMI ARCKÉPEK HISTORICAL PORTRAITS

Dunkel Zoltán

Magyar Meteorológiai Társaság, 1525 Budapest Pf. 38., dunkel.z@met.hu

RÓNA ZSIGMOND

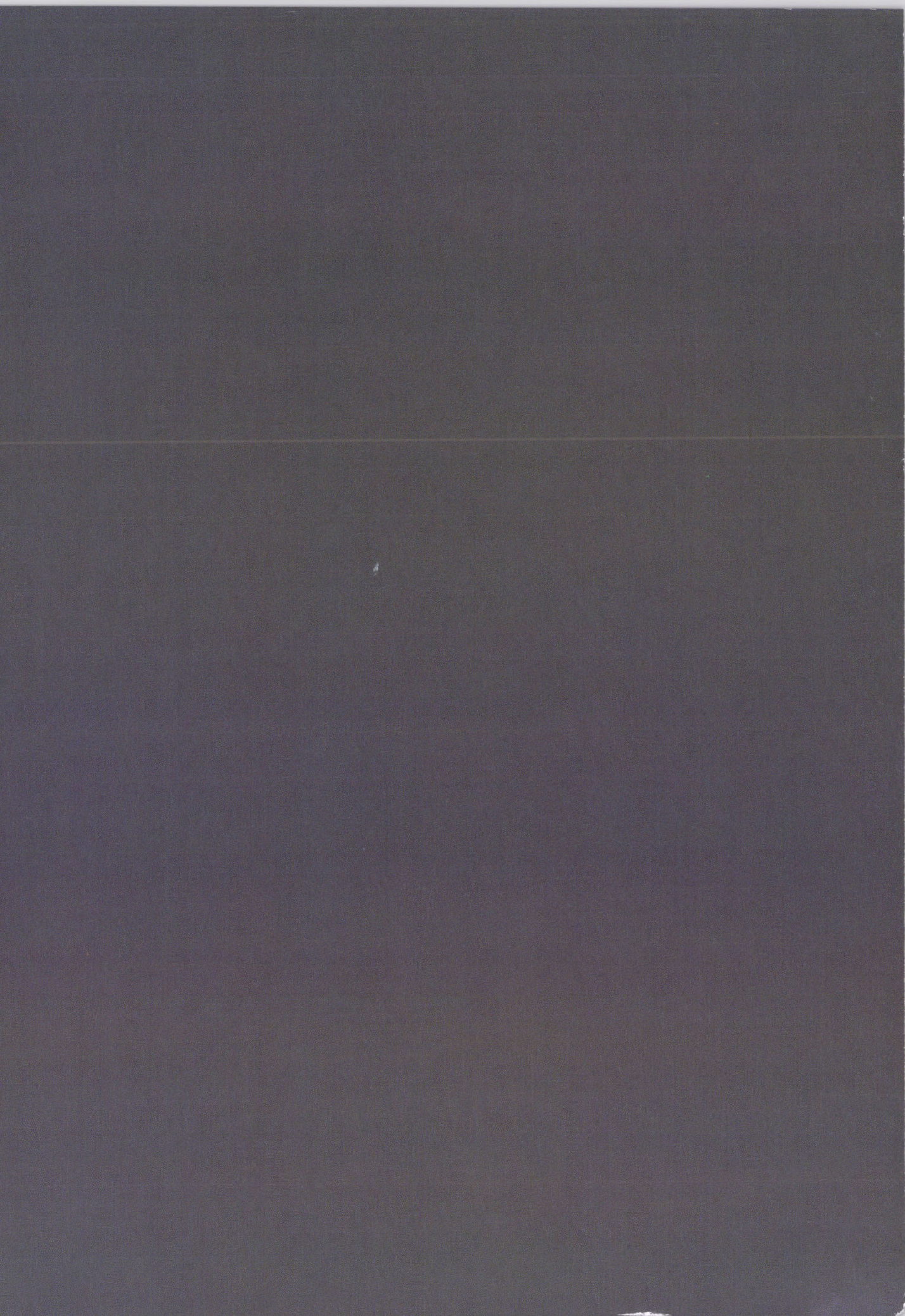
Turdosin, 1860. december 13. – Budapest, 1941. október 22.

A Magyar Meteorológiai Társaság első elnöke, alapító és tiszteleti tagja, a magyar meteorológiai és klimatológiai szakirodalom kiváló és buzgó művelője az akkori Árva vármegyei Turdosinban látta meg a napvilágot. Tanulmányait Körmöcbányán végezte el, 5 év alatt 7 osztályt, s végül jelesen leérettségizett. 1877-ben feljött Budapestre, a Műegyetemre, ahol 1883 novemberében matematika-fizika tanári oklevelet állítottak ki számára. Egy ideig nevelő vidéken majd gimnáziumi tanár. 1888-ban a miniszter kinevezte „ideiglenes segédde” a Meteorológiai Intézetbe. Konkoly-Thege Miklós 1890-es igazgatói kinevezése után az időjárás-előrejelzés fejlesztésével bízta meg. Már 1898 májusában kísérletet tett 2–3 napra érvényes prognózis felállítására. Húsz évvel a ciklon modell és a frontelmélet előtt valószínűleg a légnyomási képződmények tartósabb elhelyezkedésének figyelembevételével készített előrejelzést. Konkoly-Thege 1899-ben maga mellé vette az ügykezelés vezetésére, igazgatónak. Az Intézet tudományos irányú fejlődése az ő érdeme. Amíg Konkoly-Thege megszerezte az Intézet működéséhez szükséges anyagi feltételeket és elegendő munkaerőt, addig a szellemi irányítás Róna kezében volt. Az Intézet osztályait ő fejlesztette ki, s a hálózat szervezésében is hatékonyan közreműködött. Már hazai és külföldi szakkörökben is elismert szakember volt, amikor professzorai, Cholnoky Jenő földrajztudós és Tangl Károly fizikus szakmai vezetése mellett, bölcsészdoktori szigorlatot tesz le 1905-ben a kolozsvári egyetemen, s „*A meteorológiai elemek terminusközepeinek visszavezetése valódi közepekre*” disszertációjára megkapta a doktori fokozatot. Szakirodalmi munkássága elsősorban az éghajlati kutatásokhoz köti. Első átfogó műve „*A légnyomás a magyar birodalomban 1861-1890-ig*”, 1897-ben jelent meg a Természettudományi Társulat kiadásában. Fraunhofer Lajossal közösen írt tanulmányuk a „*Magyarország hőmérsékleti viszonyai*” az OMFI VI. hivatalos kiadványa. Az általános ismereteket és a Föld éghajlatát leíró „*Éghajlat I.*” könyve 1907-ben lát napvilágot, míg a II. kötet, amely *Magyarország éghajlatát* tárgyalja 1909-ben. Ez a 696 oldalra terjedő hatalmas munka, 93 ábrával – nagyrészt térképekkel – munkásságának fő műve. Róna Zsigmondnak többször is volt alkalma külföldön bővíteni ismereteit, találkozni kiváló tudósokkal. 1897-ben járt a Sonnblickon, 1903-ban számos németországi intézetet keresett fel. Többek közt megfordult Jénában a Zeiss műveknél, Magdeburgban ta-



lálkozott Assmann-nal, Hamburgban Köppemmel, Stelitzben Fuess-szal. Konkoly-Thege nyugalomba vonulása után 1911-ben ő lett az intézet megbízott igazgatója, majd 1912-ben a Tudományos Akadémia javaslatára a király kinevezte az Intézet igazgatójává. Első intézkedése volt, hogy 1912-ben létrehozta az Aerológiai Osztályt Marczell György vezetésével. Így hazánkban már 1913-ban megindultak a rendszeres aerológiai megfigyelések pilot ballonokkal, majd műszert vivő nagy léggömbökkel. Igazgatóként is meglátogatott számos meteorológiai intézetet, s 1913-ban Lóczy Lajossal Madridban képviselte hazánkat a hidrológiai, klimatológiai és geológiai kongresszuson. 1922-ben, hatvanéves korában, másodszor is felmászott a Sonnblickra. 1927-ben részt vett Lipcsében a légkörkutató nemzetközi bizottság ülésén. Alatta alakult meg a Magyar Meteorológiai Társaság 1925-ben, aminek első elnöke lett, s tizennégy éven át irányította működését és szerkesztette az *Időjárás* c. folyóiratot. Önzetlenségére és puritánságára jellemző, hogy – az akkoriban honorált – tevékenységéért nem fogadott el tiszteletdíjat és a szerkesztésért járó díjat is visszaadta a Társaságnak. A Meteorológiai Társaság kiadásában 1925-ben jelent meg „*A meteorológiai megfigyelések*” című könyve. Irodalmi működése 6 önálló kötetből, 88 eredeti értekezésből, 12 emlékbeszédből, 66 meteorológiai és klimatológiai munkáról szóló ismertetésből, 34 kisebb közleményből és több mint 300 hónapnyi időtartamra terjedő 25 időjárási áttekintésből áll. Szakmai munkásságát külföldi társaságok is elismerték. A Német Meteorológiai Társaság 1911-ben levelező tagjává, az Osztrák Meteorológiai Társaság 1936-ban tiszteletbeli tagjává választotta. A hazai *Mathematikai és Fizikai Társulat*nak alapítása óta, a Magyar Földrajzi Társaságnak 1904 óta volt tagja. A *Természettudományi Társulattal* is szoros kapcsolatban volt 1891-től. 1909-ben királyi tanácsos címet kapott. 1927. július 31-én vonult nyugdíjba.

Leánya, Róna Rózsa 1978-ban alapítványt hozott létre édesapja emlékére, fiatal pályakezdő meteorológusok szakmai teljesítményének elismerésére. A Róna Zsigmond Alapítványt a Magyar Meteorológia Társaság azóta is kezeli, s évről évre kiosztja a Díjat. Róna emléket őriz még a Meteorológia Szolgálat Kitaibel Pál utcai épületében lévő, az Intézet Centenáriumára készült mellszobor. Élete során számos kitüntetésben részesült. Ezek megtekinthetők a Meteorológiai Múzeum tárlójában.



L É G K Ö R

60. évfolyam

2015. 4. szám



DR. SZAKÁCS GYÖRGYNÉ ÉLETFA KITÜNTETÉSE

MS. AMÁLIA SZAKÁCS RECEIVED 'TREE OF LIFE' AWARD

Életfa Emlékplakett Arany fokozata



kitüntetést adományozott **dr. Szakács Györgyné Farkas Amáliának**, a Szolgálat nyugalmazott munkatársának, az Országos Meteorológiai Szolgálat éghajlati kutatásaiban, valamint az adatfeldolgozás és tájékoztatás területén 35 éven keresztül végzett szorgalmas, magas színvonalú munkájáért és eredményes vezetői tevékenységéért *Fazekas Sándor* földművelésügyi miniszter 2015. október 23-án.

Farkas Amália 1925. augusztus 5-én született Budapesten. Érettségi után a Pázmány Péter Tudományegyetem Bölcsészettudományi Karának matematika-fizika szakára vették fel. Végbizonyítványát 1949-ben kapta meg, mennyiségtan-természettan szakos szakvizsgázott tanárjelöltként. Egyetemi éveit a matematika és a fizika mellett meteorológiát is tanulta. Még tanulmányai közben, 1945. szeptember 10-én kezdte meg – ahogy ő fogalmazott „szolgálatát” – az akkori Országos Meteorológiai és Földmágnassági Intézetnél, a Meteorológiai Szolgálat elődjénél. Kisegítő laborasszisztens, később tudományos segédmunkatárs, majd tudományos munkatárs a Tájékoztató és Adatfeldolgozó Osztályon (melynek később helyettes vezetője lett). Éveken át vezette a „Meteorológiai mezők statisztikai szerkezetének vizsgálata a hálózat

állomásainak racionális elhelyezése céljából” KMI kutatási témacsoportot. E témakörrel kapcsolatban számos tudományos dolgozata jelent meg és előadásokat tartott nemzetközi szimpóziumokon. Munkájának, valamint emberi hozzáállásának elismeréseképpen 1970-ben elnyerte a *Munka Érdemrend Ezüst Fokozatát*. Operatív beosztásával járó teendői mellett rendszeresen tartott referátumokat különféle klimatológiai kutatásairól, melyek az időjárási események, éghajlati hatások széles skáláját ölelték fel. Évtizedeken át tagja volt a *LÉGKÖR* Szerkesztőbizottságának.

Vezetői mindvégig a lehető legnagyobb elismeréssel szóltak róla. „*Lelkiismeretes, alapos, jó vezető; az Intézet vezetésében ideális munkatárs*” – írták minősítésében – „*a csapadékhálózatnak és a csapadék adatok feldolgozásának egyik legjobb ismerője.*” „*Munkaköre ellátásában a precizitás a legjellemzőbb tulajdonsága, ezen kívül a gondosság és előrelátás jellemzi. Munkatársaival való viszonya közvetlensége, élénksége miatt igen jó, az osztály valamennyi tagjával jó, szinte baráti viszonyban van, közöttük nincs soha semmi ellentét. Munkatársait szívesen támogatja tanácsaival, a fiatalokat szívesen tanítja a feladatok elvégzésére. Fejlett szociális érzékkel rendelkezik.*” 1971. január 1-én *Czelnai Rudolf* igazgató kinevezte főosztályvezetővé: megbízta az Adatközpont vezetésével. 1973. május 1-től a Központi Meteorológiai Intézet igazgató-helyettese, 1980. szeptember 30-i nyugdíjba vonulásáig.

A Magyar Meteorológiai Társaság 1979-ben *Steiner Lajos emlékéremmel* tüntette ki, 2015 óta a Társaság *Tiszteleti Tagja*. Ma is aktívan részt vesz a meghirdetett rendezvényeken, tagtársaival tartja a kapcsolatot. Követendő életút van mögötte – az új generációk számára mintául szolgálhat az Ő szorgalma, becsületes munkavégzése és az ahhoz való emberi hozzáállása.

Kitüntetéséhez szívből gratulálunk!

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 foglalkozunk.

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

Felelős szerkesztő:
Dunkel Zoltán
a szerkesztőbizottság elnöke

Szerkesztőbizottság:
Bartholy Judit
Bihari Zita
Haszpra László
Hunkár Márta
Tóth Róbert főszerkesztő-helyettes

ISSN 0 133-3666

A kiadásért felel:
Dr. Radics Kornélia
az OMSZ elnöke

Készült:
HM Zrínyi NKft.
nyomdájában
800 példányban

Felelős vezető:
Dr. Bozsonyi Károly
ügyvezető igazgató

Évi előfizetési díja:
2100.-Ft + 5% ÁFA

2205.- Ft
Megrendelhető az OMSZ
Pénzügyi és Számviteli Osztályán
1525 Budapest Pf. 38.
E-mail: legkor@met.hu

TARTALOM

CÍMLAPON

Jóbai Zsolt: Halo a sípálya fölött.....	153
Dr. Szakács Györgyné Életfa kitüntetése.....	154
Szerzőink figyelmébe.....	154
Elhunyt Szentimrey Béláné.....	156
Elhunyt Szeibert Tivadarné.....	156
Weidinger Tamás: Matyasovszky István halálára	156

TANULMÁNYOK

Horváth Miklós, Csoknyai Tamás és Szánthó Zoltán: A meteorológiai mérések szerepe az épületgépészetben.....	157
Illy Tamás és Szépszó Gabriella: Széleenergia becslések regionális éghajlati modellek eredményei alapján.....	162
Péliné Németh Csilla, Bartholy Judit, Pongrácz Rita és Radics Kornélia: Széladatok homogenizálása és korrekciója.....	167
Menyhárt László, Anda Angéla és Nagy Zoltán: Piranométer szintezési hibájának hatása a mért globálsugárzás értékekre	173
Kádár Péter: Széleenergetikai vizsgálatok az Óbudai Egyetemen	177
Lázár István: Székelyföldi meteorológiai állomások szélirányainak vizsgálata	189

KRÓNIKA

Dunkel Zoltán: Kislexikon.....	166
Marton Annamária és Hoffmann Lilla: 2015 őszének időjárása	192
A 60. évfolyam (2015) szerzői.....	194
Dunkel Zoltán: Történelmi arcképek – Béll Béla	195

LIST OF CONTENTS

COVER PAGE

Zsolt Jóbai: Halo phenomenon above a ski slope	153
Ms. Amalia Szakács Received 'Tree of Life' Award	154
Instructions to authors of LÉGKÖR.....	154
Ms. Marta Szenimrey passed away.....	156
Ms. Erzsébet Szeibert passed away.....	156
Tamás Weidinger: In Memoriam István Matyasovszky	156

STUDIES

Miklós Horváth, Tamás Csoknyai and Zoltán Szánthó: Importance of Meteorological Measurements in Building Engineering	157
Tamás Illy and Gabriella Szépszó: Assessment of Future Wind Conditions over Hungary using Regional Climate Models.....	162
Csilla Péli-Németh, Judit Bartholy, Rita Pongrácz and Kornélia Radics: Homogenization and Correction of Hungarian Daily Wind Speed Data.....	167
László Menyhárt, Angéla Anda and Zoltán Nagy: Implications of the Levelling Error of Pyranometer on the Measured Values of Global Radiation	173
Péter Kádár: Wind Energetic Examinations at 'Óbuda' University	177
István Lázár: Investigation on Wind Directions in Székelyföld's Weather Stations	189

CHRONICLE

Zoltán Dunkel: Pocket Encyclopaedia.....	166
Annamária Marton and Lilla Hoffmann: Weather of Autumn 2015	192
Authors of Volume 60 (2015)	194
Zoltán Dunkel: Historical Portraits – Béla Béll.....	195

ELHUNYT SZENTIMREY BÉLÁNÉ Dánfi Márta

Budapest, 1932. augusztus 10. – Budapest, 2015. november 2.



A Szilágyi Erzsébet gimnáziumban érettségizett 1951-ben. Bedolgozóként kezdett dolgozni a fővárosi Gyöngyömb-gyárnál 1955-ben. Később a Budapest-Vidéki-Postaigazgatóság Pest megyei Hírlaphivatalánál, helyezkedett el számadás-ellenőrként. Az OMSZ-ba 1969. szeptember 5-én lépett be, ahol 1987. augusztus 11.-i nyugdíjazásáig ügyintéző, technikus előadó és műszaki ügyintéző munkaköröket töltött be. A Technikai alapismeretek tanfolyamot 1971/73-ban jeles eredménnyel végezte el. Közel két évtizedet dolgozott a Hálózati Osztályon, amelynek elnevezése időnként változott, de az elhelyezés ugyanaz maradt a Kitaibel Pál utcában a 2. emeleten. Intézte az akkor elég nagy – 100 fő feletti – vidéki hálózat adminisztrációs munkáit. Aktívan részt vett az évente kétszer megrendezett állomásvezető értekezletek szervezésében, lebonyolításában. A Léggörben az „Észlelőink írták” rovatot szerkesztette. Segítette a főosztályvezető, osztályvezető és hálózati ellenőrök munkáját. Kitűnő kapcsolatokat ápolta a vidéki főállomások vezetőivel, hivatásos és társadalmi észlelőkkel. Egy akkori vidéki Állomásvezető Kolléga ezt írta a munkájáról: „Márta, soha meg nem ismételtető csapat voltatok. Amikor nyugdíjba ment, akkor volt egy olyan nagyon erős érzésem, hogy valami lezárult és soha többet nem lesz még hasonló sem. Amíg élek, mindig szeretettel fogok Mártára (másod Anyámra) gondolni. Mindig úgy lesz előttem, mint egy létszerető, emberszerető és ismerő lény, aki mindent tudott a Dolgozókról, Rólunk”. Nyugodjon békében!

SZEIBERT TIVADARNÉ Benyó Erzsébet

Budapest, 1947. január 17. – Budapest, 2015. december 12.



Közgazdasági Technikumban érettségizett. Első munkahelye a 3. sz. KÖV forgalmi osztályán volt. 1965-től a Budapesti Bútoripari Vállalat raktári adminisztrátoraként dolgozott, majd a Szék és Kárpitosipari Vállalatnál pénzügyi előadó munkakör látott el. Innen lépett be az OMSZ-ba 1980. június 17-én. Mindvégig a pénzügyi-számviteli területen dolgozott, gazdasági ügyintézőként. Feladatai közé tartozott az átvett pénzeszközök nyilvántartása, külföldi kiküldetésekkal kapcsolatos ügyintézés, a lakásépítési alaphoz kötődő nyilvántartások, valamint a munkába járással kapcsolatos költségek elszámolása. Munkáját nagy hozzáértéssel, az elszámoló munkatársak iránti szeretettel, segítőkészséggel látta el. Kormánytisztviselői jogviszonya alól 2007. június 22-i hatállyal felmentést kapott nyugdíj jogosultsága miatt, de továbbra is bejárt, vállalkozóként látta el feladatát egészen 2014-ig. Akkor vonult végérvényesen nyugállományba, hogy főállásban foglalkozhatott unokáival, akikre mindig nagyon büszke volt. Emlékét szeretettel őrizzük.

MATYASOVSZKY ISTVÁN HALÁLÁRA

Weidinger Tamás

ELTE Meteorológiai Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A, weidi@caesar.elte.hu



Mindnyájunkat megdöbbenett a hír, hogy Matyasovszky István örökre becsukta maga mögött a Meteorológiai Tanszék ajtaját. 2015 karácsony másnapján váratlanul hagyott itt bennünket, családját, barátait, kollégáit, diákjait. Egy héttel azelőtt a Tanszék karácsonyi ünnepségen még azzal köszönt el tőlünk, hogy az elkövetkező időszak a pihenés és a családé lesz. A sors azonban kegyetlenül közbeszólt. Nehéz búcsúzni az egyetemi ismerőstől, majd a későbbi kollégától és baráttól, akivel az ELTE Meteorológiai Tanszékén több mint másfél évtizedig egy szobában dolgoztunk még a Múzeum körúton és a Ludovika téren. Szerettem vele beszélgetni, néha ironizálni. Jó volt hallani tőle, mindig pontos véleményét a világról. Most búcsúzni kell, de az emlékek, a gondolatai, az írásai velünk maradnak.

Matyasovszky István 1960-ban született, Budapesten érettségizett, és 1984-ben szerzett oklevelet az ELTE meteorológus szakán. Ez volt a második „új meteorológus évfolyam”: az akkori fiatalok, a mai meteorológia derékhadja. Kezdetektől fogva a statisztikus klimatológia érdekelte. Gulyás Ottó tanítványa volt. A tőle kapott matematikai egzakttságot ötvözte a meteorológiai ismeretanyaggal. Mindig jól definiált éghajlati-statisztikai kérdéseket tett fel, s ezekre egzakt válaszokat

adott. Ezt a szemléletmódot honosította meg oktatói munkájában is. Pontosan, világosan beszélt, jól felépített tananyagot adott át. Egyetlen munkahelye volt, az ELTE Meteorológiai Tanszéke. Itt oktatott először tanársegédként, majd adjunktusként, s másfél évtizede mint egyetemi docens. Nemzedékek figyelmét irányította rá a statisztikus klimatológia és az éghajlatlan jelentőségére. Statisztikus klimatológia könyve mindmáig alapműnek számít. Fő kutatási területe a meteorológiai idősorok szerkezetének, spektrális tulajdonságainak elemzése, az éghajlat-ingadozások és -változások detektálása és becslése, a jövőbeni globális éghajlatváltozás lokális hatásainak vizsgálata, az extrémek statisztikája. Egyetemi doktori értekezését 1986-ban védte meg, az MTA doktora fokozatot 2014-ben szerezte meg. Ez foglalja keretbe munkásságát. Részletesen elemezte a közép-angliai hőmérséklet idősor statisztikai szerkezetét. Ezt a témát – ami első nemzetközi publikációját jelentette – még Rákóczi Ferenc professzortól kapta. Közel három évet töltött az Egyesült Államokban, a Nebraskai Egyetemen Bogárdi István professzornál a kilencvenes évek első felében. A globális éghajlatváltozás regionális hatásainak félempirikus leskálázásával foglalkozott. Fontos cikkeket publikáltak rangos nemzetközi folyóiratokban, amelyekre máig hivatkoznak. Megbecsült kutató lett kinti lehetőségekkel, de számára a legtermészetesebb módon itthon folytatta szakmai munkásságát. Mindig az új statisztikai módszerek alkalmazását kereste. Az utóbbi években sokat foglalkozott clusteranalízis problémákkal, pollen-idősorok elemzésével, s legutóbb a töréspontok detektálásával. Rangos publikációinak száma másfélszáz feletti. Az Időjárás című folyóiratban 18 cikke jelent meg, külföldi szakfolyóiratokban több mint ötven, ezek közül egyedül a Theoretical and Applied Climatology-ban 14. Az egyik legtöbbet idézett hazai klimatológus. Tudományos munkásságát számos díjjal ismerték el (1992 MMT Róna Zsigmond díj, 1996-1997 Szádeczky-Kardoss Elemér Díj, 1998 Bolyai János Kutatási Ösztöndíj, 2005 Pro Meteorológia Emlékplakett). Mindig pontos, szerény, csendes ember, jó kolléga volt, aki nem tudott megbékélni a logikátlansággal, az ésszerűtlenséggel. Halálával lezárult egy fejezet a hazai statisztikus klimatológia történetében. Másoknak kell folytatni az idősorok elemzését, a statisztikus klimatológia oktatását, az elkezdett diákkori dolgozatok, diplomamunkák és doktori témák vezetését. A feladat nem egyszerű, de van mire építkezni: Matyasovszky István szakmai hagyatékára, emberi tulajdonságaira, nemzetközi szintű kutatási eredményeire, tankönyvére, jegyzeteire.

A METEOROLÓGIAI MÉRÉSEK SZEREPE AZ ÉPÜLETGÉPÉSZETBEN

IMPORTANCE OF METEOROLOGICAL MEASUREMENTS IN BUILDING ENGINEERING

Horváth Miklós, Csoknyai Tamás, Szánthó Zoltán

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Épületgépészeti és Gépészeti Eljárástechnika Tanszék, 1111 Budapest, Bertalan Lajos u 4-6. D épület 1. emelet, horvath@epgep.bme.hu, csoknyait@mail.bme.hu, szantho@egt.bme.hu

Összefoglalás. A cikkben déli tájolású 45°-os dőlésszögű felületen mért globálisugárzás adatokat vetünk össze napfénytartam adatokkal. A vizsgálatok során megállapítottuk, hogy a 45°-os felületen mért globálisugárzás adatok és a mért napfénytartamok közel lineáris korrelációt mutatnak. Ez az eredmény kezdeti lépése egy hosszabb kutatásnak, melynek alapvető célja a tájolással és dőlésszöggel rendelkező felületekre érkező sugárzás becslése. Jellemzően sugárzást csupán vízszintes felületen mérnek, azonban a gyakorlatban legtöbbször tájolással és dőlésszöggel rendelkező felületekre érkező sugárzási adatra van szükség. A további vizsgálatok célja tehát a különböző felületekre érkező sugárzás meghatározása, melynek alapvető feltétele a globálisugárzás felbontása direkt, diffúz és visszavert sugárzásra. A sugárzáskomponensek ismeretében lehetőség lenne napelemek, napkollektorok várható termelésének meghatározására, automatizált árnyékoló szerkezetek mozgásának meghatározására.

Abstract. In this paper a method is introduced in order to determine and evaluate a correlation between the measured sunshine duration and the measured incoming solar radiation on a south-facing surface with a tilt angle of 45°. It was proven that there is a closely linear correlation between the measured values. This result is the first step in a longer term research, thus in the practice it can be used only in special cases as the solar radiation data on a tilted and oriented surface is rarely available. Usually the solar radiation on a horizontal plane is registered, thus the relationship between the horizontal and the tilted and oriented plane is required to be examined. A follow-up research shall be carried out in order to determine the ratio of the global radiation components (direct, diffuse and reflected) for any tilt angle and orientation, because these components are important operating parameters for solar collectors, photovoltaic cells, moveable shadings and passive solar systems.

A napsugárzásból származó energiahozam jelentősége az épületgépészetben. „Új épületek esetén szükséges a szoláris energiahozam becslése, azonban ennek meghatározására jelenleg csak közelítő számítások állnak rendelkezésre. Hazánkban a beérkező szoláris energia mennyiségének meghatározása az MSZ 04-140-es szabványcsalád alapján történik. Sajnálattal módon ezek a szabványok már közel 35 évesek, és a számítás során több, ma már nem feltétlenül megengedhető elnagyolást tesznek. A szabványok egyik legnagyobb hibája, hogy a szoláris energiahozamot csak statikus módon lehet meghatározni. Mindössze 8 féle tájolásra és 2 féle dőlésszögre lehet méretezési adatokat találni bennük, így nem felelnek meg a mai kor követelményeinek, ugyanis ez a statikus tervezési módszer nem elégséges a kis energiafelhasználású, akár közel nulla energiaigényű épületek tervezésénél, ahol a tervezés során sokszor figyelembe veendő az instacioner folyamatok. Ezekben ugyanis megnő a nyereségáramok jelentősége a hőburok hőellenállásának növekedésével. Mindenképpen dinamikus, részletesebb számítási módszerre van szükség.” (Horváth, 2014)

Épületgépészeti szempontból fontos tehát a Naphozam származó energiahozam minél pontosabb előrejelzése. Épületek esetében lehet beszélni passzív és aktív napenergia hasznosításról. A passzív napenergia-hasznosítással az épületek fűtési energiaigényét lehet csökkenteni, illetve előrelátó tervezés esetén a nyári sugárzási nyereség minimalizálására is lehetőség van. Mindkét esetben fontos a megfelelő pontosságú, előzetekintő tervezés, amely megfelelő méretezési értékek nélkül lehetetlen, tehát szükséges a jelenlegi méretezési eljárás módosítása, pontosítása. Aktív napenergia hasznosításról beszélhetünk napelemek és napkollektorok esetén. E berendezések tervezésénél alapvető szerepet kap a várható termelt hő- és villamos energia becslése, amelyhez elengedhetetlen a várható napenergia-hozam becslése. Az

aktív napenergia-hasznosító berendezéseknél nemcsak a tervezésnél, hanem üzem közben is fontos az aktuálisan beérkező energia mennyiségének meghatározása.

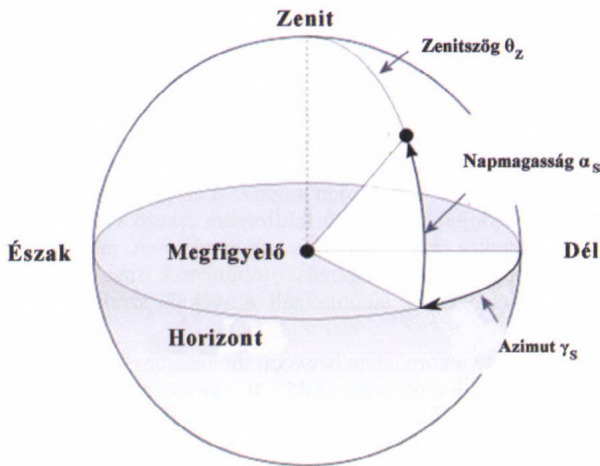
Mind a passzív, mind az aktív napenergia-hasznosítás esetén belátható, hogy a napenergia-hozam meghatározása mind az épület, vagy berendezés tervezésénél, mind pedig üzemelésénél fontos. Általánosan elmondható azonban, hogy a tervezéshez nem állnak rendelkezésre megfelelő adatok, így nincsen általánosan elfogadott méretezési eljárás sem. A cikkben egy olyan, a napenergia-hozam becslésére alkalmas módszer kerül bemutatásra és elemzésre, amely két általánosan mért mennyiségen alapul. A két szükséges érték a vízszintes felületre érkező globálisugárzás intenzitása és a napi napfénytartam. E két mennyiség ismeretében már becsülhető a vízszintes felületre érkező sugárzás várható értéke. A módszer alkalmazásához e mért mennyiségeken kívül azonban szükséges még a vízszintes felületre érkező csillagászatilag lehetséges globálisugárzás meghatározása is; ez azonban a nap-pálya geometriájából és a Nap sugárzási karakterisztikájából tisztán elméleti úton meghatározható. A cikkben a vízszintes felületre vonatkozó, illetve ennek némi módosításával 45°-os dőlésszögű, déli tájolású felületre vonatkozó módszert mutatjuk be.

Vízszintes felületre érkező sugárzás és napfénytartam korrelációja – szakirodalmi áttekintés. A vízszintes felületre érkező sugárzás meghatározására napjainkig számos publikáció született. Az egyik legelterjedtebb módszer az úgynevezett K_T módszer, melyben az atmoszféra csökkentő hatásának figyelembevételére az úgynevezett égbolt tisztasági tényező szolgál. E faktor értelmezését az 1. egyenlet írja le (Liu and Jordan, 1960):

$$K_T = \frac{\bar{H}}{H_0} \quad (1)$$

ahol K_T a globálisugárzásra vonatkozó égbolt tisztasági tényező [kWh/kWh], H adott vízszintes felületre beérke-

ző globálisugárzás havi átlaga egy napra vonatkoztatva [kWh/(m²nap)], H_0 a csillagászatilag lehetséges, vízszintes felületre beérkező globálisugárzás havi átlaga egy napra vonatkoztatva [kWh/(m²nap)].



1. ábra: A napmagasság és azimut értelmezése (Wikipédia, 2014)

A globálisugárzásra vonatkozó égbolt tisztasági tényező meghatározható a mért napos órák száma alapján az úgynevezett Angström konstansok segítségével. Ennek a módszernek a lényege, hogy egy adott területen mérik a vízszintes felületre érkező globálisugárzás értékét és a napos órák számát, majd a mért adatok alapján a 2. egyenlet segítségével az Angström konstansok értéke meghatározható (Salimal and Chavula, 2012). Az egyenlet a $\frac{\bar{H}}{H_0}$ fajlagos energiahozam és a $\frac{\sigma}{N}$ fajlagos naphossz között teremt kapcsolatot:

$$\frac{\bar{H}}{H_0} = a + b \cdot \frac{\sigma}{N} \quad (2)$$

ahol $\bar{H}$ a vízszintes felületre beérkező globálisugárzás havi átlaga egy napra vonatkoztatva [kWh/(m²nap)], H_0 a csillagászatilag lehetséges, vízszintes felületre beérkező globálisugárzás havi átlaga egy napra vonatkoztatva [kWh/(m²nap)], σ a napos órák [óra/nap], N a napkeltétől napnyugtáig tartó időtartam hossza [óra/nap], a, b az Angström konstansok.

Az egyenlet alkalmazásához azonban szükséges a csillagászatilag lehetséges globálisugárzás intenzitásának meghatározása, illetve a napok hosszának a számítása is. A számított és mért értékek alapján diagramot lehet készíteni, azon az egyes pontokat fel kell venni. A felvett pontokra egyenest kell illeszteni, így a konstansok az illesztett egyenes egyenletéből egyszerűen kiolvashatók. A csillagászatilag lehetséges globálisugárzás a következőképpen került meghatározásra. Első lépésként a Nap pályáját szükséges leírni, melyet a deklinációval, a napmagassággal és az azimut értékkel lehet jellemezni. Ezen értékeket a 3–5. egyenletek írják le. A nappal hossza a 6. egyenlet alapján számítható (Cooper, 1969; Duffie and Beckman, 2013). A napmagasság és azimut értelmezését az 1. ábra szemlélteti. A napmagasság tehát a horizont

síkja és a Nap égbolton elfoglalt helye közötti szögműködés, az azimut pedig a déli irány és a Nap helyzete közötti szögműködés.

A napmagasság és azimut értékek számításához szükséges a deklináció meghatározása. A deklináció éves periódussal ismétlődik, a Föld Nap körüli pályája és az egyenlítő által meghatározott síkok eltéréséből adódik, a 3. egyenlet (Cooper, 1969) alapján számítható:

$$\delta = 23,45 \cdot \sin \left(\frac{284+n}{360} \cdot 2\pi \right) \quad (3)$$

ahol δ a nap deklinációja [°], n a vizsgált nap sorszáma, január 1. = 1 [1], A napmagasság értéke a 4. egyenletből határozható meg (Duffie and Beckman, 2013.).

$$\sin \alpha_s = \sin \delta \cdot \sin \phi + \cos \delta \cdot \cos \omega \cdot \cos \phi \quad (4)$$

ahol α_s a napmagasság [°], δ a nap deklinációja [°], ϕ a földrajzi hely szélességi foka [°], ω a nap óraszöge, 1 óra = 15° [°].

Az azimut értéke az 5. egyenletből számítható, az 5.a–5.e egyenletek segítségével (Duffie and Beckman, 2013).

$$\gamma_s = C_1 \cdot C_2 \cdot \gamma'_s + C_3 \cdot \left(\frac{1-C_1 \cdot C_2}{2} \right) \cdot 180 \quad (5)$$

$$\sin \gamma'_s = \frac{\sin \omega \cdot \cos \delta}{\cos \alpha_s} \quad (5.a)$$

$$C_1 = \begin{cases} 1, \text{ ha } |\omega| < \omega_{ew} \\ -1, \text{ ha } |\omega| > \omega_{ew} \end{cases} \quad (5.b)$$

$$\cos \omega_{ew} = \frac{\tan \delta}{\tan \phi} \quad (5.c)$$

$$C_2 = \begin{cases} 1, \text{ ha } \phi \cdot (\phi - \delta) \geq 0 \\ -1, \text{ ha } \phi \cdot (\phi - \delta) < 0 \end{cases} \quad (5.d)$$

$$C_3 = \begin{cases} 1, \text{ ha } \omega \geq 0 \\ -1, \text{ ha } \omega < 0 \end{cases} \quad (5.e)$$

ahol γ_s az azimut [°], δ a nap deklinációja [°], α_s a napmagasság [°], ω a nap óraszöge, 1 óra = 15° [°], ϕ a földrajzi hely szélességi foka [°].

A nappal hossza a 6. egyenlet alapján számítható (Duffie and Beckman, 2013):

$$N = \frac{2}{15} \cdot \cos^{-1}(-\tan \phi \cdot \tan \delta) \quad (6)$$

ahol N a nappal hossza [óra/nap], ϕ a földrajzi hely szélességi foka [°] és δ a nap deklinációja [°]

A csillagászatilag lehetséges, vízszintes felületre érkező globálisugárzás a 7. egyenlet alapján számítható (Duffie and Beckman, 2013):

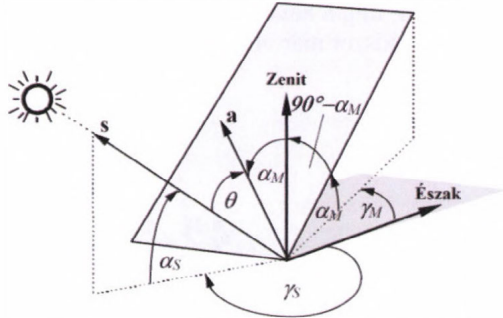
$$G_0 = G_{sc} \cdot \left[1 + 0,033 \cdot \cos \left(\frac{n}{365} \cdot 360 \right) \right] \cdot \cos \theta_z \quad (7)$$

ahol G_0 a csillagászatilag lehetséges, vízszintes felületre beérkező globálisugárzás intenzitása [kWm⁻²], G_{sc} a szoláris konstans, értéke 1,367 [kWm⁻²], n a vizsgált nap sorszáma, január 1. = 1 [1], θ_z a zenitszög, értéke: 90° – α_s [°].

Amennyiben az Angström konstansok ismertek, az eddigiek alapján a vízszintes felületre érkező globálisugárzás meghatározható. A napos órák száma (napfénytartam) könnyen mérhető vagy hozzáférhető, a csillagászatilag

lehetséges globálisugárzás a földrajzi szélesség, a dátum és az idő alapján számolható. Ezekből a 2. *egyenlet* segítségével számítható a vízszintes felületre érkező globálisugárzás, melynek mérése igen költséges lenne.

Déli tájolású, 45°-os dőlésszögű felületre érkező sugárzás és napfénytartam adatok vizsgálata. A vizsgálatok elvégzése során az OMSZ által regisztrált napfénytartam adatokat használtuk. A 45°-os dőlésszögű, déli tájolású felületre érkező globálisugárzás mérési adatait a Naplopó Kft. biztosította (Naplopó, 2013).



2. ábra: Tetszőleges tájolású és dőlésszögű felület szögeinek értelmezése (Quasching and Hanitsch, 1995)

Az elvégzett elemzés során nem vízszintes felület sugárzás adatait dolgoztuk fel, így a 7. *egyenlet* módosítására volt szükség. Az egyenletben a θ_z zenitszög helyett a sík normálvektora és a napba mutató vektor közötti θ_z szögre van szükség. Ez a szög a 8. *egyenlet* alapján számítható, az egyes szögek megértését a 2. ábra segíti. A számított szög figyelembevételével a csillagászatilag lehetséges globálisugárzás a 9. *egyenlet* alapján számítható (Duffie and Beckman, 2013).

$$\theta = \cos^{-1}(A - B + C + D + E) \quad (8)$$

ahol θ a vizsgált sík normálvektora és a Nap irányába mutató vektor közötti szögekülönbség [°]. A képlet tagjai,

$$A = \sin\delta \cdot \sin\Phi \cdot \cos\alpha_M$$

$$B = \sin\delta \cdot \cos\Phi \cdot \cos\alpha_M \cdot \cos\gamma_M$$

$$C = \cos\delta \cdot \cos\Phi \cdot \cos\alpha_M \cdot \cos\omega$$

$$D = \cos\delta \cdot \sin\Phi \cdot \sin\alpha_M \cdot \cos\gamma_M \cdot \cos\omega$$

$$E = \cos\delta \cdot \sin\alpha_M \cdot \sin\gamma_M \cdot \sin\omega$$

ahol δ a nap deklinációja [°], Φ a földrajzi hely hosszúsági foka [°], ω nap óraszöge, 1 óra = 15° [°], α_M a felület dőlésszöge [°].

γ_M a felület tájolása (a modellben a déli tájolóhoz van viszonyítva) [°],

$$G'_0 = G_{SC} \left[1 + 0,033 \cos \left(\frac{n}{365} \cdot 360 \right) \right] \cdot \cos\theta \quad (9)$$

ahol G'_0 a csillagászatilag lehetséges, dőlésszögű és tájolással rendelkező felületre beérkező globálisugárzás intenzitása [kW/m²], G_{SC} a szoláris konstans, értéke 1,367 [kWm⁻²], n a vizsgált nap sorszáma, január 1. = 1 [1], θ a vizsgált sík normálvektora és a Nap irányába mutató vektor közötti szögekülönbség [°].

Az egyes sugárzási értékeket 15 perces bontásban meghatároztuk meg. A H_i mért és a H_{0i} számított sugárzásintenzitás értékeket az egyes napokra összegezve megkaphatók a napi sugárzási energiahozamok. Az összegzés a 10. *egyenlet* alapján történt, ahol az i index az egyes napokra, a j index pedig az egyes napokon belüli 15 perces időintervallumokra vonatkozik. A napi átlagértékből a 11. *egyenlet* szerint számítható az egyes hónapokra vonatkozó átlagos napi energiahozam értéke. Az egyenletben az i index a hónap egyes napjaira vonatkozik, míg a h index a hónap számát jelöli. Az egyenletek alapján minden hónapra meghatározható egy jellemző napi átlagos energiahozam, amellyel az adott hónap jellemezhető. Az adatok elemzését a 10. és 11. *egyenletek* szerint számított értékekkel végeztük el.

$$H'_{0i} = \frac{15}{60} \cdot \sum G'_{0j} \quad (10)$$

ahol H'_{0i} a csillagászatilag lehetséges, dőlésszögű és tájolással rendelkező felületre beérkező globálisugárzás napi mennyisége a vizsgált „i”-ik napon [kWh/(m²nap)], G'_{0i} a csillagászatilag lehetséges, dőlésszögű és tájolással rendelkező felületre beérkező globálisugárzás intenzitása az adott nap „j”-ik időpontjában [kW/m²]

$$\bar{H}'_{0h} = \frac{\sum H'_{0i}}{D} \quad (11)$$

ahol $\bar{H}'_{0h}$ a csillagászatilag lehetséges, dőlésszögű és tájolással rendelkező felületre beérkező globálisugárzás „h”-ik hónapra vonatkoztatott átlagos napi mennyisége [kWh/(m²nap)], H'_{0i} a csillagászatilag lehetséges, dőlésszögű és tájolással rendelkező felületre beérkező globálisugárzás napi mennyisége a vizsgált „i”-ik napon [kWh/(m²nap)], D a hónapban lévő napok száma [1].

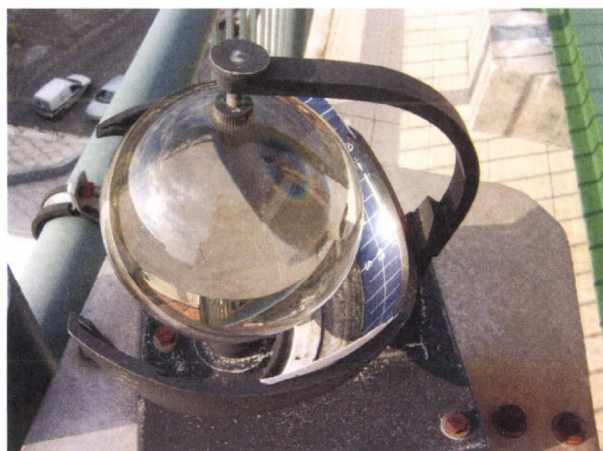
Az adatszolgáltatás keretében kapott napfénytartam adatokat az OMSZ a mérések 19. század végi megkezdése óta ugyanazzal a technikával regisztrálta¹:

„A megfigyelő hálózatában már a kezdetektől a Campbell–Stokes rendszerű napfénytartam mérő használatos, mely a napsugárzás hőhatását használja ki. A műszer lényegében egy fémállványra szerelt, 96 mm átmérőjű üveggömb, amely a napsugarakat gyűjtőlencseként egy ún. napszalagra irányítja. Az óráskálával rendelkező napszalagot az üveggömb gyűjtőtávolságában elhelyezkedő gömbhéj alakú mélyedésben kell elhelyezni. Ahová az összegyűjtött napsugarak esnek, a papír megpörkölődik vagy kiég. A Nap, amint az égbolton látszólagos mozgása közben tovább halad, pályájának ívét, a sugárzás erőssége szerint erősebben, vagy gyengébben a szalagra égeti. A nappálya évszakonként változó magasságú ívének megfelelően 3 féle napszalag használatos: nyári, téli és tavaszi-őszi. A szalagot minden este cserélni kell. A napi napfénytartamot a napszalagokon lévő égetési nyomok összegzése útján nyerjük tízed óra pontossággal.” (OMSZ, 2014). A 3. ábra egy, a napfénytartam mérésére alkalmazott Campbell–Stokes rendszerű napfénytartam

¹Az Országos Meteorológiai Szolgálat 2013-ban kivonta a rendszerből az üveggömbös napfénytartam-mérőket. Néhány helyen azonban még folyik regisztrálás. Lásd: Tóth, R., 2014: A napfénytartam-mérő élt 160 évet. *Léggör* 59, 178–180.

tam-mérőt mutat be. Fontos megjegyezni azonban, hogy a Campbell–Stokes napfénytartam mérőnek négy fő hibája van, amelyek növelik az ezzel az eszközzel mért és rögzített adatok hibáját:

- a regisztráló papír túlégetése: erősen változékonnyá válik idő esetén a gyors változásokat nem képes követni, így felülbecsli a valódi napfénytartamot ebben az időszakban.
- a mérőműszer alsó mérési határa előírás szerint 120 W m^{-2} sugárzásintenzitás, ami a regisztráló papírok különbözősége miatt nem minden esetben teljesül, így alul-, illetve felülmérés lehetséges.
- az adatok rögzítése manuálisan történik, mely magá-



3. ábra: Campbell–Stokes rendszerű napfénytartam mérő (OMSZ, 2014)

ban hordozza a hibás rögzítés lehetőségét.

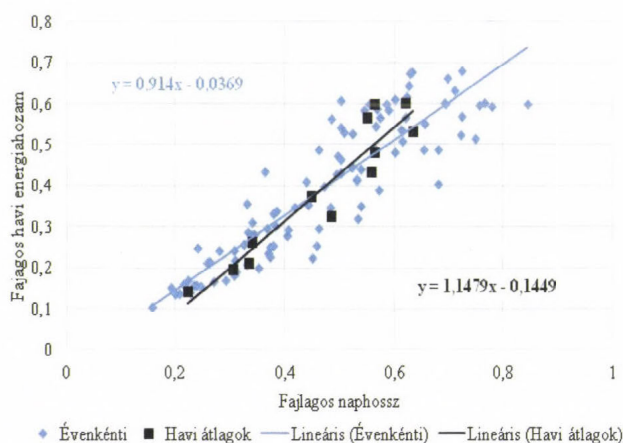
- az üveggömb teljesítménye az időjárás sajátosságainak függvényében romolhat (pl.: pára, dér), amely megfelelő felügyelet nélkül a napos órák számának alulméréséhez vezet.

A globálisugárzást a Naplopó Kft. egy déli tájolású, 45° -ban döntött felületen méri egy Kipp&Zonen gyártmányú, CM-5 típusú szellőztetett piranométerrel, amely 2%-os pontossággal méri a beérkező globálisugárzást. A mérőállomás földrajzi pozíciója: É: $47,55727^\circ$, K: $19,05033^\circ$, H: 12 m. A mérési adatok a 2004. január 10-e és 2012. április 5-e közötti időszakra álltak rendelkezésre.

A 9.–10. egyenletek alapján számított és a Naplopó Kft. által mért sugárzási értékeket a 2. egyenlet szerinti fajlagosítással a 4. ábra mutatja be. Az ábrán két különböző értelmezés szerint ábrázoltuk az egyes hónapokra vonatkozó fajlagos energiahozam napi értékeit a fajlagos naphosszhoz viszonyítva. Az „Évenkénti” adatsor esetén a mérési időtartamban az egyes hónapokra külön-külön meghatároztuk az értékeket, míg a „Havi átlagok” esetében minden hónapra vonatkozó érték az összes év adott hónapjára vonatkozó értékek átlagolásával került meghatározásra.

A fenti ábrán mutatott adatsoroknál megfigyelhető, hogy a hosszabb időtartamra történő átlagolás esetén a pontok

közelebb kerültek egymáshoz. Az évenkénti adatsor esetén az adatsor korrelációja 89,8%-ra adódott, míg a több adatra történő átlagolás esetén a korreláció értéke már 94,3%. A kapott korrelációs értékek alapján megállapítható, hogy a napos órák száma és a mért sugárzás között közel lineáris kapcsolat van, így ez a módszer alkalmazható lehet különböző helyszíneken mért sugárzásértékek és napfénytartamok alapján az energiagyűjtő felületek várható energiahozamának becslésére. A 45° -os tájolású felületekre kapott Ångström konstansok értékei a 2. egyenlet alapján (a, b) az évenkénti adatsor esetén 0,0369 és 0,914, míg a havi átlagolt adatok esetén 0,1449 és 1,1479. A módszer már alkalmazásra került egy 2014-



4. ábra: Fajlagos havi energiahozam (H/H_0) a fajlagos naphossz (σ/N) függvényében, napi értékekben

es diplomamunkában is (Horváth, 2014).

Összefoglalás. A cikkben bemutatásra került egy módszer, amelynek segítségével a mért napfénytartam ismeretében becsülhető a déli tájolású, 45° -os dőlésszögű felületek energiahozama. Ehhez hazai mérési adatsorok statisztikai elemzésével meghatároztuk a Magyarországon alkalmazható Ångström konstansok értékét. Megállapítottuk, hogy a napos órák száma és a várható energiahozam között a vizsgált dőlésszögű és tájolású felület esetén – ahogy vízszintes felületnél is –, közel lineáris kapcsolat van. A gyakorlatban csak vízszintes felületen mérik a globálisugárzást, így szükséges lenne olyan további vizsgálat elvégzése is, amelynek célja, hogy vízszintes felületen mért sugárzás és a napfénytartam adatok ismeretében a 45° -os vagy más dőlésszögű, déli, vagy egyéb tájolású felületre érkező sugárzás is becsülhető legyen.

Épületgépészeti és építészeti szempontból is fontos további kutatási terület a tetszőleges tájolású és dőlésszögű felületre érkező sugárzás meghatározása a vízszintes felületen mért sugárzás és napfénytartam adatok felhasználásával. Az előzőleg felvetett összefüggés keresésén túl szükséges lenne továbbá egy a tetszőleges felületre érkező sugárzás meghatározására alkalmas algoritmus kidolgozása is, amely képes az egyes sugárzási komponensek (direkt, diffúz és visszavert sugárzás) meghatározására, becslésére. A sugárzási komponensek ismerete

fontos bemenő paraméter a napelemek és napkollektorok, illetve mozgatható árnyékolók működése során.

Köszönetnyilvánítás. A publikáció elkészítését a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0041 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Irodalom

- Cooper, P. I., 1969: The absorption of radiation in solar stills. *Solar Energy* 12, 333–346.
- Csoknyai, T. és Horváth, M., 2014: Globális sugárzás és napfénytartam mérési eredmények korreláció-analízise. *Környezettudatos energiatermelés-felhasználás III, MTA DAB Megújuló Energetikai Munkabizottsága*. Debrecen, ISBN 978-963-7064-31-9.
- Duffie, J. A. and Beckman, W. A., 2013: *Solar Engineering of Thermal Processes*, 4th Edition, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, ISBN 13-978-471-69867-8
- Horváth, M., 2014: Üvegfelületeken beérkező sugárzási nyereség számítása. *Diplomamunka – Kézirat*. Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem.
- Liu, B. Y. H. and Jordan, R. C., 1960: The interrelationship and characteristic distribution of direct, diffuse and total solar radiation. *Solar Energy* 4 (3), 1–19.
- Naplopó, 2013: <http://naplopo.hu/tudastar/napsugarzasi-adatok>
- OMSZ, 2014: http://www.met.hu/eghajlat/eghajlati_adatsorok/bp/Navig/Index2.htm
- Quasching, V. and Hanitsch R., 1995: Shade calculations in photovoltaic systems. Proc. ISES Solar World Conference. Harare, Zimbabwe. 1995. 09.11–15.
- Salimal, G. and Chavula, G. M. S., 2012: Determining Angstrom constants for estimating solar radiation in Malawi. *International Journal of Geosciences*, 3, 391–397.
- Wikipédia, 2014: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Azimuth-Altitude_schematic.svg



Az Országos Meteorológiai Szolgálat Meteorológiai Muzeális Szakgyűjteményében őrzött Casella és Fuess gyártmányú Campbell–Stokes típusú napfénytartam-mérők

SZÉLENERGIA BECSLÉSEK REGIONÁLIS ÉGHAJLATI MODELLEK EREDMÉNYEI ALAPJÁN

ASSESSMENT OF FUTURE WIND CONDITIONS OVER HUNGARY USING REGIONAL CLIMATE MODELS

Illy Tamás, Szépszó Gabriella

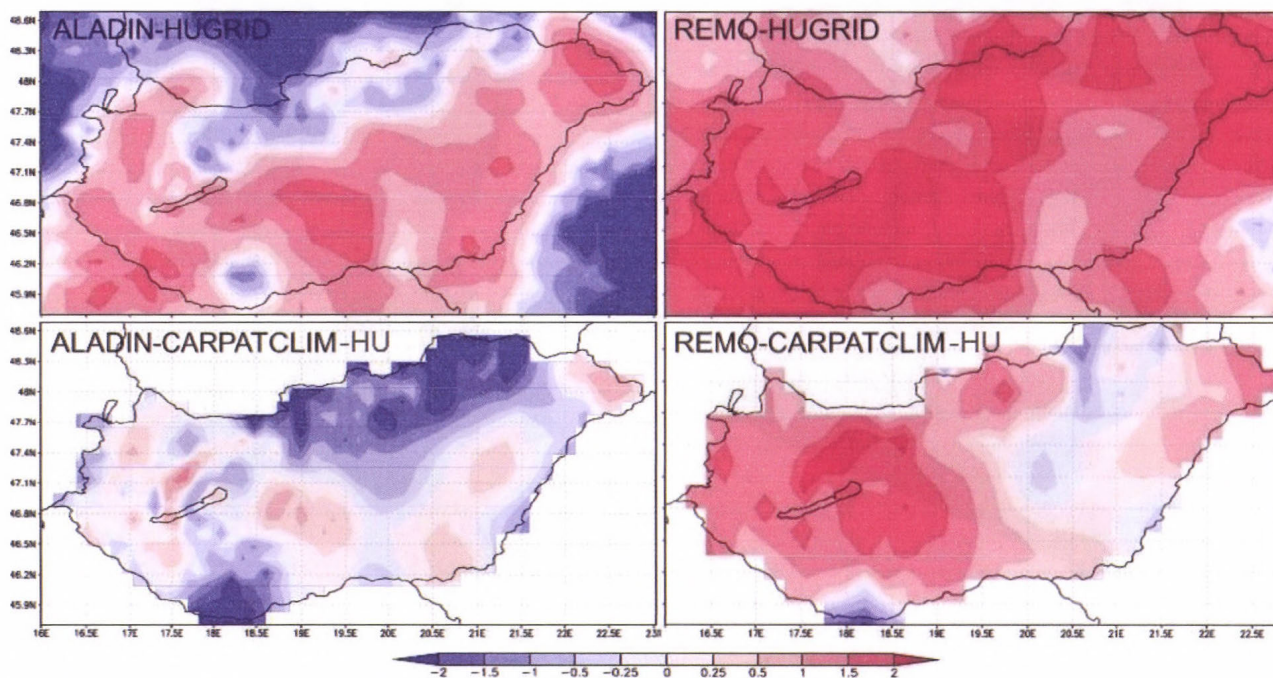
Országos Meteorológiai Szolgálat, 1024 Budapest, Kitaibel Pál utca 1., illy.t@met.hu, szepszo.g@met.hu

Összefoglalás. Az éghajlati rendszer viselkedése és jövőbeli fejlődése numerikus modellek segítségével írható le. Az éghajlati modellek eredményeinek megfelelő értelmezéséhez elengedhetetlen a szimulációk bizonytalanságainak számszerűsítése. Ez az ensemble módszer, azaz több globális és regionális klímamodell, valamint kibocsátási forgatókönyv alkalmazásával tehető meg. Jelen tanulmányban a magyarországi szélviszonyok jövőbeli változását vizsgáljuk az Országos Meteorológiai Szolgálatnál alkalmazott két regionális klímamodell, az ALADIN-Climate és a REMO eredményei alapján. Az elemzés során a 10- és a 100-méteres szélebséget, valamint a 100 méterre vonatkozó potenciális szélenergiát és teljesítményt vizsgáltuk. A modellek eredményeit két (a HUGRID és a CARPATCLIM-HU) rácsponti megfigyelési adatbázissal vetettük össze az 1961–1990 referencia-időszakra; a jövőben várható változásokat pedig 2021–2050-re és 2071–2100-ra számszerűsítettük.

Abstract. The climate system and its future behaviour can be described with numerical models. For correct interpretation of climate change estimates, it is indispensable to consider their uncertainties. This can be quantified by the ensemble method when using multiple regional climate models to downscale a number of global climate scenarios. In our study, the future change of wind conditions over Hungary is investigated based on the results of two regional climate models (RCM), ALADIN-Climate and REMO applied at Hungarian Meteorological Service. The evaluation was focussing on wind-related parameters: 10- and 100-meter wind speed, wind energy potential and power at 100 meters. The RCM results were validated for 1961–1990 using two gridded observation datasets (HUGRID and CARPATCLIM-HU) as reference. Future climate change was evaluated for 2021–2050 and 2071–2100 with respect to 1961–1990.

Bevezetés. Magyarország szélklimatológiai jellemzőinek minél pontosabb ismerete és e jellemzők lehetséges jövőbeli alakulásának vizsgálata kulcsfontosságú a szél energiájának hatékony felhasználásához. A múltra vonatkozóan a különböző mérési adatbázisokból előállított, rácshálózatra interpolált (esetleg homogenizált) adatso-

rok segítségével vizsgálhatjuk és elemezhetjük a Kárpát-medencében uralkodó szélviszonyokat. Magától értetődő módon a jövőre vonatkozóan nem rendelkezünk mérési adatokkal, ráadásul a változó klíma a szélviszonyokra is hatással lehet, ezért mindenképp érdemes foglalkozni a szélklíma jövőbeli állapotát leíró mennyiségek megbecs-



1. ábra: A modellszimulációk 100 m-es szélebségének átlagos évi eltérése a két mérési adatbázistól, ms^{-1}

lésével. A becslések alapját a regionális éghajlati modellek szimulációs eredményei képezik, melyek ma már igen finom (akár 10 km-es) térbeli felbontással állnak rendelkezésünkre, ezzel részletes információt szolgáltatva egy-egy régió klímájának várható alakulásáról. Ahhoz azonban, hogy a klímamodellek becsléseit érdemben ki tudjuk értékelni, fontos, hogy tisztában legyünk azok bizonytalanságaival és validációval győződjünk meg pontosságukról. A cikk célja, hogy két Magyarországon alkalmazott regionális klímamodellel, illetve két, méréseken alapuló adatbázis felhasználásával képet alkossunk a modellek minőségéről hazánk szélenergetikai szempontból releváns paramétereinek vizsgálatáról illetve ezek lehetséges jövőbeli alakulásáról a XXI. század végéig.

1. táblázat: A vizsgált modellszimulációk főbb jellemzői (Horányi et al., 2010)

	ALADIN-Climate 4.5	REMO 5.0
Időszak	1961–2100	1951–2100
Horizontális térbeli felbontás	10 km	25 km
Vertikális szintek száma	31	20
Határfeltételek	ARPEGE-Climate	ECHAM5/MPI-OM
Projekciós forgatókönyv	A1B	A1B

2. táblázat: A 100 m-es szélesség és a potenciális teljesítmény eltérései a mérési adatbázisoktól

Modell/Referencia	Szélesség	Potenciális teljesítmény
ALADIN/HUGRID	0,7 ms ⁻¹ (16%)	68 kW (48%)
ALADIN/CARPATCLIM-HU	-0,6 ms ⁻¹ (-11%)	-59 kW (-27%)
REMO/HUGRID	1,9 ms ⁻¹ (42%)	219 kW (155%)
REMO/CARPATCLIM-HU	0,7 ms ⁻¹ (13%)	105 kW (49%)

3. táblázat: A 100 m-es szélesség és a potenciális teljesítmény átlagos évi megváltozásai

Modell	Időszak	Szélesség	Potenciális teljesítmény
ALADIN	2021–2050	0,03 ms ⁻¹ (0,6%)	4 kW (2,6%)
ALADIN	2071–2100	0,05 ms ⁻¹ (1%)	5 kW (3,3%)
REMO	2021–2050	0,06 ms ⁻¹ (1%)	9 kW (3%)
REMO	2071–2100	-0,1 ms ⁻¹ (-1,7%)	-17 kW (-5,4%)

Módszertan. A vizsgálatok elvégzéséhez két regionális éghajlati modellel, az ALADIN-Climate (4.5 verzió, Csima és Horányi 2008) és a REMO (5.0 verzió, Szépszó és Horányi, 2008) szimulációs eredményeit, továbbá a HUGRID és a CARPATCLIM-HU mérési adatbázisokat használtuk fel. A HUGRID adatbázist óránkénti magyarországi szélesség-mérések térbeli interpolációjával állították elő, a meteorológiai célra kifejlesztett MISH (Szentimrey és Bihari, 2005) interpolációs szoftvert alkalmazva. A CARPATCLIM-HU adatbázis (Lakatos et al., 2013) napi 3 homogenizált szélesség-mérés felhasználásával készült, s az interpoláció során nemcsak a magyarországi, hanem a szomszédos országok adatait is felhasználták. Mindkét modellel azon kísérletek eredményeit tekintettük, amelyekhez az oldalsó határfeltételeket globális klímamodellek szolgáltatották. A szimulációk legfontosabb jellemzőit az 1. táblázatban foglaltuk össze. A vizsgált szélklimatológiai paraméterek a felszíni (10 m-es) szélesség, a 100 m-es szélesség, a 100 m-es energiasűrűség és a 100 m-es potenciális teljesítmény voltak. A 10 m-es szélesség értékeit közvetlenül a modellfuttatások eredményei, illetve a mérési adatbázisokból származó eredmények adták, a 100 m-es szélességet, energiasűrűséget és potenciális teljesítményt pedig a felszíni szélességből származtattuk. Ennek során először a 10 m-es szélességből a logaritmusos és a hatványkitevős szélprofilok ötvetetéből alkotott szélprofil (Szentimrey et al., 2006) segítségével előállítottuk a 100 m-es szint szélességét, majd ezen adatok segítségével kiszámítottuk a 100 m-es energiasűrűséget. A potenciális teljesítményt a hazánkban jelenleg legelterjedtebb Gamesa G90 típusú szél-turbina teljesítménygörbéje (mely megadja a turbina által leadott teljesítményt a rotor magasságában fújó szélesség függvényében) alapján számoltuk ki a 100 m-es szélességből. A magassági információk származtatását részletesen Illy (2014) diplomamunkája írja le.

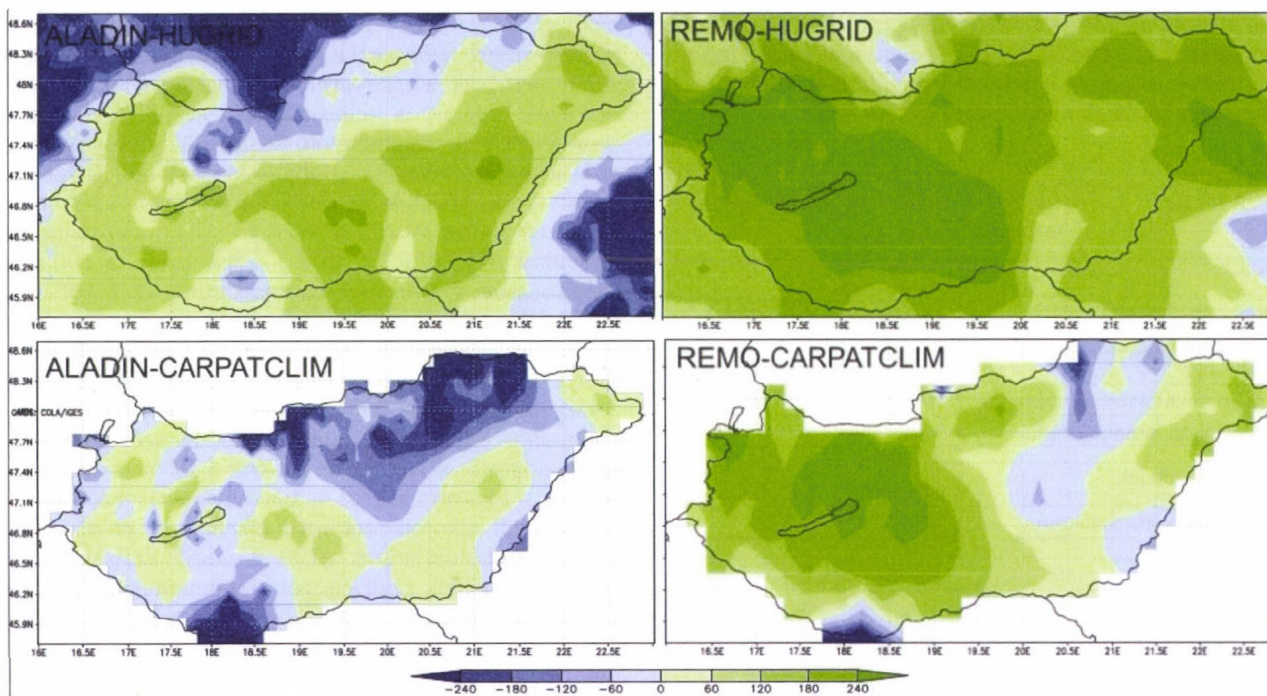
Az előbbieken említett szélparamétereket három éghajlati normálidőszakra vonatkozóan vizsgáltuk. Az 1961–1990-es időszakot tekintettük referencia-időszaknak a modellszimulációk validációja során, így erre vonatkozóan a két mérési (HUGRID, CARPATCLIM-HU) adat-sor és a két regionális modellszimuláció (ALADIN, REMO) adataiból egyaránt előállítottuk az összes vizsgált paraméter havi, évszakos és évi átlagait. Ezek után megvizsgáltuk, hogy a modellszimulációk eredményeiből számolt átlagértékek mekkora eltérést mutatnak a mérési adatbázisokból számoltakkal. A két jövőbeli, 2021–2050-es és 2071–2100-as időszakra vonatkozóan is ugyanezen átlagokat állítottuk elő, de csak a modellszimulációk eredményei alapján, és megvizsgáltuk, hogy az ALADIN és a REMO modellek jövőre vonatkozó projekciói mekkora és milyen irányú eltéréseket adtak a saját 1961–1990-es időszakra vonatkozó átlagértékekhez képest.

Validációs eredmények. A modelleredmények validációja során tehát megvizsgáltuk, hogy a két alkalmazott regionális modell szimulációi milyen pontossággal képesek visszaadni 1961–1990-es időszak mérések alapján leírt éghajlati jellemzőit. Meg kell jegyeznünk, hogy a két

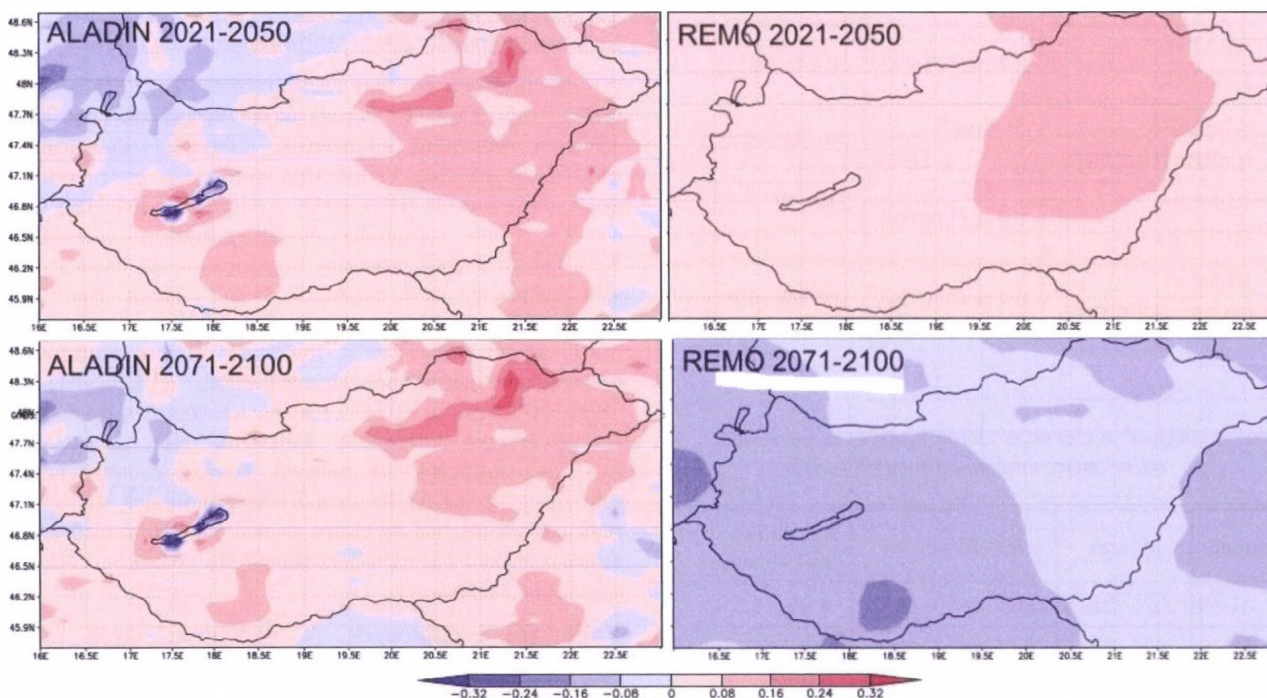
megfigyelési adatbázist eltérő módszerrel állították elő (például a CARPATCLIM-HU adatai homogenizáltak, a HUGRID adatai viszont nyers adatsorok alapján készültek) így a referencia-adatbázisok különbségei megjelentek a validációs eredményekben is. A két meghatározó elem, a 100 m-es szélesség és a 100 m-es potenciális teljesítmény éves validációs ábráin ez jól látható (1. és 2. ábra). A modellek eredményei és a mérési adatok közti eltérések Magyarország területére vonatkozó átlagolásával megad-

tuk a két elem átlagos éves eltéréseit számszerűen és relatív formában is (2. táblázat).

Az ALADIN szimuláció a HUGRID adatbázishoz képest jellemzően felülbecsülte a felszíni szélességet az ország területén éves és évszakos szinten egyaránt, mintegy $0,4 \text{ ms}^{-1}$ -mal (17%-kal; Illy, 2014). Kivételt képeztek ez alól a magasabban fekvő területek, pl. a Dunántúli-középhegység, az Északi-középhegység és a Mecsek,



2. ábra: A modellszimulációk 100 m-es potenciális teljesítményének átlagos évi eltérése a két mérési adatbázistól, kW



3. ábra: A modellszimulációk 100 m-es szélességének átlagos éves megváltozása a két projekciós időszakban az 1961–1990-es időszakhoz képest, ms^{-1}

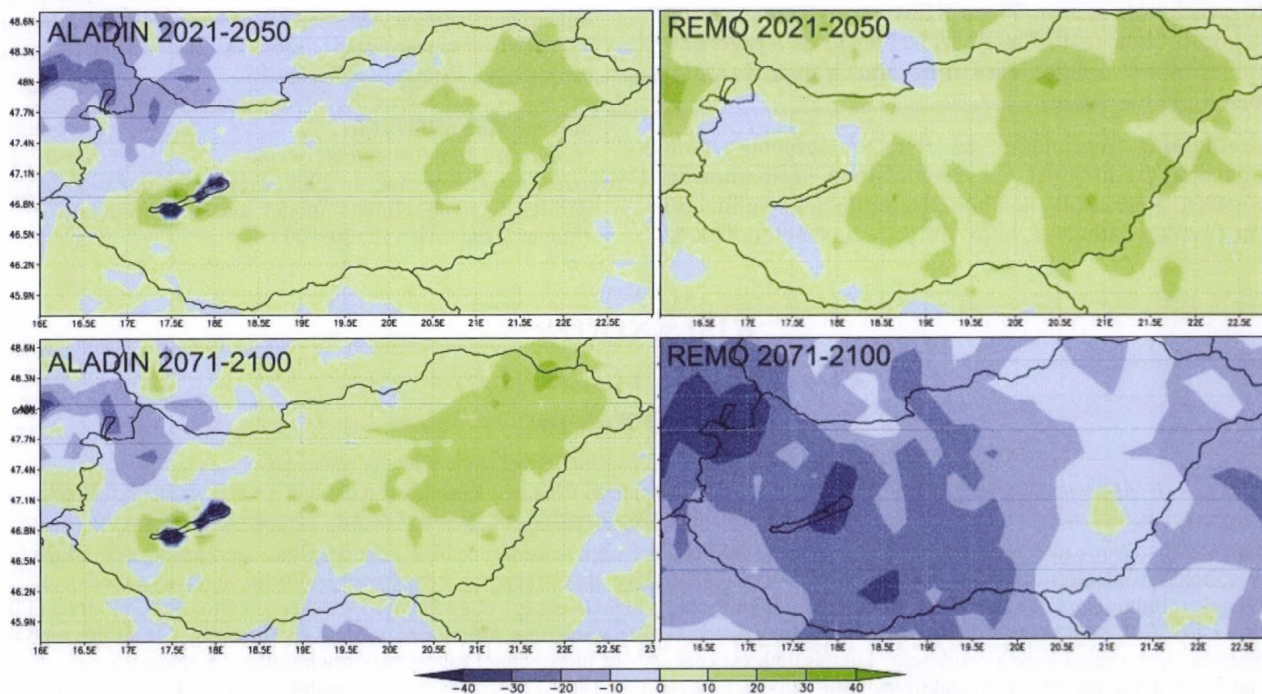
ahol a modellszimuláció kisebb szélsőérték értéket adott a HUGRID mérési adatbázisnál. A felülbecslés területi maximumai a Duna-Tisza-köze és a Tiszántúl középső illetve déli területeire estek. Ez a felülbecslés megjelent az összes többi vizsgált elem validációjánál is, hiszen a magassági szélsőérték, az energiasűrűség és a potenciális teljesítmény előállításánál is a felszíni szélsőértéket használtuk fel a számítások elvégzéséhez. Az eltérések relatív mértéke 100 m-es szinten általában nagyobb, mint a 10 m-es szinten, az átlagos eltérések az energiasűrűség és a potenciális teljesítmény validációjánál esetenként lokálisan igen magas értékeket (100%-nál magasabb relatív eltéréseket) adtak. A 100 m-es szélsőérték esetében a mérésektől vett átlagos éves eltérés Magyarországra $0,7 \text{ ms}^{-1}$ (16%) körüli, a potenciális teljesítmény esetében pedig 68 kW (48%) körüli értéket adott.

Az ALADIN szimulációját a CARPATCLIM-HU adataival összehasonlítva jobb egyezést kaptunk, mint a HUGRID-del, ám ebben az esetben többnyire a modell alulbecslését tapasztaltuk. Az átlagos eltérések ennek megfelelően alacsonyabbak lettek, a 100 m-es szélsőérték esetében $-0,6 \text{ ms}^{-1}$ (-11%), a potenciális teljesítmény esetében pedig -59 kW (-27%). A legerősebb alulbecslést a nyári évszakra kaptuk. A legnagyobb negatív eltérések itt is a hegyvidéki területekre estek, de ezek az alulbecslések jóval erőteljesebbek, mint amiket a HUGRID validáció során kaptunk. A téli évszak az egyetlen, amikor a CARPATCLIM-HU validációs eredményei szerint a modell a méréseknél nagyobb szélsőértéket szimulált. A felülbecslés maximumai a Balaton térségére és az ország keleti régiójára estek.

A REMO modellszimuláció esetében általánosságban jóval nagyobbak voltak a mérési adatbázisoktól való eltérések, mint az ALADIN-nál, de durvább térbeli felbontásánál fogva sem a magasabban fekvő területek, sem a Balaton nem tűntek ki a különbségmezőkben. A HUGRID mérési adatokkal összehasonlítva a REMO szimuláció mind a négy évszakra túlbecsülte az összes vizsgált paramétert (Illy, 2014). A felülbecslés a nyári évszakban lett a leghatározottabb, télen és tavasszal pedig valamelyest gyengébb. Az eltérés maximumai leginkább az ország középső illetve nyugati részére estek. Éves szinten az átlagos eltérés a 100 m-es szélsőértékre vonatkozóan $1,9 \text{ ms}^{-1}$ -os (42%) a potenciális teljesítményre vonatkozóan 219 kW-os (155%) értéket adott, vagyis a REMO modelleredményekből számolt éves potenciális teljesítménye több mint kétszeresen meghaladta a HUGRID adataiból számoltakat.

A REMO szimulációja a CARPATCLIM-HU mérési adatai szerint is túlbecsülte a paramétereket, de az eltérések összességében kisebbek, mint a HUGRID adataival végzett validációnál, a 100 m-es szélsőérték esetében éves átlagban $0,7 \text{ ms}^{-1}$ -ot (13%), a potenciális teljesítmény esetében 105 kW-ot (49%) adva. A felülbecslés maximuma a nyári évszakra, területi eloszlását tekintve pedig a nyugati országrészre esett (1. és 2. ábra).

Projekciós eredmények. A 2021–2050-es projekciós időszakra éves átlagban a két modellszimuláció hasonló eredményt adott (3. és 4. ábra). Évesen az ALADIN és a REMO is mind a felszíni, mind a 100 m-es szélsőérték csekély növekedését szimulálta, ám a növekedés évi átlagos értéke igen kicsi, $0,1 \text{ ms}^{-1}$ alatti érték, így a változás szignifikanciája kérdéses. Az energiasűrűség és a potenci-



4. ábra: A modellszimulációk 100 m-es potenciális teljesítményének átlagos évi megváltozása a két projekciós időszakban az 1961–1990-es időszakhoz képest, kW

ális teljesítmény a szélsébség harmadik hatványával arányos, ezért a megváltozásuk is valamivel nagyobb, 3% körüli értéknek adódott. A növekedés maximuma mindkét modellszimulációban Magyarország keleti részére esik, és az ALADIN esetében ismét megjelent egy erős lokális minimum a Balaton közelében (azaz a környezetétől eltérően a tó felett a szélsébség csökkenését valószínűsíti a projekció; ezt célszerű lenne finomfelbontású felszíni modellek alkalmazásával is megvizsgálni).

A különböző paraméterek megváltozását évszakos szinten vizsgálva a két modell már kevésbé mutat egységes képet. Az ALADIN a vizsgált változók téli csökkenését és nyári növekedését szimulálta, míg a REMO ennek pontosan az ellenkezőjét, vagyis téli növekedést és nyári csökkenést. Az ALADIN esetében a meghatározó inkább a nyári növekedés, a REMO esetében pedig inkább a nyári csökkenés volt. Az őszi és a tavaszi évszakra vonatkozó változások hasonlítanak a két modell projekciójában.

A 2071–2100-as időszakra vonatkozóan a két modellszimuláció alapvetően eltérő tendenciákat mutatott már az évi átlagokat tekintve is (3. és 4. ábra). Az ALADIN projekciójában a vizsgált szélparaméterek éves szinten jelentősen nem változnak meg a 2021–2050-es állapothoz képest, a REMO ellenben azok csökkenését jelzi. Utóbbi változást egyrészt már a 2021–2050-es időszakra is jelzett nyári csökkenés erősödése, másrészt a 2071–2100-as időszakban megjelenő őszi csökkenés okozza, amik együttesen elnyomják a többi évszakban várható enyhe növekvő tendenciát. A változások évi átlagos értékei ennek ellenére ebben az időszakban sem sokkal magasabbak, a legnagyobb évi megváltozást a potenciális teljesítmény esetében kaptuk, ami az ALADIN projekciója szerint 3%, a REMO projekciója szerint -5% körüli érték (a 100 m-es szélsébség és a potenciális teljesítmény átlagos éves megváltozásait a 3. táblázatban foglaltuk össze).

Összefoglalás. Bemutattuk az elvégzett szélenergetikai vizsgálatok eredményét két meghatározó szélparaméter elemzésén keresztül. A modellszimulációk validálása során egyrészt láthattuk, hogy milyen nagyságrendűek az

eltérések az egyes modelleredmények és a különböző mérési adatbázisok között, másrészt meggyőződhattunk róla, hogy a más-más módon előállított mérési adatbázisok is észlelhetően eltérnek egymástól. A két regionális modell projekciós eredményei szerint a XXI. században a vizsgált szélparaméterek jelentős változása nem várható, a vizsgálataink során kapott legnagyobb relatív megváltozások is 6% alattiak voltak. A jövőben várható változások alaposabb feltérképezéséhez érdemes lenne több modellt bevonni a vizsgálatokba, valamint a magassági paraméterek kiszámításához a statisztikai szélprofil-illesztés helyett a modellek dinamikai úton számolt magassági szélsébség értékeit alkalmazni.

Köszönetnyilvánítás

A jelen cikkben bemutatott vizsgálatok elvégzése a 4.2.2/A számú TÁMOP pályázat támogatásával valósultak meg.

Irodalom

- Csima, G. and Horányi, A., 2008: Validation of the ALADIN-Climate regional climate model at the Hungarian Meteorological Service. *Időjárás* 112, 155–177.
- Horányi, A., Bartholy, J., Krüzselyi, I., Pieczka, I., Pongrácz, R., Szabó, P., Szépszó, G. és Torma, Cs., 2010: A hazai regionális klímamodellek eredményeinek együttes kiértékelése. 36. Meteorológiai Tudományos Napok. *Beszámolókötet* 113–129.
- Illy, T., 2014: Szélenergia becslések regionális éghajlati modellek alapján. *Diplomamunka*, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest, pp 77.
- Lakatos, M., Szentimrey, T., Bihari, Z. and Szalai, S., 2013: Creation of a homogenized climate database for the Carpathian region by applying the MASH procedure and the preliminary analysis of the data. *Időjárás* 117, 143–158.
- Szentimrey, T., Bihari, Z. és Birszki, B., 2006: Széltérkép fejlesztés állomások adatsoraiból, statisztikai klimatológiai eljárással. Magyarországi szél és napenergia kutatás eredményei. *Beszámolókötet* 71–81.
- Szentimrey, T. and Bihari, Z., 2005: Manual of homogenization software MISHv1.01. *Hungarian Meteorological Service*.
- Szépszó, G. and Horányi, A., 2008: Transient simulation of the REMO regional climate model and its evaluation over Hungary. *Időjárás* 112, 203–231.

KISLEXIKON POCKET ENCYCLOPAEDIA

Dunkel Zoltán

Magyar Meteorológiai Társaság, H-1525 Budapest, Pf. 38, dunkel.z@met.hu

ÁDOB <röv.> Állástalan Diplomások Országos Bizottsága a harmincas években, hazánkban működött szervezet, amelynek célja az egyetemokről és főiskolákról kikerültek részére megfelelő alkalmazás biztosítása volt. (Dunkel Zoltán: *Történelmi arcképek*–Béll Béla)

meteorográf <gör.> meteorológiai elemek egyidejű automatikus regisztrálására szolgáló mechanikus szerkezetű, több időjárási elem változását követő íróműszer, öniró műszer. Az eszközben egy óraszerkezet íróhengert forgat körbe, amelyre a meteorológiai elemek (általános gyakorlat szerint légnyomás, hőmérséklet, légnedvesség) értékeit mérő műszerek változásait, az érzékelők jeleit az írókarok segítségével közös lapon rögzíti a szerkezet. Technikailag különböző gráfok kombinációja. A rádiószondák használata előtt a felső légkör rendszeres kutatásának eszköze. A ~ot hidrogénnel töltött ballonra kötötték. A regisztrátumot csak utólag lehetett kiértékelni, a visszaküldés után. Hazánkban 1913 és 1949 között 415 ballonszondát bocsátottak fel, amelyeknek némelyike elérte a 15 km-es magasságot is. (Dunkel Zoltán: *Történelmi arcképek* – Béll Béla)

folytatás a 173. oldalon.

SZÉLADATOK HOMOGENIZÁLÁSA ÉS KORREKCIÓJA **HOMOGENIZATION AND CORRECTION OF HUNGARIAN DAILY** **WIND SPEED DATA**

Péliné Németh Csilla¹, Bartholy Judit², Pongrácz Rita², Radics Kornélia³

¹MH Geoinformációs Szolgálat, 1024 Budapest, Szilágyi Erzsébet fasor 7–9., pelinenemeth.csilla@mhtehi.gov.hu,

²ELTE Meteorológiai Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A., bartholy@caesar.elte.hu, pongrazc.rita@gmail.com,

³Országos Meteorológiai Szolgálat, 1024 Budapest Kitaibel Pál utca 1., radics.k@met.hu

Összefoglalás. A hosszú távú megfigyelések különböző inhomogenitásokat foglalnak magukba, amelyek okai lehetnek a használt műszerek, a mérési módszerek, a környezet vagy az állomás helyének a változása. Emiatt 19 magyar állomás napi szélsősebesség és szélleőkés adatai minőség ellenőrzését és homogenizálását végeztük el abból a célból, hogy a megvizsgáljuk a hazai adatbázisban (1972–2012) kimutatható szélklíma trendek, változékonyságok, gyakoriságok és szélsőségek megbízhatóságát. Az Országos Meteorológiai Szolgálatnál kifejlesztett MASH (*Multiple Analysis of Series for Homogenization*) módszert alkalmaztuk a 19 magyar állomás napi szélsősebesség és szélleőkés adatainak vizsgálatára. A vizsgálatok eredményei alapján a lehetséges környezetbarát szélenergia erőforrás mértéke Magyarországon megbecsülhető. További vizsgálatok tudnak majd választ adni arra, hogy ezek a megújuló energiaforrások nőttek vagy csökkentek a közelmúltban.

Abstract. Long term observations involve inhomogeneities due to changes in instrumentation, measuring methods and surroundings of stations or moving into a new location. Therefore quality control and homogenizing of available daily wind speed and wind gust data sets (1975–2012) were completed in order to assess Hungarian wind climate trends, variability, frequency and intensity of extreme wind events reliably. The MASH (*Multiple Analysis of Series for Homogenization*) procedure developed at Hungarian Meteorological Service was applied to homogenize 19 Hungarian stations' daily wind speed and wind gust data sets. Based on the results it is possible to estimate the environmentally friendly, available wind energy resources in Hungary. Further analysis of the series can answer whether this renewable energy resource has increased or decreased in the recent past.

Bevezetés. Az ELTE Meteorológiai Tanszékén évek óta folynak szélklimatológiai kutatások. A jövőre vonatkozó helyes következtetések megalkotásához kiemelt fontossággal bír a hazai szélklíma jelenlegi állapotának ismerete, valamint annak megismerése, hogy a globális éghajlatváltozás milyen hatással van a szélműködésben jelentkező regionális változásokra (átlagok és szélsőértékek elmozdulása). A szélklíma paramétereinek és változásainak ismerete elősegíti a regionális környezeti hatások felmérését, a változó klímához történő alkalmazkodást, továbbá hozzájárul a rendelkezésre álló szélenergia-készletek pontosabb felméréséhez, becsléséhez.

Egy éghajlati hosszúságú mérési idősor homogénnek tekinthető, amennyiben változékonysága kizárólag az időjárás és az éghajlat változékonyságából adódik. Azonban a hosszú mérési adatsorok mindig tartalmaznak inhomogenitásokat, a mérési környezet, módszerek, mérőeszközök és mérési magasságok változása, az állomások költözése, automatizálása következtében. Az idősorok homogenizálását negatívan befolyásoló tényezők miatt az adatsorok vizsgálati eredményei hibákat tartalmazhatnak, illetve az idősorokban rejlő inhomogenitások akár ellentétes irányú, hamis trendeket is eredményezhetnek.

A fenti problémák kiküszöbölése érdekében elvégeztük az Országos Meteorológiai Szolgálat által fejlesztett, MASH v3.03 (*Szentimrey*, 1999) programcsomag segítségével a hazai szinoptikus mérőhálózat szélsősebesség (1975–2012) és szélleőkés (1975–2013) adatainak homogenizálását, a hibás adatok kiszűrését, illetve az adathiányok pótlását. A homogenizáció validálását követően a homogenizált adatsorokból kiszámítottuk az átlagok és a szélsőértékek tendenciáit, illetve az általunk definiált

szélindexeket az extrém szélviszonyok várható értékeinek elemzése céljából.

Ismeretes, hogy a reanalízis adatsorokat nemzetközileg és a hazai regionális klímamodellezés esetében is széleskörűen alkalmazzák a klímamodellek kontrol futtatásaihoz, valamint validációjához. Elvégeztük a homogenizált mérési adatsorok és más (homogén) szélmezőkből meghatározott paraméterek, szélsőértékek térbeli és időbeli tendenciáinak az összehasonlítását, mellyel becsülhetővé vált a különböző adatsorok (ERA Interim, CarpatClim) megbízhatósága.

Adatsorok homogenizálása. Egy éghajlati vizsgálatokra is alkalmas, megbízható adatbázis létrehozása érdekében elvégeztük a hazai szinoptikus mérőhálózat napi szélsősebesség és szélleőkés adatainak homogenizálását, a hibás adatok kiszűrését, illetve az adathiányok pótlását. Az adatsorok tartalmi ellenőrzése során a legnagyobb átlagos és maximális szélsősebességi értékek meteorológiai megalapozottságát minden esetben megvizsgáltuk, szükség esetén javítottuk. Nagy figyelmet fordítottunk az állomások metaadataira. Az időszak folyamán több állomást más helyszínre költöztettek, illetve esetenként új állomásokat is telepítettek. A közvetlen és távoli környezet és a mérési magasság időközbeni megváltozása nehezítette a homogén adatbázis létrehozását (*Péliné*, 2012).

Az adatsorok homogenizálása a MASH alkalmazással történt, mely egy relatív homogenizációs teszt eljárás (*Szentimrey*, 2011). A módszer matematikai alapokon nyugszik, lehetőséget ad az állomások metaadatainak felhasználására, pl.: az állomások költözésének időpontjának megadására, az idősorok elemzése, valamint a töréspontok keresése során. A MASH automatizált alkalmazás alapelve, hogy nem feltételezi a referencia idősor

homogenitását. A vizsgált és a referencia idősorok szerepe a futás során változik, felcserélődik. A vizsgált meteorológiai elem tulajdonságaitól függően alkalmaztunk additív (például: hőmérséklet), valamint multiplikatív (például: csapadék vagy szélesség) modellt.

1. táblázat: Homogenizáláshoz felhasznált hazai szinoptikus állomások rögzített metaadatai (2012-es állapot)

N°	WMO	Állomás	Szélesség	Hosszúság	Magasság, [m]	Mérőműszer magassága [m]	Adathány [%]
1	12772	Miskolc	20,77	48,10	232,8	16,25	0
2	12805	Sopron	16,60	47,68	233,8	18,40	< 0,1
3	12812	Szombathely	16,65	47,20	201,1	10,56	< 0,1
4	12822	Győr	17,67	47,71	116,7	11,16	0
5	12843	Budapest	19,18	47,43	139,1	14,68	< 0,1
6	12851	Kékestető	20,02	47,87	1011,3	25,07	< 0,1
7	12860	Szolnok	20,13	47,16	90,0	10,40	< 0,1
8	12882	Debrecen	21,61	47,49	107,6	10,23	0,1
9	12892	Nyíregyháza	21,89	47,96	142,1	15,98	0,2
10	12910	Szentgotthárd	16,31	46,91	311,7	16,61	0,1
11	12915	Zalaegerszeg	16,81	46,93	240,1	10,40	3,3
12	12925	Nagykanizsa	16,97	46,46	139,8	13,69	0,1
13	12935	Siófok	18,04	46,91	108,2	15,10	0
14	12942	Pécs	18,23	46,01	202,8	10,55	0
15	12950	Paks	18,85	46,57	97,2	9,80	11,4
16	12960	Baja	19,02	46,18	113,0	10,30	0,1
17	12970	Kecskemét	19,75	46,91	114,0	10,40	0,4
18	12982	Szeged	20,09	46,26	81,8	12,25	< 0,1
19	12992	Békéscsaba	21,11	46,68	86,2	6,50	< 0,1

A napi szélességeket minden esetben legalább nyolc darab órás adatból számítottuk ki. Az állomások ismert metaadatait az 1. táblázat foglalja össze.

A homogenizálásra kiválasztott állomások többségéről 1975. január 1-jétől 2013. december 31-ig áll rendelkezésre szélesség mérési adat. Kivételt képez ez alól Paks, ahol a mérés 1979. május 1-jén indult meg. Továbbá Zalaegerszeg, ahol több mint egy évnnyi adatmennyiség hiányzik az 1993–1994. években, valamint a katonai repülőtéri meteorológiai mérőrendszer (MAWOS) tartós meghibásodása miatt 50 nap adathány mutatkozik Kecskeméten 2009-ben.

Az észlelt és a homogenizált évi átlagos szélességet együttesen ábrázoltuk a vizsgált állomásokra az 1. ábrán. A diagramok jobb felső sarkába írt szám a MASH szoftver által detektált töréspontok száma. A töréspontok többsége megfeleltethető a feljegyzett metaadatok (függőleges vonalak az ábrán) valamelyikének, ugyanakkor a szükséges idősor-módosítások nem határozhatók meg pusztán ezen metaadatokból (Menne et al., 2005).

Több esetben (pl.: Miskolc, Szolnok, Siófok) az idősorok a vizsgált időszak elején módosultak. A miskolci mérőál-

lomás új helyszínre költöztetésével 1990-ben a mért szélesség értéke hirtelen megnövekedett. A legjelentősebb dokumentált változásnak az automatizálás folyamata tekinthető, mellyel mind a szélmérő típusa (Fuess, Vaisala), mind a mérés módszere megváltozott. Ezen túlmenően a modernizáció gyakran a mérési magasságok megváltozásával is együtt járt. Például: Miskolc és Szolnok állomások 1997-ben, Siófok 1995-ben lett automatizálva. Miskolcon a mérőműszer magassága a standard 10 méterről 16,25 méterre változott, Siófokon 1995 óta 15,10 méteren mérnek. Szolnokon már az automatizálást követően két alkalommal is változott a szélmérő típusa, 2004-ben és 2011-ben.

Néhány állomáson, pl.: Szombathely és Sopron, a homogenizálás folyamata relatíve kisebb módosításokkal járt. Az automatizálást mindkét állomáson 1995-ben végezték, de egyéb befolyásoló tényezők is hatással voltak az idősorok homogenizására. Ilyen hatás volt például a szombathelyi állomás, nevezetesen annak költözése 2002-ben a szenzor magasságának változtatása nélkül, illetve Sopron kétszeri áttelepítése 2003 és 2005 években, amikor a szélmérő telepítési magassága 15,64 méterről 18,40 méterre változott.

A homogenizálás validációjára bevezetett mérőszámok, például a relatív becsült inhomogenitás (REI) és a relatív idősor-módosítás (RMS), definíció szerint arányosak a standard fluktuációval (Szentimrey, 2011).

Egy idősor fluktuációja

$$x(t)(>0) \ y(t)(>0) \ (t = 1,2,3, \dots, n)$$

$$F(x) = \left(\prod_{t=1}^n \max \left(\frac{x(t)}{y(t)}, \frac{y(t)}{x(t)} \right) \right)^{\frac{1}{n}}$$

Egy idősor standard fluktuációja

$$SF(x) = \left(\prod_{t=1}^n \max \left(\frac{x(t)}{\bar{x}_G}, \frac{\bar{x}_G}{x(t)} \right) \right)^{\frac{1}{n}},$$

ahol G geometriai közép

Relatívbecsült inhomogenitás (REI):

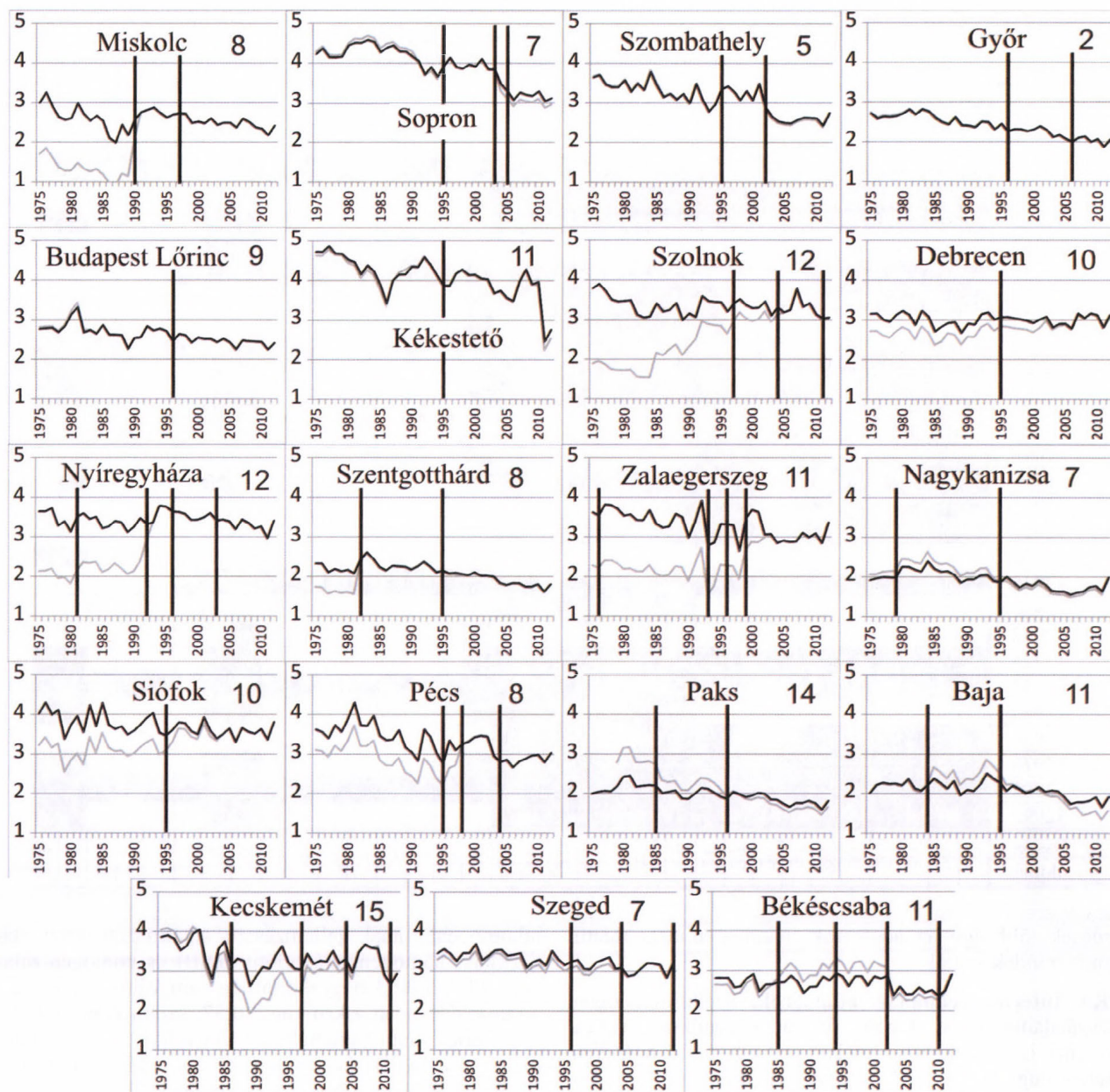
$$SF(\widehat{IH}^*) \approx SF(X_0^*)^{REI}$$

Relatív idősor-módosítás (RMS):

$$SF(X_0^*, X_H^*) \approx SF(X_0^*)^{RMS}$$

A homogenizálási eljárás alkalmazását követően a napi szélesség eloszlás megváltozott az eredetihez képest. A 2. ábra három kiválasztott állomás szélességének relatív gyakoriságát hasonlítja össze. A relatív becsült inhomogenitás (REI) és a relatív idősor-módosítás (RMS) Zalaegerszegen (11. állomás) volt a legnagyobb, Szombathelyen (3. állomás) a legkisebb, melyet az eloszlásfüggvények megváltozásának mértéke is jól jellemez. Zalaegerszegen a nagyobb szélességek irányába tolódott el az eloszlás az adatok módosítását követően.

Ismeretes, hogy a szélesség évi természetes változékonysága kisebb, mint más meteorológiai elemé, pl.:



1. ábra: Évi átlagos szélsébség [ms⁻¹] homogenizálás előtt (szürke) és után (fekete). A függőleges vonalak azokat az éveket jelzik, melyekben a homogenitást befolyásoló, a Nemzeti Éghajlati Adatbázisban dokumentált metaadat szerepel 1975 és 2012 között. Az évi töréspontok detektált száma a diagramok jobb felső sarkában van feltüntetve

maximum hőmérséklet, napfénytartam. A napi szélsébség havi REI értékeinek évi menete kis amplitúdóval változik az év során. A relatív becsült inhomogenitás időfüggését vizsgálva azt tapasztaljuk, hogy állomási átlagai tavasszal (0,46) és nyáron (0,55) kicsit magasabbak, mint télen (0,39), illetve ősszel (0,44). A relatív idősor-módosítás havi átlagos értékei a zivataros hónapokban voltak nagyobbak, amikor a szélsébség természetes változékonysága nagyobb.

A 3. ábrán a napi átlagos szélsébség 90%-os percentilis értékei lineáris trend együtthatóinak értékeit ábrázoltuk néhány kiválasztott állomásra. Látható, hogy az idősorokban rejlő inhomogenitások akár ellentétes

irányú, hamis trendeket is eredményezhetnek (Péliné, 2014). Az egyes évek havi percentilis értékeire illesztett lineáris egyenes meredekségét statisztikai próbával (t-próba, $p = 0,05$ elfogadási szinttel) vizsgáltuk, a szignifikáns változásokat "*" karakter jelöli.

Az ábra jobb felső részén csökkenő tendencia figyelhető meg a teljes időszak (1975–2012) homogenizált adatainak trendjeiben, a szolnoki (zöld) és debreceni (lila) növekvő változások a homogenizálással jórészt eltűntek. Az automatizálás után (1997–2012) a detektált havi trendek előjele Győrről (kék) és Budapesten (piros) változatlan maradt, ellenben a Szolnok (zöld), Debrecen (lila) és Kecskemét (világoskék) állomáson megfigyelhető növe-

2. táblázat: Az Európai Középtávú Meteorológiai Előrejelző Központ (ECMWF) részére átadott hazai szinoptikus állomások adatainak évenkénti megoszlása, mely az ERA Interim reanalízis adatbázis egyik adatforrása. Az alsó sorban az adott évben átadásra került állomások száma található

WMO	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
12772																																	
12805																																	
12812																																	
12815																																	
12822																																	
12825																																	
12830																																	
12843																																	
12851																																	
12860																																	
12882																																	
12892																																	
12910																																	
12915																																	
12920																																	
12922																																	
12925																																	
12930																																	
12932																																	
12935																																	
12942																																	
12950																																	
12960																																	
12970																																	
12982																																	
12992																																	
Összes állomás	20	20	20	20	20	20	20	20	20	21	23	23	22	22	21	18	21	18	7	7	7	7	7	7	7	16	16	7	5	5	5	14	13

kedések többsége az adatsorok inhomogenitásai miatti hamis trendek voltak.

ERA Interim reanalízis adatsorok. Szélklimatológiai vizsgálatainkhoz a globális reanalízis adatbázist (ERA Interim) is alkalmaztuk, melyet az Európai Középtávú Meteorológiai Előrejelző Központ (ECMWF) állított elő kutatók, klímamodellezők részére. Az adatsorok a meteorológiában elterjedt szabványos bináris formátumokban (GRIB és netCDF) állnak rendelkezésre 128 földfelszíni és magaslégköri paraméterre a teljes Földet, illetve a definiált területet lefedő rácshálózati pontokra (Berrisford, 2009; Dee, 2011). A Kárpát-medence területére (45–49,5°E és 15–24°K) a finom (fél fokos) felbontású ERA Interim reanalízis adatbázis netCDF formátumú (u, v) szélkomponens mezőinek (1979–2012) feldolgozását végezzük el. Magyarország területére 43 rácspont esik.

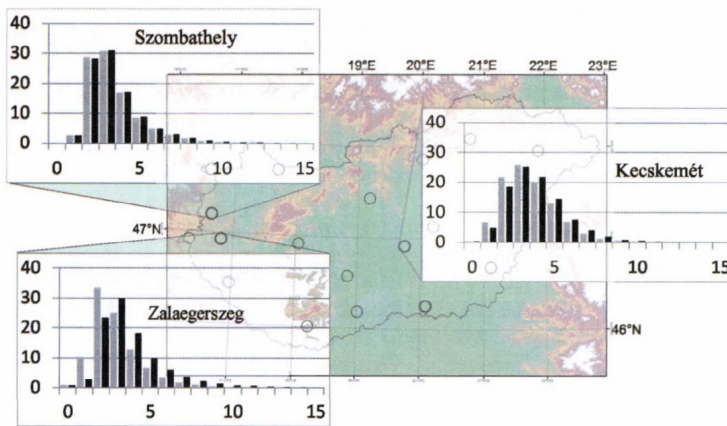
A MASH 3.03 szoftver segítségével ellenőriztük Kárpát-medence területére az ERA Interim reanalízis adatbázis 190 rácspontjában 1979–2012 közti időszakra rendelkezésre álló 10 méterre számított átlagos napi szélsősebesség idősorok homogenitását.

A vizsgálat eredménye egyértelműen bizonyította, hogy a rácstra interpolált adatsorok homogének. Az idősorok

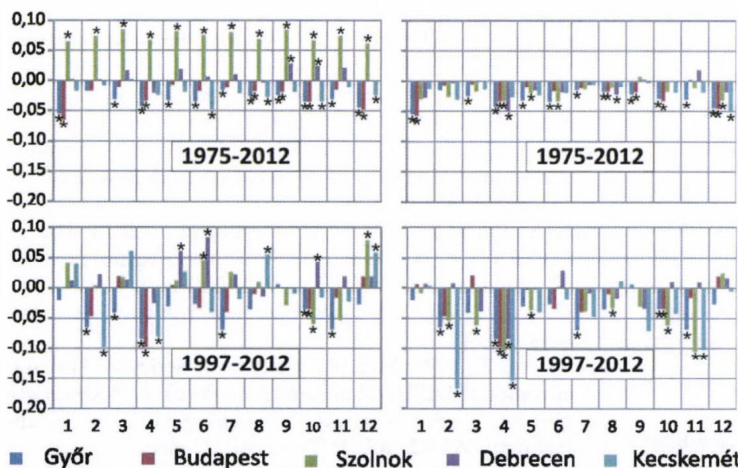
inhomogenitásának jellemzésére alkalmazott teszt statisztikák, homogenizálás előtti (TSB) és homogenizálás utáni (TSA) értékei gyakorlatilag nem változtak, a rácspontok 72%-ában a kritikus (20,57; szignifikancia szint: 0,05) érték alatt maradtak. Az évi relatív becslés inhomogenitása (REI) és az évi relatív idősor-módosítás (RMS) értékei mindössze a rácspontok 15%-ában vesznek fel nullától eltérő értéket (rácsponti átlagok: REI=0,02, RMS=0,04).

A rácstra interpolált homogén reanalízis adatsorok elemzése során szembesültünk alkalmazásuk korlátaival. A vizsgált rácsponti adatsorok alkalmazhatóságát csökkenti, hogy kevésbé adják vissza a hazánk tájegységeire jellemző szélsőbességeket, valamint minimálisak az egyes rácspontok közti eltérések. Mindezen problémáknak több valószínűsíthető oka van.

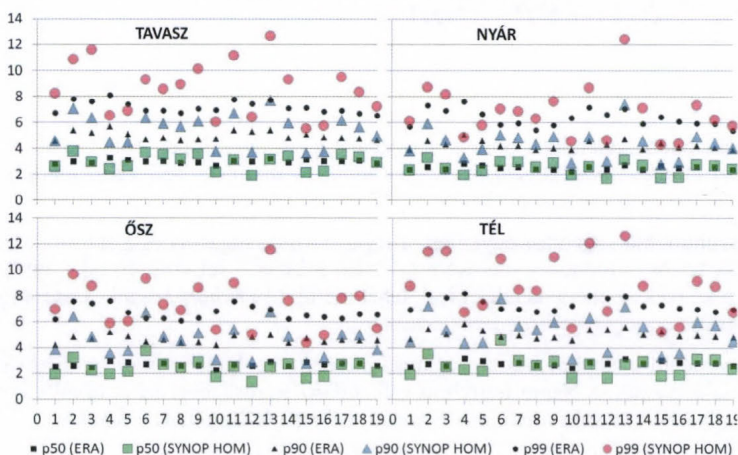
(1) A reanalízis adatbázis alapvetően kevés számú földfelszíni állomás mérési adatai figyelembevételével készült. A 2. táblázat foglalja össze, hogy adott évben mely hazai szinoptikus állomás kódolt formátumban rendelkezésre álló adatait adta át Magyarország az Európai Középtávú Meteorológiai Előrejelző Központ (ECMWF) részére. Jól megfigyelhető, hogy az átadott állomások



2. ábra: A napi szélesség $[ms^{-1}]$ relatív gyakorisága [%] három kiválasztott állomáson homogenizálás előtt (szürke) és azt követően (fekete).



3. ábra: A napi átlagos szélesség 90%-os percentilis értékeinek lineáris trend együtthatói 1975–2012 (fent) és 1997–2012 (lent) időszakokra, Győr, Budapest, Szolnok, Debrecen, Kécskemét állomások időszorából számítva homogenizálás előtt (bal oldal) és után (jobb oldal). A szignifikáns változásokat „*” jelöli.



4. ábra: A vizsgált 19 állomás homogenizált adatsorából (színes) és az ERA Interim rácsponti adatokból (fekete) számított évszakos percentilisek (zöld – 50%, kék – 90%, piros – 99%) $[ms^{-1}]$ 1979–2012 között

adatainak évenkénti megoszlása erősen változik az aktuális adatpolitika függvényében. Csupán öt állomás – Miskolc (12772), Budapest (12843), Debrecen (12882), Pécs (12942), Szeged (12982) – került megosztásra a kezdetektől fogva, 1979-től napjainkig. A szél – mely térben erősen változó meteorológiai elem – esetében e kevés számú állomás kis térbeli reprezentativitással bír, mely relatív nagy interpolációs hibát eredményezhet. Ellenpéldaként megemlíthető a légnyomás, melynek becslése (interpolációja) 5–7 állomás figyelembevételével is eredményes lehet hazánk területére, hiszen az állomások térbeli reprezentativitása légnyomás tekintetében jóval nagyobb a szélhez viszonyítva.

(2) A mérési adatok interpolációját nem előzi meg az idősorok homogenizálása, így a prediktor adatok inhomogenitásai tovább csökkenthetik a reanalízis adatok megbízhatóságát.

(3) A meteorológiai elemek rácsra történő interpolációjánál nemcsak térben (térinformatikai probléma), hanem térben és időben is szükséges interpolálni, mellyel az éghajlati ismereteinket is hasznosítva határozzuk meg a rácsponti idősorokat. A reanalízis során adatasszimilációs problémát oldanak meg variációs analízis segítségével, feltételezve, hogy ahol rendelkezésre áll háttérmező, ami megegyezik az analízis mezővel. Ez a feltételezés azonban matematikailag téves, további hibaforrást jelent.

Elvégeztük a homogenizált mérési és reanalízis idősorok átlagos és szélsőértékeinek vizsgálatát, összehasonlítását az állomásokhoz legközelebbi rácspontokban. Az évi percentilis értékeket tekintve a medián esetében a 19 rácspont átlagos hibája +11% volt, mely tág határok közt mozgott (-24% és +64%). A magasabb percentilisek esetében (90% és 99%) általában a reanalízis értékek alulbecslik a mérési adatokból számított értékeket, kivéve Győr (4), Budapest (5), Szentgotthárd (10), Nagykanizsa (12), Paks (15) és Baja (16) közelében, ahol a mért szélességek jelentősen alacsonyabbak a rácsponti értékeknél. Az ERA Interim rácspontok átlagos hibája a 90%-os percentilisre 2,5% (az egyes rácspontokban -31% és +53% között), a 99%-os percentilisre -7,5% (-39% és +40%) volt. A 4. ábrán a különböző évszakos percentilis értékek láthatók. Jól megfigyelhető, hogy a teljes vizsgált időszakban az ERA Interim adatbázis kialakításában számításba vett öt mérőállomás – Miskolc (1), Budapest (5), Debrecen (8), Pécs (14), Szeged (18) – percentilis értékeinek eltérése a rácspontban számított értékektől általában kisebb, mint a többi állomáson.

Összefoglalás. A fentiek alapján megállapítható, hogy megbízható, klimatológiai hosszúságú rácsponti adatsorok kialakításához elengedhetetlen a meteorológiai paraméterek mérési adatsorainak minőségellenőrzése, homogenizálása, illetve az éghajlati változók matematikailag helyes módszerekkel végzett térbeli és időbeli interpolációja.

Jó példa erre a CARPATCLIM (Szalai et al., 2014) projekt eredményeként előálló adatbázis, melynek kialakítása során 18 meteorológiai változó homogenizálását, továbbá 10 km-es rácsra történő interpolálását végezték el 9 ország részvételével, a határ menti állomások adatainak harmonizálásával. A CARPATCLIM széladatok előállításánál a fent említett problémákat ugyan elkerülték (minőségellenőrzés, homogenizálás, matematikailag korrekt módszerek alkalmazása), azonban több állomás esetében a napi szélsőértékadatok kiszámításánál csupán három adat állt rendelkezésre, mely esetenként szintén negatív hatással van a rácsponti sorokra.

Kutatásaink során elemeztük a RegCM regionális klíma-modell referencia időszakokra (1961–1990), közeljövőre (2021–2050) és a század végére (2071–2100) vonatkozó modellfuttatások talajszél-előrejelzéseit. Megállapítottuk, hogy a referencia időszakokra a modell erősen felülbecsli a szélsőértéket Magyarország területére, melynek hibakorrekciója szükséges a változó klimatikus viszonyokkal együtt módosuló szélklimatológiai paraméterek megbízható becslése érdekében. A referencia időszakokra rendelkezésre álló ERA40 reanalízis adatbázis ismert hiányosságai miatt a korrekciót a CARPATCLIM adatbázis alapján tervezzük elvégezni, mellyel az idősorok eloszlásfüggvénye valóságghűbben leírható.

Összességében megállapítható, hogy szélklimatológiai vizsgálatokhoz, illetve a megújuló energiaforrások potenciáljainak megbízható becslése érdekében törekedni kell az ellenőrzött, homogenizált adatsorok alkalmazására.

Irodalom

- Berrisford, P., Dee, D. P., Fielding, K., Fuentes, M., Kallberg, P., Kobayashi, S. and Uppala, S. M., 2009: The ERA-Interim Archive. ERA Report Series No. 1. ECMWF. Reading, UK.
- Dee, D. P., Uppala, S. M., Simmons, A. J., Berrisford, P., Poli, P., Kobayashi, S., Andrae, U., Balmaseda, M. A., Balsamo, G., Bauer, P., Bechtold, P., Beljaars, A. C. M., van de Berg, L., Bidlot, J., Bormann, N., Delsol, C., Dragani, R., Fuentes, M., Geer, A. J., Haimberger, L., Healy, S. B., Hersbach, H., H'olm, E. V., Isaksen, I., Kallberg, P., Köhler, M., Matricardi, M., McNally, A. P., Monge-Sanz, B. M., Morcrette, J.-J., Park, B.-K., Peubey, C., De Rosnay, P., Tavolato, C., Thépaut, J.-N. and Vitart, F., 2011: The ERA-Interim reanalysis: configuration and performance of the data assimilation system. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* 137, 566.
- Menne, M.J. and Williams Jr., C.N., 2005: Detection of undocumented change points using multiple test statistics and composite reference series. *J. Climate* 18, 4271–4286.
- Péliné, N. Cs., Radics K. és Bartholy J., 2012: Reanalízis időszakok szélklimatológiai vizsgálata, Repüléstudományi Közlemények Különszám. www.szrfk.hu/rtk/kulonszamok/2012_cikkek/25_Peline_N_Csilla-Radics_Kornelia-Bartholy_Judit.pdf (2014.03.02.)
- Péliné, N. Cs., Bartholy, J. and Pongrácz, R., 2014: Homogenization of Hungarian daily wind speed data series. *Időjárás* 118, 119–132.
- Szalai S., Bihari Z., Lakatos M., Szentimrey T., 2014: The CARPATCLIM (Climate of Carpathian Region) project, 8th Seminar for Homogenization and Quality Control in Climatological Databases. Budapest, Hungary, Abstract book, pp. 41
- Szentimrey T., 1999: Multiple Analysis of Series for Homogenization (MASH). *Proceedings of the Second Seminar for Homogenization of Surface Climatological Data*, Budapest, Hungary. WMO, WCDMP-No. 41, 27–46.
- Szentimrey T., 2011: Manual of homogenization software MASHv3.03. Hungarian Meteorological Service, Budapest. pp. 64

KISLEXIKON POCKET ENCYCLOPAEDIA

folytatás a 166. oldalról.

piranométer <gör.>, *pyranometer*, *solarimeter*, a sík egyik oldaláról, a teljes féltérből beérkező napsugárzás, rövidhullámú sugárzás mérésére szolgáló műszer. A műszer érzékelőjének mechanikus védelmét, s egyúttal a spektrális elválasztást szolgálja az érzékelő fölé helyezett üvegbúra. A műszerben érzékelőként valamikor bimetal, manapság termooszlopot, fotódiódát vagy fotóvoltaikus elemet, napelemet használnak. (Menyhárt László, Anda Angéla és Nagy Zoltán: *Piranométer színtezési hibájának hatása a mért globálsugárzás értékekre*)

pirgeométer < gör.>, *pyrgeometer*, a talajközeli hosszuhullámú sugárzási egyenleg, a légköri visszasugárzás és a felszín közeli légréteg hőmérsékletén lévő felületből kilépő sugárzás közötti különbség mérésére szolgáló műszer. ~rel csak éjszaka, amikor nincs rövidhullámú sugárzás és szélcsendben, amikor a konvektív energiaátadás kicsi, lehet mérni. (Menyhárt László, Anda Angéla és Nagy Zoltán: *Piranométer színtezési hibájának hatása a mért globálsugárzás értékekre*)

pirheliométer < gör.>, *pyrheliometer*, a direkt, a közvetlenül a Napból érkező sugárzás mérésére szolgáló műszer. A direkt sugárzást a szórt (*diffúz*, *égbolt*) sugárzástól egy megfelelően szűk, a Napra irányított cső (*tubus*) segítségével lehet elkülöníteni. (Menyhárt László, Anda Angéla és Nagy Zoltán: *Piranométer színtezési hibájának hatása a mért globálsugárzás értékekre*)

pirradiométer < gör.> a sík egyik oldaláról, a teljes féltérből beérkező teljes (= *direkt* + *diffúz*) sugárzás mérésére szolgáló műszer. Felépítése hasonló a *→piranométer*hez. A műszer érzékelőjének mechanikus védelmére csak olyan anyag alkalmas, amely mind a rövidhullámú, mind a hosszuhullámú sugárzást maradéktalanul átengedi. (Menyhárt László, Anda Angéla és Nagy Zoltán: *Piranométer színtezési hibájának hatása a mért globálsugárzás értékekre*)

PIRANOMÉTER SZINTEZÉSI HIBÁJÁNAK HATÁSA A MÉRT GLOBÁLSUGÁRZÁS ÉRTÉKEKRE

IMPLICATIONS OF THE LEVELING ERROR OF PYRANOMETER ON THE MEASURED VALUES OF GLOBAL RADIATION

Menyhárt László¹, Anda Angéla¹, Nagy Zoltán²

¹Pannon Egyetem Georgikon Kar, Meteorológia és Vízgazdálkodás Tanszék, 8360 Keszthely, Festetics u. 7.,
menyhart-l@georgikon.hu, anda-a@georgikon.hu

²Országos Meteorológiai Szolgálat, Léggörfizikai és Méréstechnikai Osztály, 1181 Budapest, Gilice tér 39., nagy.z@met.hu

Összefoglaló. A piranométer szintezési hibájának a következményeit vizsgáltuk. Éves, havi, napi és 10 perces globálsugárzás összegek esetében meghatároztuk a néhány fokos kibillenés által okozott relatív hibát. A vízszintes és a ferde felületre érkező globálsugárzást egyaránt a direkt-, diffúz- és reflexsugárzásból állítottuk elő. Ezeket a komponenseket gondosan beállított, folyamatosan felügyelt műszerekkel mértük. 2°-os kibillenés délre az éves összegben 1,4%-os relatív hibát eredményezett. A novemberi, decemberi és januári havi összeg hibája meghaladta a 3%-ot. Derült, téli napokon a napi összeg hibája 9% körül volt. Ezek az eredmények azt mutatják, hogy a megbízható globálsugárzás adatok érdekében szükséges egy olyan módszer kifejlesztése, amellyel az esetleges szintezési hiba utólag is kimutatható.

Abstract. Implications of the leveling error of the pyranometer were investigated. Relative error caused by inclination of a few degrees was calculated for the annual, monthly, daily and 10-minute global radiation. Global irradiance incident on both the horizontal and the tilted surface was calculated from the direct beam, diffuse and the ground-reflected irradiance. These components were measured by accurately leveled and regularly supervised instruments. A tilt as small as 2° towards the South caused 1,4% relative error of the annual sum. The same tilt resulted in relative error of over 3% in the monthly sum of November, December and January. Even larger error, about 9% was found in the daily sum on clear sky days in winter. These results show that in order to obtain reliable values it is necessary to develop a method with which the accidental tilt error can be detected after the measurement.

Bevezetés. Az utóbbi évtizedekben folyamatosan nőtt az igény a nagy pontosságú globálsugárzás adatok iránt. A meteorológiai és klíma modellek, a napkollektoros és fotoelektromos rendszerek tervezése, a szoláris építészet egyaránt megbízható, nagy térbeli és időbeli felbontású globálsugárzás adatokat igényel. Ehhez igazodva a sugárzásmérő eszközök is jelentős fejlődésen mentek keresztül. A meteorológiai állomások közül egyre több helyen van globálsugárzás mérés és általánossá vált a piranométerek ipari célokra történő felhasználása is. Mindezek ellenére más meteorológiai paraméterrel összevetve a napsugárzás mérése van a legtöbb hibalehetőségnek kitéve (Moradi, 2009). Ezek a hibák két nagy csoportba sorolhatók: a mérőeszköz felépítéséből, a mérés elvéből következő pontatlanságok, illetve a mérőeszköz nem megfelelő elhelyezéséből, működtetéséből származó hibák (Younes et al., 2005). Az első csoportba tartozik a piranométer koszinuszhibája, azimuthibája, a szenzor érzékenységének hőmérsékletfüggése, hullámhosszfüggése, stabilitás és linearitás hibája valamint a termoeleemes piranométerek esetén a hosszú hullámú veszteségből származó offszethiba. A második csoportba tartozik a piranométer nem megfelelő vízszintezése, a horizontkorlátozás, a búrara kerülő por, hó, vízcseppek, madárürülék. Továbbá idetartozik a kábelek mechanikai terheléséből (piezoelektromosság) származó és a mérőberendezés körüli elektromos tér okozta hiba is. Ez elmúlt években számos olyan eljárást publikáltak, amely alkalmas a globálsugárzás idősorok mérés utáni ellenőrzésére (Geiger et al., 2002, Muneer és Fairouz, 2002, Younes et al., 2005, Shi et al., 2008, Moradi, 2009, Tang et al., 2010, Journée és Bertrand, 2011, Mirás et al., 2012). Ezek a módszerek egy alsó és egy felső küszöbértéket határoznak meg minden egyes méréshez, és hibának tekintik azokat az értékeket, amelyek nem esnek a két küszöbérték közé. Így kiszűrjük a kiugróan alacsony

vagy magas értékeket, de nem foglalkoznak azzal, hogy a küszöbértékek közé eső adat is lehet hibával terhelt.

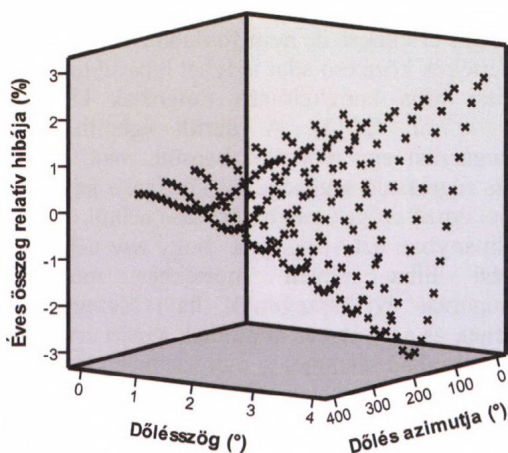
Szintezési hiba korrekciójára dolgoztak ki módszert Bacher et al. (2013). A derült égbolthoz tartozó globálsugárzást egy modellel becsüli, majd ez alapján kvantilis regresszió segítségével korrigálja az adatokat a dőlést jellemző szögek meghatározása nélkül.

E tanulmányban azt vizsgáljuk, hogy egy néhány fokos szintezési hiba milyen mértékben módosítja a globálsugárzás évi összegének, havi összegének, napi összegének és a 10 perces átlagának a mért értékét. 5°-os dőlés már szabad szemmel is egyértelműen látható, ezért vizsgálatainkat az ennél kisebb dőlésszögekre korlátoztuk. A gyártók a piranométerek pontos vízszintezése érdekében vízmértéket, ún. libellát építenek a műszer házára. Gondos beállítás esetén a szenzor síkja és a vízszintes által bezárt szög a piranométer típusától függően 0,1° vagy 1° alá szorítható. Ha a vízszintezés nem volt pontos, vagy az állvány a mérés ideje alatt megbillent, a libelláról csak a dőlés tényét tudjuk leolvasni, a mértékét nem. Mivel ilyen esetekben sem a dőlés iránya, sem a nagysága, sem ezeknek az időbeli változása nem ismert, utólagos korrekcióra nincs lehetőség. A műszer gondos telepítése esetén is előfordulhat, hogy a műszer később megbillen, különösen olyan automata állomásokon, ahol a műszer több évre „magára hagyva” végzi a méréseket.

A globálsugárzás mérés szintezési hibája fokozottan jelentkezik a víz fölötti, mozgó hajóról vagy bójáról történő mérések esetén. Periodikus mozgást végző piranométerrel mért sugárzásadatok korrekciós lehetőségével foglalkozott Long et al., (2010) és Boers et al., (1998). Katsaros és DeVault (1986) elméleti számítások alapján vizsgálta, hogy mekkora hibát okoz, ha folyamatosan dőlöngél, illetve ha fixen, de ferdén van rögzítve a piranométer. Számításaiban a vízszintes felületre vonatkoztatott direkt/globál arányt 0,7-nek tekintette. Dolgo-

zatunk újdonsága abban áll, hogy ezt az arányt nem becsültük, hanem mért adatokkal dolgoztunk.

A vízszintes és a kibillentett piranométerre eső globálisugárzás. A piranométer kibillenéséből származó hiba függ a nap helyzetétől, a piranométer dőlésétől és a direkt-sugárzás/globálisugárzás aránytól. Ha ezeket a paramétereket megfelelően kis értékkel változtatva szeretnénk méréseket végezni, az rendkívül hosszantartó és költséges volna. Ezért nem kibillentett sugármérővel dolgoztunk, hanem a szabvány szerint mért direkt-, diffúz- és reflexsugárzásból állítottuk elő a ferde piranométerre eső globálisugárzás értékét. A vizsgálatainkhoz felhasznált mérések 2011. január 1. és december 31. között, az Országos Meteorológiai Szolgálat pestszentlőrinci obszervatóriumában (47°25'45"É és 19°10'56"K) történtek. A diffúz- és reflexsugárzást Kipp&Zonen CM11 piranométer, a direkt-sugárzást Kipp&Zonen CH1 pirheliométer mérte. A méréseket gondosan beállított műszerekkel, folyamatos felügyelet mellett végezték. A mintavételezés 2 másodpercenként történt, ezeknek a 10 perces átlaga került az adatgyűjtőre. A napkoordinátákat a 10 perces intervallum közepéhez számítottuk a Reda és Andreas (2004) tanulmányában leírt algoritmus szerint.



1. ábra: Globálisugárzás évi összegének relatív hibája a piranométer dőlésének nagysága és iránya (azimut) függvényében.

A piranométer egy félgömbnyi, 2π szteradián nagyságú térszögből érkező rövidhullámú sugárzás intenzitását méri. Vízszintes piranométer esetén ez a direkt-sugárzás függőleges komponensének és a diffúz sugárzásnak az összege. Ha a műszert kibillentjük, akkor a direkt-sugárzásnak a kibillentett felületre merőleges összetevőjével kell számolnunk. A ferde piranométer kevesebbet lát az égboltból, ezért a diffúz sugárzásból is kevesebbet mér. Ugyanakkor a felszínről visszaverődő reflexsugárzás egy része többletként jelenik meg a mérésben. Vizsgálatainkban olyan esetekre szorítkoztunk, ahol a dőlés kismértékű, 5°-nál kisebb, ezért számításainkban a diffúz és reflexsugárzást egyaránt izotrópnak tekintettük. A használt egyenletek:

$$G_H = B \cdot \sin\varphi + D \quad (1)$$

$$G_f = B_f + D_f + R_f \quad (2)$$

ahol G_H a vízszintes felületre érkező globálisugárzás; B a mért direkt-sugárzás; φ a napmagasság; D a mért diffúz sugárzás; G_f a ferde felületre érkező globálisugárzás; B_f a direkt-sugárzás ferde felületre eső komponense; D_f a ferde felületre érkező diffúz sugárzás és R_f a ferde felületre érkező reflexsugárzás. A (2) egyenlet jobb oldala így számolható (Iqbal, 1983):

$$B_f = B[\sin\varphi \cdot \cos s + \cos\varphi \cdot \cos(\alpha - \gamma) \cdot \sin s] \quad (3)$$

$$D_f = D \cdot \frac{1 + \cos s}{2} \quad (4)$$

$$R_f = R \cdot \frac{1 - \cos s}{2} \quad (5)$$

ahol s a ferde síknak a vízszintessel bezárt szöge; α a Nap azimutja; γ mutatja, hogy merre dől a piranométer ($\gamma=0$ esetén délre dől és nyugatra nő az azimuthoz hasonlóan); R a mért reflexsugárzás. A (4) és (5) egyenletekből jól látható, hogy ha kicsi a dőlésszög (s), akkor $D_f \approx D$ és $R_f \approx 0$. Vagyis a dőlés miatti változás lényegében a direkt komponenshez köthető. Mivel a vízszintes felületre számított és mért globálisugárzás között előfordul kismértékű eltérés, ezért használtuk vízszintes esetben is a számított értéket a mért érték helyett. A mérés relatív hibáját az

$$E = \frac{G_f - G_H}{G_H} \quad (6)$$

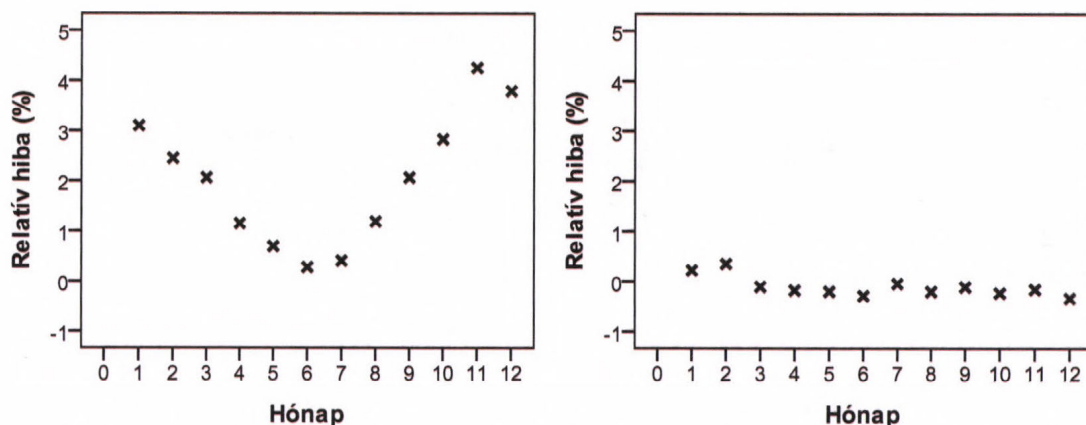
összefüggéssel határoztuk meg. Ha a mért értékek közül valamelyik negatív volt (horizont körüli mérések), akkor azt 0 értékkel helyettesítettük, illetve a (2) egyenletben a B_f direkt komponens csak akkor vettük figyelembe, ha az pozitív. Ugyanis előfordulhat, hogy pl. a nyugatra döntött piranométer esetén napkelte körüli mérésnél a (3) egyenlet alapján B_f értéke negatívnak adódik. γ értékét 0°–345° között 15°-onként, s értékét 0°–4,5° között 0,5°-onként változtattuk. Ezekkel a szögekkel minden rekord esetén kiszámoltuk a globálisugárzás értéket, majd ezek évi összegének, havi összegének, napi összegének és a 10 perces átlagnak számítottuk a relatív hibáját. A piranométer dőlését egész évben állandónak tekintettük.

Eredmények. A globálisugárzás évi összegének a hibáját mutatja az 1. ábra. A vizsgált dőléstartományban adott irányú dőlés esetén a hiba közel egyenesen arányos a dőlésszöggel. Adott nagyságú dőlés esetén pedig függ a dőlés irányát megadó szög koszinuszától, de azzal nem egyenesen arányos. Amikor északra ($\gamma = 180^\circ$) dől a piranométer, akkor nagyobb az évi összeg csökkenése, mint az a növekedés, amit ugyanilyen mértékű délre ($\gamma = 0^\circ$) dőlés esetén tapasztalunk. Ennek megfelelően a relatív hiba nagyságát a következő egyenlettel becsülhetjük:

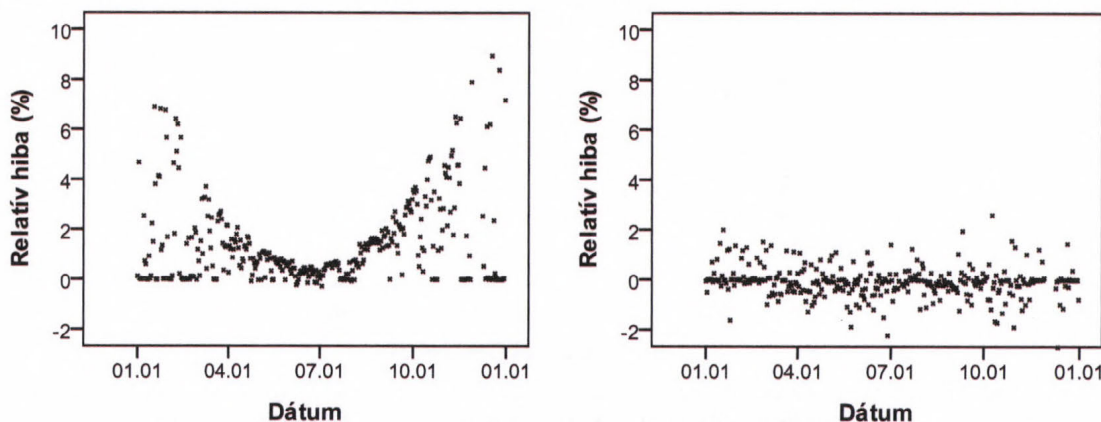
$$E_{\text{év}} = s(-0,00023 + 0,0070 \cos\gamma) \quad (7)$$

ahol $E_{\text{év}}$ a globálisugárzás évi összegének relatív hibája, s a dőlésszög fokban mérve, γ pedig a dőlés azimutja.

Az illeszkedést jellemző $R^2 = 0,994$ érték rendkívül jó illeszkedésről tanúskodik. Ha a piranométer északra dől, akkor a dőlésszög 1°-os növekedése -0,0068 többlethibát jelent. Ez az érték délre dőlés esetén 0,0065. Legkisebb a hiba a K-Ny irányú dőlés esetén, ekkor 1 fokos dőlésszög -0,0002 relatív hibát eredményez.



2. ábra: A globálisugárzás havi összegének relatív hibája 2°-os délre (a), illetve nyugatra (b) dőlés esetén



3. ábra: A globálisugárzás napi összegének relatív hibája 2°-os délre (a), illetve nyugatra (b) dőlés esetén

A havi összeg, a napi összeg és a 10 perces átlag relatív hibáját 2°-os kibillenés esetén mutatjuk be, ami nem ritka a mérések során. Déli irányba történő kibillenés esetén a legkisebb hibát a júniusi összegben, a legnagyobbat a novemberiben figyeltük meg (2a. ábra). Nyári hónapokban a relatív hiba 1% alatti, a téli időszakban 2,5–4% közötti érték. Minél kisebb a napsugaraknak a vízszintessel bezárt szöge, annál nagyobb mértékben torzítja a kibillenés a globálisugárzás mért értékét. Ez okozza a nagyobb relatív hibát a téli időszakban mind a havi, mind a napi összegben.

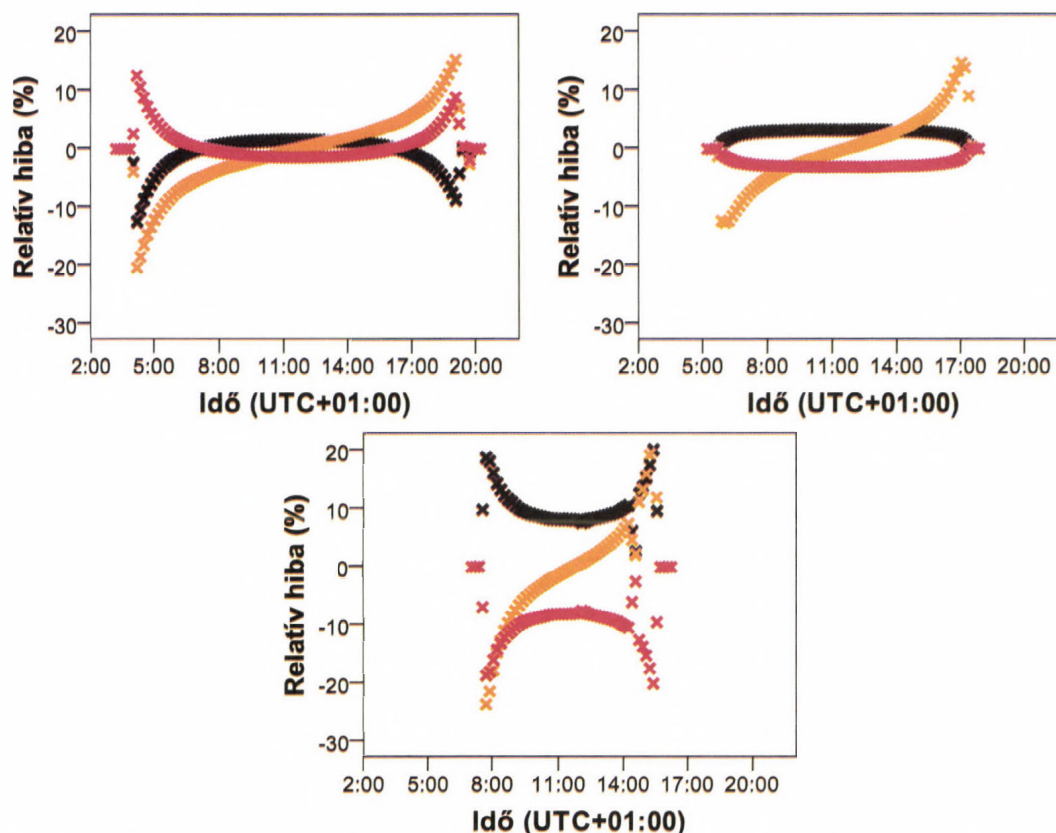
A napi összeg hibájának jellegzetes évi menete van (3. ábra). A 0 körüli relatív hiba azokhoz a napokhoz tartozik, amikor egész nap felhős volt az égbolt, a direkt sugárzás nulla, vagy elhanyagolható mennyiségű volt. Az ábrázolt pontok felső burkológörbéje kirajzolja a teljesen derült napok esetén megfigyelhető relatív hibát (3a. ábra). Ennek értéke 9% fölött van a téli napforduló környékén, míg 0,6% körül a nyári napforduló környékén.

Az évi, a havi és a napi összegben egyaránt É-D irányú kibillenésnél találtuk a legnagyobb abszolút értékű hibát. K-Ny irányú dőlés esetén a délelőtti és a délutáni ellentétes előjelű hiba gyakorlatilag kioltja egymást, ha az égbolt borultsága napközben számottevően nem változott (2b., 3b. ábra). Napi összeget tekintve Ny irányú dőlés esetén a legnagyobb pozitív előjelű hibákat azokon a napokon találjuk, amikor délután volt derült az égbolt,

délelőtt pedig borult. A fordított helyzet pedig a legnagyobb abszolút értékű, negatív előjelű hibát eredményezi. Ezekben az esetekben kb. 2% hibát okoz a 2°-os K-Ny irányú kibillenés.

A globálisugárzás 10 perces átlagának napi menetét vizsgálva a piranométer dőlése mellett a Napnak az égbolton leírt pályája is jelentősen befolyásolja a megfigyelt hibát. Ennek szemléltetésére a 3 legkülönbözőbb esetet mutatjuk be. Egy-egy teljesen derült napot kerestünk a nyári és téli napforduló, valamint a napéjegyenlőségek környékéről (4a., b. és c. ábra). A többi napnál megfigyelhető hibagörbék átmenetet képeznek e szélsőértékek között. A téli napforduló környékén 2°-os É-D irányú dőlés az egész nap folyamán 8%-nál nagyobb hibát eredményez (4c. ábra), de alacsony napállásnál ennek értéke 20% körüli. 30° feletti napmagasságnál viszont 2°-os kibillenés 2%-nál kisebb relatív hibát eredményez függetlenül attól, hogy milyen irányba dőlt meg a piranométer.

Összegzés. A piranométer kismértékű, szabad szemmel nem megfigyelhető, 2°-os megbillenése is jelentős, 1–8%-os hibát okozhat a globálisugárzás napi összegében. Havi összeget tekintve ez a hiba a dőlés nagyságától és irányától függően 0,5–4% közötti, évi összeg esetén pedig 0,1–2%. Legnagyobb hiba a globálisugárzás pillanatnyi értékében jelenik meg alacsony napállásnál. A piranométerek osztályozására vonatkozó ISO-9060 szabvány szerint a globálisugárzás napi összegének a bizonyta-



4. ábra: A globálsugárzás 10 perces átlagának relatív hibája 2° -os dőlés esetén a nyári napforduló környékén (a), az őszi napéjegyenlőség környékén (b) és a nyári napforduló környékén (c) dőlés azimutja $\mathbf{X} \rightarrow 0^\circ$ (délre), $\mathbf{X} \rightarrow 90^\circ$ (nyugatra), $\mathbf{X} \rightarrow 180^\circ$ (északra)

lansága nem haladhatja meg a 2%-ot a referencia piranométer, az 5%-ot az első osztályú és a 10%-ot a másodosztályú piranométer esetén (ISO, 1990). Vizsgálataink azt mutatják, hogy 1° -os kibillenés már nagyobb hibát okoz, mint a referencia piranométernél megengedett érték. $2,5^\circ$ -os kibillenés pedig a másodosztályú piranométernél megengedettnél is nagyobb hibát eredményez. Ezek az eredmények azt mutatják, hogy szükség van egy olyan módszer kifejlesztésére, amivel az adatsorból utólag ellenőrizhető, hogy megfelelő volt-e a piranométer vízszintezése.

Irodalom

- Bacher, P., Madsen, H., Perers, B. and Nielsen, H., A., 2013: A non-parametric method for correction of global radiation observations. *Solar Energy* 88, 13–22.
- Boers, R., Mitchell, R.M. and Krummel, P.B., 1998: Correction of aircraft pyranometer measurements for diffuse radiance and alignment errors. *Journal of Geophysical Research* 103(D13), 16753–16758.
- Geiger, M., Diabate, L., Menard, L. and Wald, L., 2002: A web service for controlling the quality of measurements of global solar irradiation. *Solar Energy* 73(6), 475–80.
- ISO, 1990: Solar Energy – Specification and Classification of Instruments for Measuring Hemispherical Solar and Direct Solar Radiation. *International Organization for Standardization*, ISO-9060.
- Iqbal, M., 1983: An introduction to solar radiation. Academic Press, New York, (11), 303–334.
- Journée, M. and Bertrand, C., 2011: Quality control of solar radiation data within the RMIB solar measurements network. *Solar Energy* 85, 72–86.

- Katsaros, K. B. and DeVault, J. E., 1986: On irradiance measurement errors at sea due to tilt of pyranometers. *Journal of atmospheric and oceanic technology* 3, 740–745.
- Long, C.N., Bucholtz, A., Jonsson, H., Schmid, B., Vogelmann, A. and Wood, J., 2010: A Method of Correcting for Tilt from Horizontal on Downwelling Shortwave Irradiance Measurements on Moving Platforms. *The Open Atmospheric Science Journal* 4, 78–87.
- Miras-Avalos, J. M., Rodriguez-Gomez, B. A., Meizoso-Lopez, M. C., Sande-Fouz, P., Gonzalez-Garcia, M. A. and Paz-Gonzalez, A., 2012: Data quality assessment and monthly stability of ground solar radiation in Galicia (NW Spain). *Solar Energy* 86, 3499–3511.
- Moradi, I., 2009: Quality control of global solar radiation using sunshine duration hours. *Energy* 34, 1–6.
- Muneer, T. and Fairouz, F., 2002: Quality control of solar radiation and sunshine measurements—lessons learnt from processing worldwide databases. *Building Services Engineering Research and Technology* 23(3), 151–66.
- Reda, I. and Andreas, A., 2004: Solar Position Algorithm for Solar Radiation Applications. *Solar Energy* 76(5), 577–589.
- Shi, G.Y., Hayasaka, T., Ohmura, A., Chen, Z.H., Wang, B., Zhao, J.Q., Che, H.Z. and Xu, L., 2008: Data quality assessment and the long-term trend of ground solar radiation in China. *Journal of Applied Meteorology and Climatology* 47, 1006–1016.
- Tang, W., Yang, K., He, J. and Qin, J., 2010: Quality control and estimation of global solar radiation in China. *Solar Energy* 84, 466–475.
- Younes, S., Claywell, R. and Muneer, T., 2005: Quality control of solar radiation data: present status and proposed new approaches. *Energy* 30, 1533–1549.

SZÉLENERGETIKAI VIZSGÁLATOK AZ ÓBUDAI EGYETEMEN

WIND ENERGETIC EXAMINATIONS AT ÓBUDA UNIVERSITY

Kádár Péter

Óbudai Egyetem KVK Villamosenergetikai Intézet, 1034 Budapest, Bécsi u. 96/b, kadar.peter@kvk.uni-obuda.hu

Összefoglalás. Az Óbudai Egyetemen egy évtizede folynak szélenergetikai kutatások. Áttekintést adunk a szélturbina fejlesztésről (2009), a szélenergia korrelációs elemzéseiről (2007), a kisléptékű szélturbina mérésekről (2011) és az épület szélklímájának feltérképezéséről (2012).

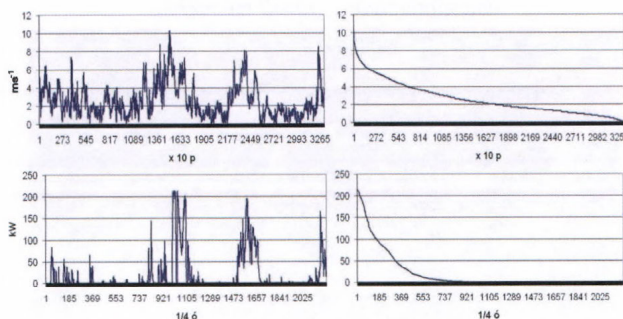
Abstracts. Wind energetic researches have been going on at University of Óbuda (Budapest, Hungary) for a decade. We give an overview on development of the wind turbine (2009), the correlation analyses of the wind power (2007), the small scale wind turbine measurements (2011) and mapping of the wind climate of the building (2012).

Billenő-lapátos VAWT. Az Óbudai Egyetem Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar Villamosenergetikai Inté-

zői mérés korrelációjának vizsgálata – megtermelt energiámmennyiség alapján.



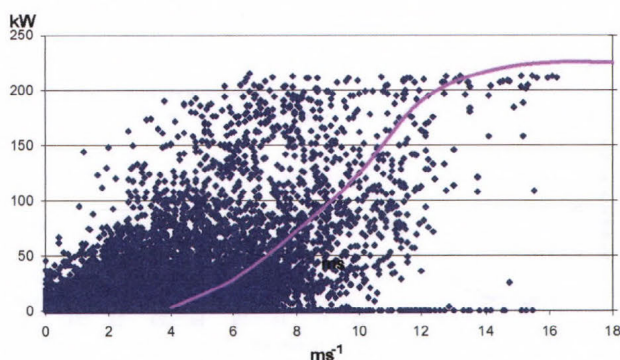
1. ábra: Dudás féle billenő-lapátos VAWT



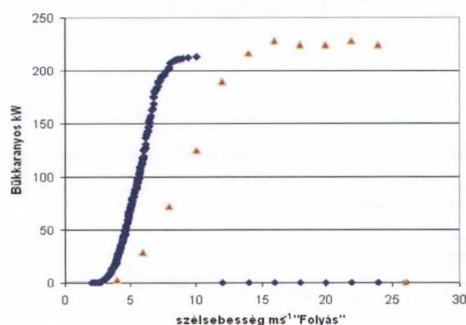
3. ábra: Időfüggvényekből képzett eloszlásfüggvények tényleges mérési adatok alapján. Felül: szélsőbesség, eloszlás, Folyás; alul: termelés, eloszlás, Bükkaranyos, 2005.05.09–31.

zetével való együttműködés keretén belül Dudás Péter hallgató kifejlesztett egy újszerű függőleges tengelyű szélturbinát. (VAWT – Vertical Axis Wind Turbine). Ennek lényege, hogy a függőleges tengelyen keresztülfúrt vízszintes tengelyre két lapát van rögzítve (1. ábra). A szélnyomás ezt megbillenti, minek hatására a függőlegeshez közelebb álló lapát nagyobb légellenállást fejt ki, mint a másik oldali lapát, így a két nyomaték nem egyenlő, a vízszintes tengely elfordul. Amikor a tengely átfordul, a másik lapát billen az előbbi pozícióba, a forgás folyamatos lesz. A kísérlet sikeres volt, bár energetikai méréseket a TDK munka keretében nem folytattunk.

Széljárások energetikai korrelációja. A számítás célja egy erőmű tényleges termelésének és a közeli meteoro-



2. ábra: Valós idejű adatok párosítása. A Bükkaranyosi szélerőmű kimenő teljesítményének és a folyási szélmérések kapcsolata, átszámítva rotormagasságra



4. ábra: A bükkaranyosi karakterisztika a folyásimérés alapján

A szélerőművek energia-termelésének vizsgálatokor több időskála is elképzelhető:

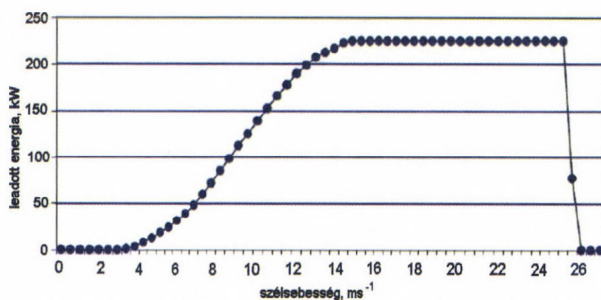
- az egyik a valós idő, amikor a pillanatnyi szélsőbesség ismeretében a pillanatnyi teljesítmény számítható, illetve mérések esetén a pillanatnyi szélsőbességet a pillanatnyi teljesítményhez viszonyítjuk;
- a másik megközelítés, amikor nagyobb időtartam alatti energiatermelést nézünk, tehát az adott energiataromány szélenergiából mennyi energiát vesz ki az erőmű. Ezt a megközelítést használják a megtérülés számításánál, amikor az évi megtermelt energiát becslik.

Pontos mérések esetén (egy helyen és időben történő) a szélerőművek karakterisztikáját pontosan kimérhetjük, a gyári karakterisztikával összevethetjük. A rendelkezésre

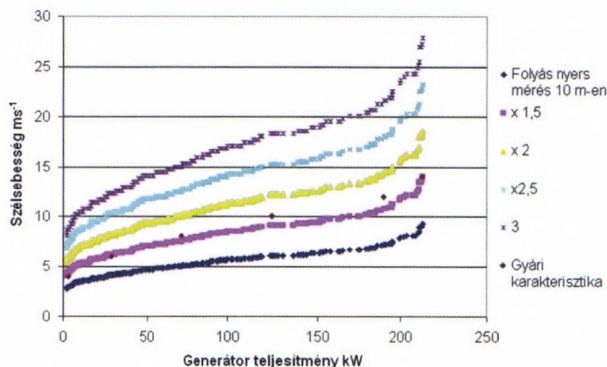
álló mérések (vagy becslések) sokszor nem teszik lehetővé, hogy a szélérőmű közvetlen közeléből származzanak a széladatok (2. ábra).

Minél pontosabban mérjük a szél pillanatnyi sebességét, annál inkább azt tapasztaljuk, hogy egy percen belül is igen nagy a szélsébség ingadozás, a turbulencia. Ez a turbulencia lokális, azaz a közelben ez hasonló energiatartalommal, de más lefolyással történik. Ezek szerint egy közeli szélsébségmérés nem azonos, de hasonló energiatartalmú szélsébség időbeli lefolyást mér. Ez ad alapot arra, hogy a toronytól több tíz km távolságban levő szélsébségméréseket is felhasználhatunk becslésre (különösen, ha azonos szélcsatornáról van szó).

A számítás menete. Mint azt a 3. ábra is mutatja a valósidejű (pl. $\frac{1}{4}$, fél vagy 1 órás időtartamokra számított,



5. ábra: A Bükkaranyoson alkalmazott V27-es gép gyári karakterisztikája

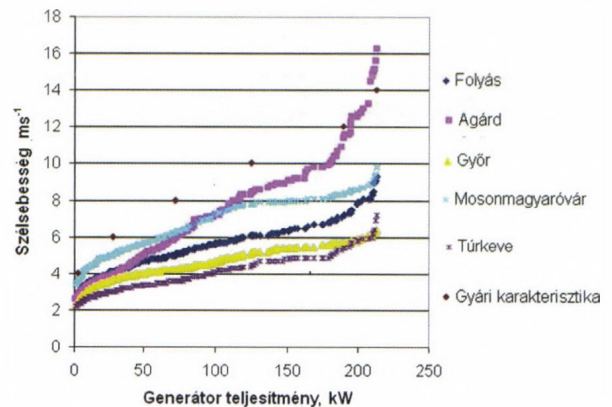


7. ábra: Átskálázási tényező meghatározása

szinkronba hozott átlagok) szélsébség és szélérőmű termelés közötti korreláció igen kicsi, gyakorlatilag függetlennek mondható a két fizikai folyamat. Az azonos helyen lévő ideális szélsébség és termelésmérés a generátor széltejesítmény karakterisztikája szerint függ össze, és a szélsébség változás alapján szinkron fut. Könnyen belátható, hogy ha mindkét időfüggvényre elkészítjük az eloszlásfüggvényt egy kijelölt időtartamra, akkor az előbbi arányosság (generátor karakterisztika) továbbra is fennáll, azaz adott szélsébséghez mindig hozzárendelhető a generátor teljesítmény. A valóságban az előző, nem monoton függvényt apró „szletekre” szeljük, majd átsorrendezzük a két, párhuzamos függvényt két immár monoton függvényre.

Az 4. ábrán a bükkaranyosi erőmű 2005.05.09–31-i időszakokra eső termelés eloszlásfüggvényének és az onnan mintegy 30 km-re DK-re levő (zömében ÉNy széljárás a jellemző) Folyás meteorológiai állomás 10 m magasságon mért pillanatnyi szélsébségek eloszlásfüggvényének korrelációját ábrázoltuk. A közös időalapot a negyedórás átlagteljesítményekből képzett félórás átlagok, illetve a 10 perces pillanatnyi értékekből képzett félórás átlagok jelentik. A sűrűpontozású (kék) vonal a mért karakterisztikát jelöli, míg a sárga jelek a gyári karakterisztikát mutatják. A két görbe jellegében megegyezik.

Az 5. ábra alapján megállapíthatjuk, hogy nagyobb időtartományban (pl. 2 hét), hasonló eredetű széljárásnak kitett helyről származó szélméréssel a gyári karakterisztikával arányos karakterisztika rajzolódik ki.



6. ábra: Energetikai korrelációs távkarakterisztikák (helyi energiatermelés – távoli szélmérés)



8. ábra: Elhelyezési opciók

Azt, hogy melyik a közeli, illetve hasonló széljárású hely, azt a 6. ábra illusztrálja. Érdekes, hogy jellegében mindegyik, azonos időszakból származó szélmérésre alapozott görbe közelít a gyári karakterisztikához. Nem véletlen, hogy a légvonalban legközelebbi, azonos szélcsatornában lévő mérés adja jellegében a gyári karakterisztikához legközelebbi görbét. Jelen esetben ez a folyási mérés. A bükkaranyosi erőmű és a szélmérések elhelyezkedésének légvonalbeli távolságát az 1. táblázatban foglaljuk adjuk.

Továbbá meg kell határozni azt az átváltási számot, amely kapcsolatot teremt a Folyásnál 10 m-en mért szél és a bükkaranyosi, dombos vidéken, 33 m-es toronyma-

gasságban mért szélesség között. (Meg kell jegyeznünk, hogy a tengelymagasságra való átskálázás egy

1. táblázat: A búkkaranyosi erőmű és a szélmérések elhelyezkedésének légvonalbeli távolságát

Szélmérési hely	Búkkaranyostól mért távolság
Folyás	33 km
Agárd	187 km
Túrkeve	98 km
Mosonmagyaróvár	263 km
Győr	238 km

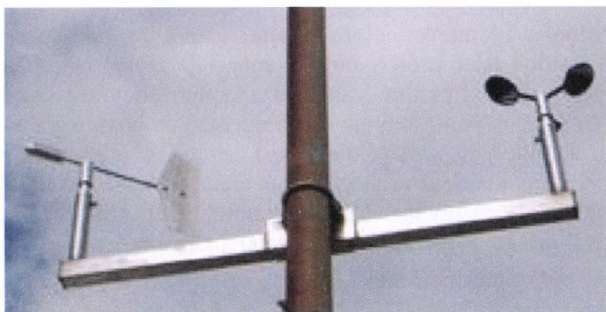
konvenció, ugyanis az adott szélerőmű rotorja 27 m átmérőjű, más erőműveknél már akár a 100 m-t is elérheti a

$$u_z = u_m \left(\frac{z}{z_m} \right)^a, \text{ ms}^{-1},$$

képletet alkalmaztuk. Kitevőnek 0,445 adódik, ami nagyságrendileg megfelel az eddig alkalmazott kitevőnek.

Az eredmények értékelése. A fenti számítások jól példázák, hogy a termeléshez csak nagyon közel eső szélelőrejelzéssel lehet időben pontos termelési görbét becsülni, míg az energiatartamot akár távolabbi mérésel/beccsléssel is igen nagy biztonsággal meg lehet állapítani/beccsülni. Ez jelenti azt is, hogy a hónapos/éves energiamennyiség becslések megbízhatóak. Ez fontos, mert az állami támogatás (KÁT v. hasonló) a termelt energiamennyiséggel arányos, függetlenül annak időbeli lefolyásától.

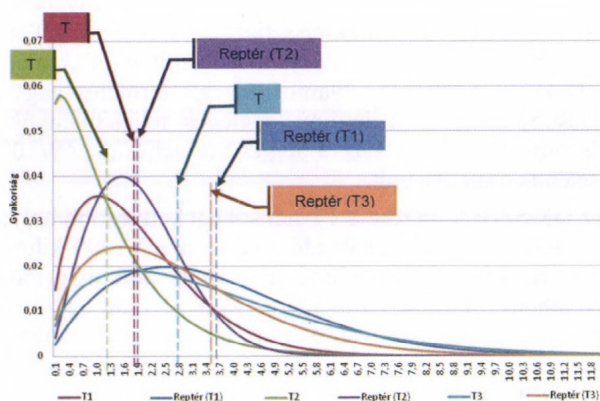
Kis szélturbinák összehasonlító vizsgálata. Feladatunk



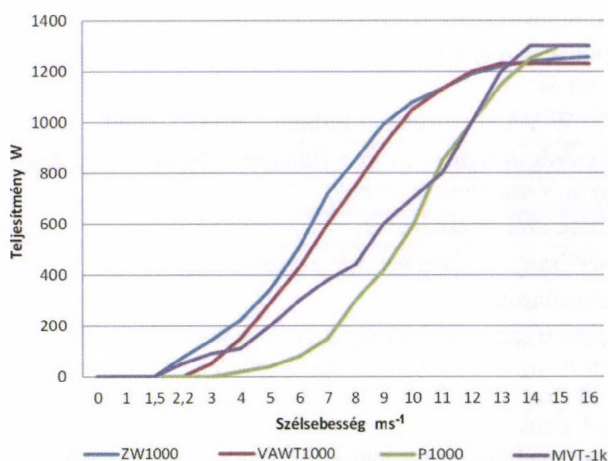
9. ábra: Unitek szélmérő



10. ábra: A telepített turbinák



11. ábra: A T1, T2, T3 és a reptéri szélesség-mérés eloszlásai



12. ábra: Alkalmazott szélerőmű karakterisztikák

rotorátmérő, ahol a lapát egészen különböző sebességű légtömegeken halad keresztül.) A modellezés jelenlegi szintjén megelégszünk lineáris, egy magasságra szóló összefüggéssel. A 7. ábrából kiolvasható, hogy a lineáris „átskálázási” tényező kb. 1,7. Ez az érték a legkisebb négyzetek módszerével tovább pontosítható.

A Hellmann-féle felskálázási tényezőt egy földrajzi ponton, vertikális irányban használják. Ehhez hasonlóan lehet egy távolabbi mérést az energiatermelő helyre és magasságára, a megtermelt energiamennyiség alapján pontosan behangolni („átskálázni”). Jelen esetben a 33 m-es toronnyal, 10 méteren mért szélességgel (de egyéb felszíni jellemzőkkel nem számolva), a

volt néhány kisléptékű szélturbina
– telepítési helyének kiválasztása,
– energia termelésének becslése és
– telepítése, valamint a performancia mérése.

A telepítési hely kiválasztása. Első lépésként (8. ábra) a telepítési helyet választottuk ki a Budapest Airport Zrt. telephelyén. Több hónapon keresztül végeztünk szélesség méréseket, bár az évi széljárás eltérhet az ebben a mérési periódusban tapasztaltaktól. Elemeztük az összefüggést (korrelációt) az aktuális mérési hely és az évtizedekre visszatekintő OMSZ mérési helyszín közötti széljárás között. Feltételezésünk, hogy, ha a referenciaméréshez képest jelentősen nagyobb szélességeket mé-

rünk, akkor ez egész évben nagyobb energiájú szélsébséget jelent. Mértük a szélirányt is, amit a kiértékelések során szintén ábrázoltunk, azonban (mivel nem szélfarm telepítése történt) további számításokat ezen adatokkal nem végeztünk.

Egy hónapos méréseket (9. ábra) végeztünk a

- T1 – 1-es terminál tetőn, 15 m magasságban,
- T2 – 2-es terminál teraszon, 10 m magasságban,
- K – Kazán épület tetején, 12 m magasságban,
- T3 – használaton kívüli radartorny, 20 méteren és az
- OMSZ – referencia mérőhelyén, 10 m magasságban.

Kereskedelembe kapható berendezéseket telepítettünk (10. ábra):

- 600 W HAWT – ZW 600 vízszintes tengelyű turbina 3

2. táblázat: A Weibull-függvény paraméterei

Mérési hely	λ értékek	Átlagos szélsébség ms^{-1}
T1 helyszín	2,1027	1,877
T2 helyszín	1,3443	1,2
T3 helyszín	3,0873	2,756
BA Zrt. saját mérés	4,0263	3,6
BA Zrt. saját mérés	2,1594	1,9
BA Zrt. saját mérés	3,905	3,486

rotorlapáttal,

- 500W VAWT mágneses lebegtetésű kombinált Savonius–Darrieus PER 500 turbina,
- 1000W VAWT 5 lapátos „kanalas” turbina – Sollight 1000 és
- 600 W VAWT Darrieus turbina – SAWT P600.

Szélmérés és adatelemzés a Budapest Airport Zrt. telepelyén. Vizsgáltuk az éves

- átlag szélsébségeket,
- szélirány-függőséget, irány-gyakoriságot és az
- eloszlásokat.

A szélsébség gyakoriság igen jól jellemezhető Weibull-eloszlással, valamint megadtuk a jellemző paraméterek és az átlagos szélsébség kapcsolatát is. Ez alapján azt mondhatjuk, hogy a λ paraméter nagyobb értéke magasabb átlagos szélsébséget jelent. Az 2. táblázatban összefoglaltuk az egyes mérési helyekre kapott λ értékeket és az ebből számított átlagos szélsébséget. A 11. ábrában foglaltuk össze az egyes mérési helyekre kapott Weibull-görbéket és átlagos szélsébségeket. Az ábra alapján a vizsgált mérési helyek közül a T3 mérés helyszíne a legkedvezőbb szélérőmű telepítésére. A mérések alapján, az itteni szélsébség ugyan elmarad a reptéri OMSZ mérés helyén tapasztalhatótól, azonban a vizsgáltak közül ez a legkedvezőbb a szélérőmű telepítésre.

A várható villamosenergia termelés. A kutatás során cél volt, hogy különböző elvű berendezéseket hasonlítsunk össze a gyakorlatban. A következőkben bemutatjuk,

hogy a T1-en végzett mérési időszakban mennyi villamos energiát lehetett volna termelni, különböző típusú, 1 kW-os névleges teljesítményű szélturbinákkal. A

- ZW1000 (a méretek miatt telepítésre került ZW600)
- VAWT1000
- P1000 (a méretek miatt telepítésre került P600)
- MVT-1k adataival számoltunk.

A felsorolt szélérőművek karakterisztikáit a 12. ábra mutatja. Érdemes megemlíteni, hogy a P1000 és az MVT-1k kis szélsébségek esetén rosszabbul teljesít, ugyanakkor 13 ms^{-1} felett viszont nagyobb a kimenő teljesítményük, mint a ZW1000 és VAWT1000 típusoknak (13. és 14. ábra). Tekintettel arra, hogy a mérési adatok alapján ennél jellemzően kisebb szélsébségeket mértünk, várhatóan a ZW1000 és a VAWT1000 termelése lesz nagyobb.

Mivel a T1 mérési helyre vonatkozóan állt rendelkezésre a legtöbb adat, ezért a várható energiatermelés számítását erre a mérési pontra, valamint a reptéri adatokra végeztük el. E számításnak az elsődleges célja, hogy kiválasszuk, melyik szélérőmű típust érdemes telepíteni. A helyszín kiválasztásához ez az elemzés nem feltétlenül szükséges, ugyanis az eldönthető a szélsébségyakoriságok Weibull-eloszlása alapján.

Az energiatermelést a

$$E = \int_{t_1}^{t_2} v(t) * P(v) dt,$$

képlettel számítottuk, ahol E a t_1 – t_2 időtartam alatt termelt energia, $v(t)$ a szélsébség az idő függvényében és $P(v)$ a szélturbina karakterisztika, a szélsébség függvényében. A 15. ábra alapján, a telepített (T1) mérés helyszínén a várható villamos energia termelés nagyon alacsony volt, a szélérőmű névleges teljesítményéhez viszonyított kihasználás a legjobban teljesítő ZW1000 esetén is csak 7% volt.

Az OMSZ/BA mérése a T1-nél sokkal kedvezőbb helyen van felállítva. A vizsgált időszakban a ZW1000 kihasználtsága itt majdnem elérte a 20%-ot, ami már jónak mondható. Mivel a T3-as mérés gyakorlatilag együtt fut az OMSZ/BA méréssel, és csak kicsit alacsonyabbak a mért szélsébségek, várhatóan a termelés közel azonos lesz az itt számítottal.

A szimulációs számítások alapján elsősorban a ZW1000, vagy a VAWT1000 szélérőmű típustól várunk sokat, de az MVT-1k sem teljesített sokkal rosszabbul, mint a VAWT1000. A P1000-es egyedül a nagyobb szélsébségek (12 ms^{-1} felett) tartományában teljesíthet jól.

Alkalmazott műszerek. Az esetileg felhasznált kézi műszereken túl UNITEK szélmérőt használtunk. Percenkénti adatmentés történt a következő mennyiségekről:

- minimális sebesség,
- átlagsebesség (egy perc alatti 10 mérés alapján),
- maximális sebesség,
- szélirány (fok).

A 16. ábrán a mérőrendszer vázlatát, a 17. ábrán a tényleges megvalósítást látjuk. Mértük az akkumulátor feszültséget, a töltőáramokat. Ezen túl állandó 80 mA és 150 mA-es, 1 és 3,6 W-os terhelést is alkalmaztunk. Az akkumulátorokat a töltő és esetenként külső ellenállás védi. Az adatgyűjtést 1 perces átlagmérésekkel végeztük. A turbinák egybe vannak építve a generátorral, esetleges szabályozóval, a töltő szabályozza a külső ellenállást. A szélesség-turbina karakterisztika nem egyezik meg a szélesség-töltő karakterisztikájával. Mi az utóbbit vizsgáltuk, ugyanis a felhasználót ez érinti. A töltés to-

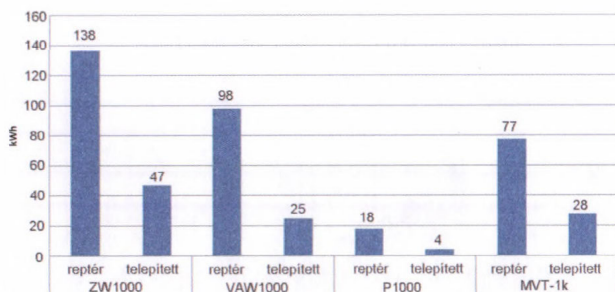
vábbá függ az akkumulátor állapotától is.

Az UNITEK áram és feszültségmérőt percenkénti adatmentésre használtuk 5 csatorna adatainál a
– feszültség átlagérték (egy perc alatti 10 mérés alapján),
– áram átlagérték (egy perc alatti 10 mérés alapján)
mérésére.

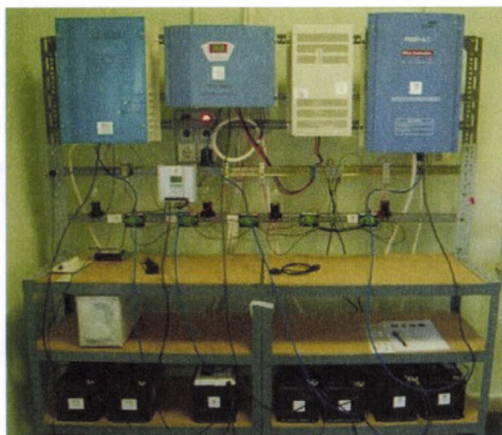
Karakterisztika mérés. A rövidtávú üzem kiértékelésére egy 80 perces szélvihart választottunk (2012.07.29. 20:00). Gyakorlatilag sem előtte (18. ábra), sem utána nem volt jelentős szél. A 19. ábrán a szélvihar alatt mért



13. ábra: ZW600 és VAWT100



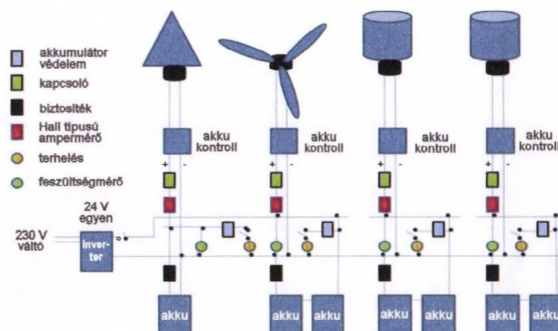
15. ábra: Energiatermelés számítás. Számított villamosenergia termelés október 11-től november 8-ig.



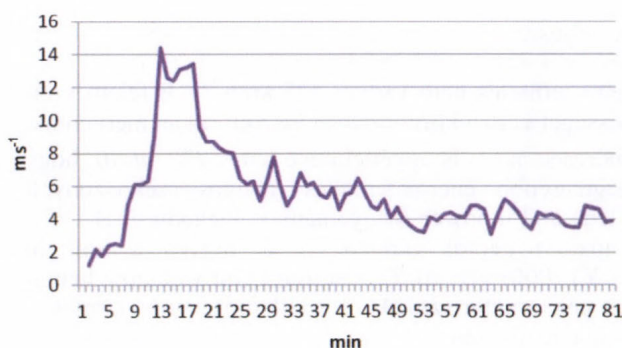
17. ábra: Mérési elrendezés



14. ábra: MVT-1k – PER 500 és a SAWT P600



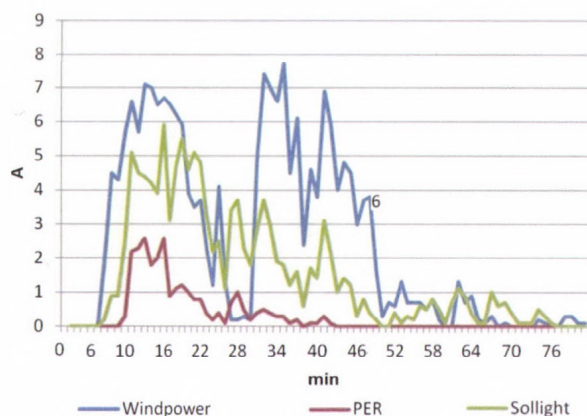
16. ábra: Mérési séma



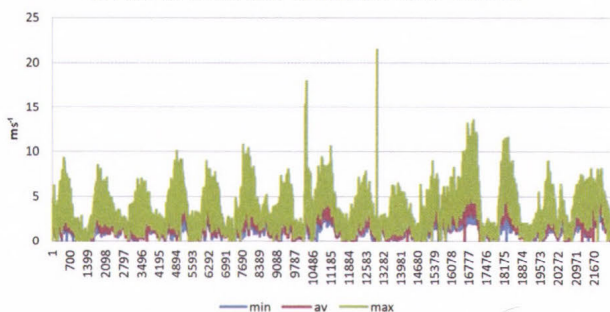
18. ábra: Szélesség átlag a vihar közben

töltési áramokat ábrázoltuk. Ez igazolja, hogy kb. 4 ms^{-1} sebességnél indul a PER turbina és 3 ms^{-1} -nál a Windpower és Sollight turbina. Az áramok perces átlagértékek, de nincs közvetett információnk, hogy ettől jelentősen eltérnének a minimum-maximum értékek. Transziens méréseket itt nem végeztünk. Meg kell jegyezni, hogy ezek az értékek nem a turbina, illetve a generátor által leadott áramok, hanem a töltőből kijövő áramok. Bár egy terhelő ellenállás volt beépítve, nem feltételezzük, hogy egyéb normál töltés közben a megtermelt energia nagy részét egy ellenálláson eldisszipálna a töltő, így a mért értékeket a rendszer aktuális termelésének tekintjük.

A méréseket felhasználva kirajzoltuk a tapasztalati turbinák karakterisztikáit. Ezek közelítik a gyári formát, bár



19. ábra: Generátor áramok a vihar közben



21. ábra: 2 hetes széljárás, 2012.. június 1-15.

csúcsteljesítményben messze elmaradnak attól. Jól látható, hogy $3-4 \text{ ms}^{-1}$ -nál indul a rendszer és $6-7 \text{ ms}^{-1}$ alatt érdemi termelés nem várható (25 kmh^{-1} !). E feletti szélsebességet városi környezetben viszont ritkán mérhetünk.

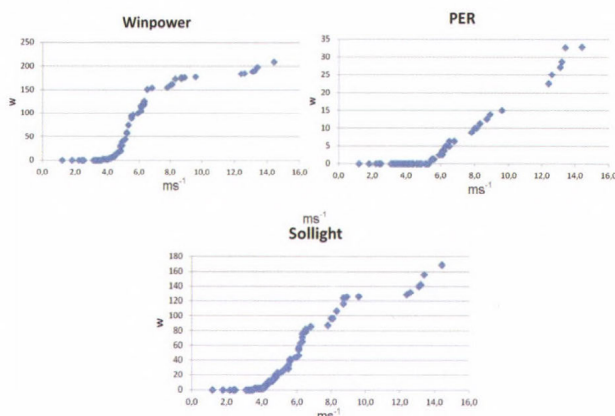
A mérések azt is is egyértelművé tették (20. ábra), hogy a legnagyobb energiatermelés (azonos szélviszonyok mellett) a Windpower (hagyományos kialakítású HAWT, 3 lapátos) géptílt várható. A 2. helyen a Sollight (VAWT1000) gép áll. Ez a sorrend volt várható a bemutatott gépkarakterisztikák, és a villamosenergia-termelési szimuláció alapján.

Hosszabb távú mérés. A 21. ábrán 2 hét széljárását mutattuk be (minimum, átlag és maximum sebességek). Jól látható, hogy délben minden nap megerősödik a szél (ez a helyi lokális felmelegedésből adódik, míg az időjárási

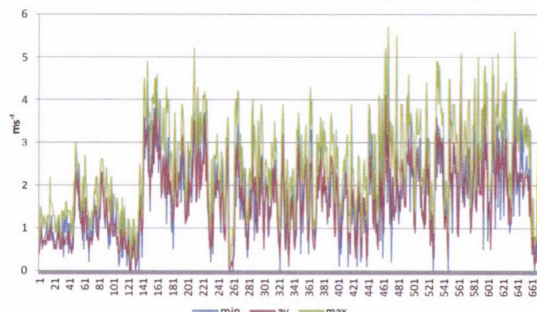
frontok ritkán alakítják (növelik) a „szokásos” sebességet. A 22. ábrán két nap széljárását nagyítottuk ki.

A rendszer normál üzemét mutatjuk be a 23., 24., 25. és 26. ábrán, az akkumulátor feszültségén és a töltőáram változásán keresztül. Jól látható, hogy jelentősebb szél esetén az akkumulátor töltődik, a feszültség átmenetileg megnövekedik, de utána is magasabb szinten marad. Amikor a töltés leáll, a műterhelés és az elektronika folyamatosan fogyasztja az akkumulátor energiáját, a feszültség csökken. Elegendő szél esetén a fel-le „szánkózás” hosszútávon fenntartható, a rendszer jól működik.

Más kérdés, hogy a megjáratott energia mennyisége messze elmarad a becsült mennyiségtől. Ez azt jelenti, hogy csak nagyon kicsi terhelést lehet biztonsággal a rendszerre kapcsolni.



22. ábra: Akkumulátor töltési karakterisztikák



22. ábra: 2 nap széljárása – min – átlag – max sebesség

A 26. ábrán mutatott esetben is működött a rendszer, attól eltekintve, hogy valamilyen oknál fogva akkutöltés nem volt. Az akkumulátor folyamatosan táplálta a terhelést, majd bekövetkezett a mélykisüléses akkumulátor katasztrófa, amely az akkumulátor tönkremeneteléhez vezetett.

Ez ellen a következőkkel lehetne védekezni:

- sok szél és ennek eredményeként folyamatos külső töltés (tartós szélcsend mindig lehet),
- pl. kiegészítő napelemmel lehet tölteni (nagy biztonsággal) naponta a rendszert,
- túlzott fogyasztás esetén le kell kapcsolni a fogyasztást,
- külső töltőt kapcsolunk a rendszerre.

Érdekes tapasztalat (27. ábra), hogy az akkumulátortöltés és a szélsebesség között hosszú távon egyelőre nem

sikerült szoros kapcsolatot kimutatni. Azaz, a rendszer nem töltött mindig, amikor azt elvártuk volna (habár az akku nem volt túltöltve, és volt szél is). Lehet, hogy ennek ellenére a töltő elektronika helyesen működött, de erről nincsen közelebbi információnk.

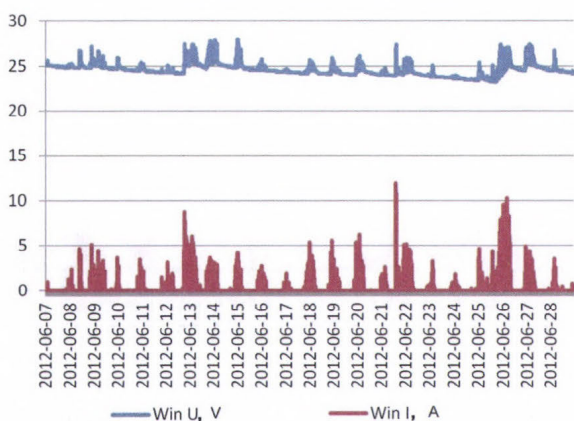
3. táblázat: Az elektronika terhelései

	Winpower 600	PER600	SOLLIGHT	SAWT
U, V	22,8±2,002	11,99±0,2002	22,8±2,002	22,7±2,002
I, mA	44,8±4,802	40,2±4,802	55±4,802	85±4,802

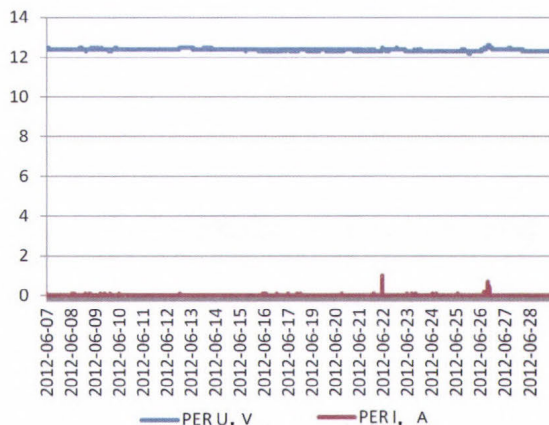
Terhelések. A rendszert feltöltött akkumulátorokkal helyeztük üzembe. Az akkumulátorok folyamatosan táplálják a szélturbinákhoz tartozó töltő berendezéseket, illetve esetenként további külső terhelést is kapcsoltunk rájuk. A

Normál üzem. A 28., 29., 30. és 31. ábrán a szélturbina-akkumulátor rendszer normál, ideális üzemét látjuk. Amikor a szélviszonyok ezt lehetővé teszik, a töltő az akkumulátorba áramot táplál, aminek hatására a feszültség átmenetileg több V-tal megemelkedik. Szélcsendes időben a terhelések (az elektronika saját fogyasztása és a terhelés) egyenletesen csökkentik az akkumulátor feszültségét. Az újabb szeles periódusok „fel-fel tornásszák” a feszültséget.

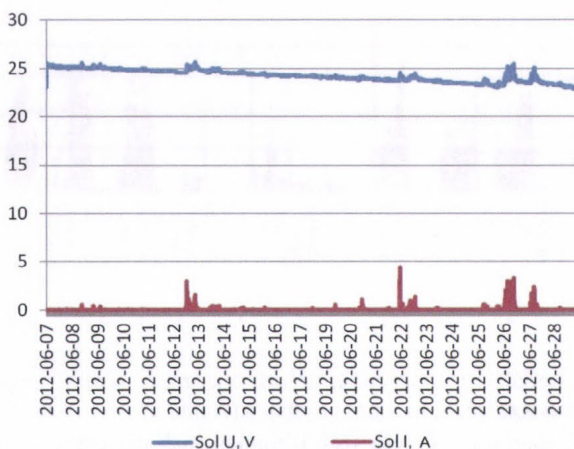
Energiamérleg. Fontos szempont a megtermelt energia-mennyiség elemzése. 10 napos időszak alatt vizsgáltuk a megtermelt és a külső fogyasztóba továbbított villamos energia mennyiségét. Az akkumulátor töltőáram és feszültség segítségével számítható a töltőből (nem a turbínából) az akkumulátorba áramló energia, ez 1,63 kWh



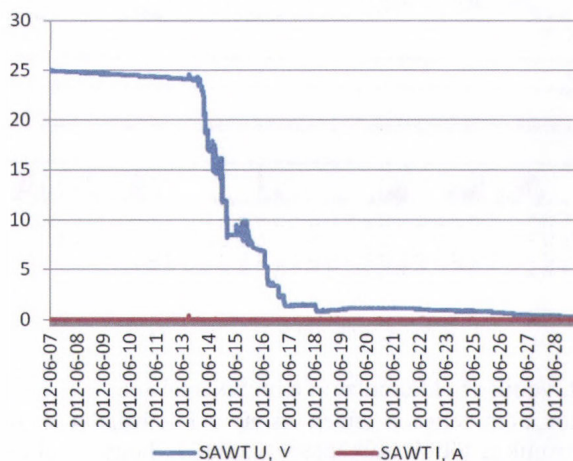
23. ábra: A WIN rendszer tartós üze



24. ábra: A PER rendszer tartós üze



25. ábra: A SOLLIGHT rendszer tartós üze



26. ábra: Az elégtelen töltésből adódó akkumulátor katasztrófa (mélykisé

mérést terhelés nélkül, kikötött lapátoknál végeztük. A helyiség hőmérséklete $29 \pm 0,8$ °C volt (1,5 m magasságban). A terheléseket a 3. táblázat foglalja össze.

Külső terhelések (izzólámpa):

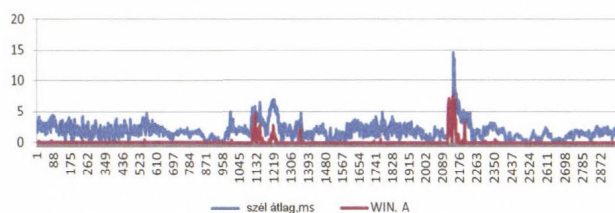
- a PER600 terhelő árama: $119,7 \pm 4,802$ mA
 $11,68 \pm 0,2002$ V akkufeszültség mellett,
- a többi készülék terhelő árama: $150,3 \pm 4,802$ mA
 $22,9 \pm 2,002$ V akkufeszültség mellett.

volt a vizsgált időszakban. A terhelés fogyasztása kb. 0,8 kWh, mindeközben az elektronika *stand-by* fogyasztása kb. 0,5 kWh.

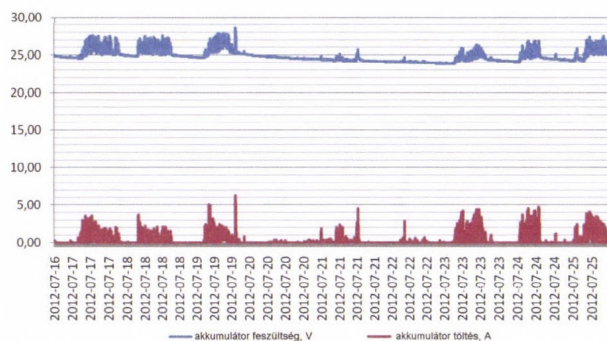
Megállapítások.

- Városi környezetben a „nagy szél” érzése még nem jelent energetikailag is jelentős szelet a kis szélturbinák számára. A kis szélturbinás termelés nem versenyképes a hálózatos energiával.

- Nehéz meghatározni a működő rendszerre kapcsolható terhelés nagyságát: ha túl nagy a terhelés, akkor hosszabb szélcsend esetén lemerül az akkumulátor. Kis terhelés esetén pedig a rendszer relatívan nagy költségű. Érdekes akkumulátor-védelmet telepíteni, amely vézjelzést ad, illetve a terhelést lekapcsolja alacsony töltöttségi szintnél. Egyes töltők (WinPower) ezt megoldják. Nem szabad megfeledkezni arról sem, hogy egy átlagos akkumulátor tárolási hatásfoka kb. 80%, vagyis a betáplálási és fogyasztási ciklusok alatt is fellép veszteség.
- Az akkumulátorok élettartama átlagosan 5 év, így a szigetüzemű megoldások több akkumulátor készletet is felhasználhatnak élettartamuk során.
- A hibrid rendszer (napelemek + szélturbina) segítik a nagyobb fogyasztás illesztését és folyamatos kiszolgálást.



27. ábra: Szélsebesség és töltőáram közel szinkronban



29. ábra: Akkumulátor mérési értékek

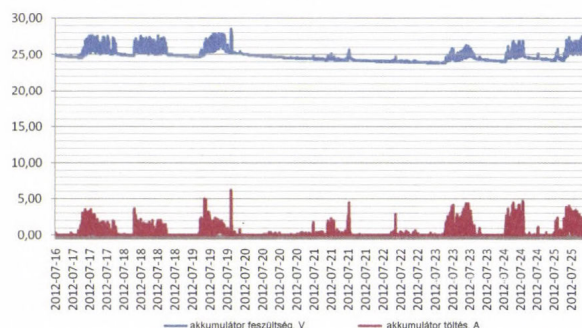
lását, védik az akkumulátort a mélykisüléstől.

- Sajnos nem teljesen ismert és nem kontrollálható az elektronikus töltők működése. Szerepük, hogy a változó intenzitású szél esetén, a változó frekvenciájú és feszültségű áramból közel azonos feszültségű és limitált töltőáramot hozzon létre. Képesek a turbinák "elektromos" fékezésére, illetve teljesen feltöltött akkumulátor esetén a felesleges energia eldisszipálására.
- Többször tapasztaltunk nehezen megmagyarázható eseteket, amikor nem túltöltött akkumulátor és jelentős szél esetén sem volt töltés.
- A töltők stand-by árama is hozzá mérhető a fogyasztáshoz – kb. azonos nagyságrendű.
- Az 50–100 mA készenléti elektronika terhelés 1–2 Wattot jelent csak, de ez egy 100 Ah-s 24 V-os akkumulátort is lemerít kb. 1000 óra (40 nap) alatt.

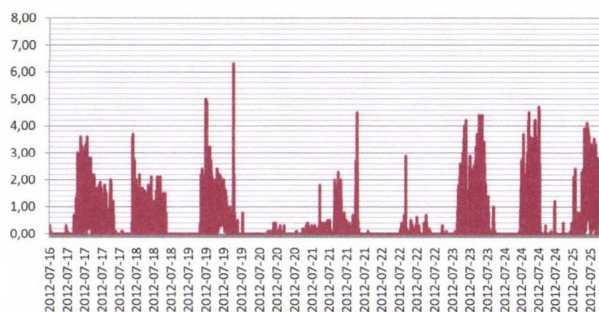
- A gyárilag megadott szélsőbesség-teljesítmény karakterisztikák stacioner körülmények között valószínűleg igaznak bizonyulnak, de a volatilis, turbulens szél miatt állandóan szabályozgató rendszer messze nem hozza a becsült energiamennyiséget.
- A töltő elektronikák közül kettő számítógépes adatkapcsolatra és adatgyűjtésre is alkalmas. Szoftver inkompatibilitások és a helyi disztribútorok gyenge támogatási performanciája miatt ezeket a lehetőségeket nem sikerült beüzemelnünk.

Összegzés.

- Számos kisleptékű szélturbina elérhető a kereskedelemben.
- Különböző „látványos” típusok is kaphatók, azonban ezek energiatermelésének egy részét „elviszi” a látvány.

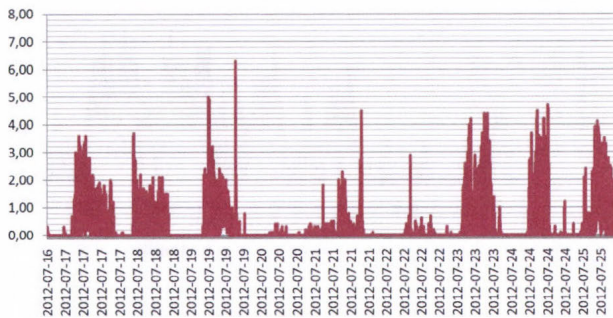


28. ábra: A WinPower rendszer töltőárama és feszültsége

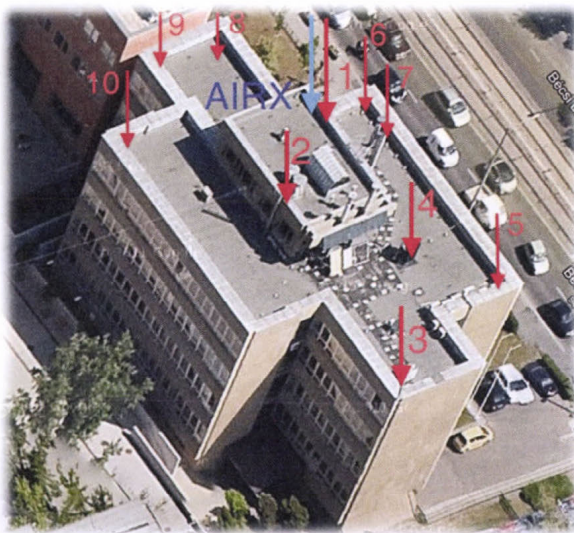


30. ábra: A WinPower rendszer töltőárama

- Csodák itt sincsenek, adott energiájú szélből egyik módszerrel sem lehet „többet kivenni”.
- Ezeket a kisméretű szélturbinákat csak hálózattól távoli helyen (ahol nagyon költséges lenne a hálózat kiépítése) érdemes szigetüzemben üzemeltetni.
- A turbinák, illetve a turbinákkal felépített rendszerek sajnos messze kevesebbet termelnek az elvárásokhoz képest.
- A méréseink szerint a HAWT – WinPower turbina teljesített a legjobban.
- Hosszú távú mérésorozat eredményeként a szélárnyék-hatást (Wake effect) is ki lehet szűrni. Méréseinket ez nem befolyásolta jelentősen (pont a szélfelőli turbina termelte a legkevesebbet).
- A rendszer szűk keresztmetszetét képezi az energiátárolás, az akkumulátor.



31. ábra: A WinPower rendszer feszültsége

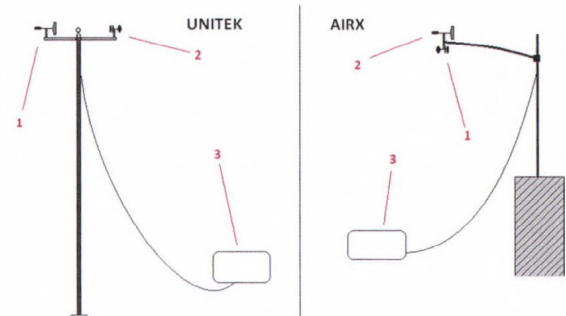


33. ábra: Szélsebesség mérők elhelyezkedése

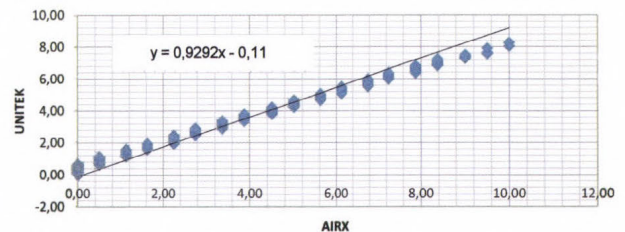
– A napelemes hibrid kiegészítés sokat segít az akkumulátor védelemben és a folyamatos energiatermelésben.

Méréseink szerint a kis léptékű szélturbina hálózati ellátás mellett nem versenyképes. Ennek oka, hogy a szóba jöhető urbanizált telepítési helyeken nincs számottevő szél.

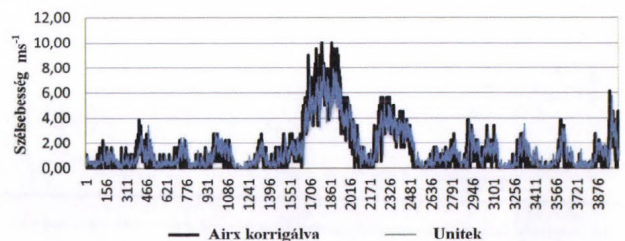
Épület szélklímájának feltérképezése. Célul tűztük ki az Óbudai Egyetem Bécsi út 96/b alatt található épület szélklímájának feltérképezését.² A szélklíma felvételéhez mindig két pont szélviszonyait hasonlítottuk össze két anemométer segítségével. Ezek közül az egyik egy referencia pont, ahol az elhelyezésre került szélsebesség mérő helyzetét az egész mérés ideje alatt nem változtattuk. A másik műszer pozícióját időszakonként – általában kéthetente – változtattuk. A második lépésben az épület szélklímáját modelleztük a mért pontokra. A modellezés annyiban különbözik az előző módszertől, hogy három különböző irányú és négy különböző sebességű áramlásba helyeztük a modellünket.



32. ábra: A két mérőeszköz



34. ábra: Korreláció a referencia pontban



35. ábra: Együttfutás a referencia pontban

Ezek az irányok a következők É-K (szemből), D-K (Balról), É-NY (Jobbról), a sebességek pedig 5–10–15–20 ms⁻¹. A számítógépes modellt összehasonlítottuk a saját mérésünkkel.

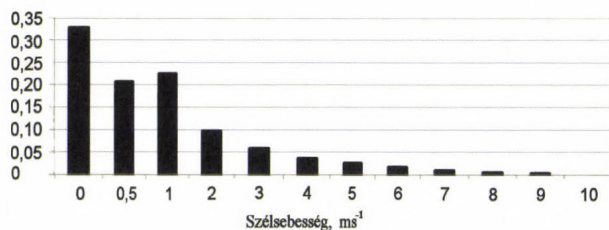
A műszerek részei:

- szélsebesség mérő
- szélirány mérő,
- adattároló.

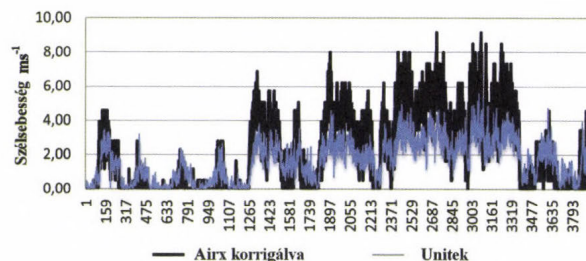
A 32. ábra a mérőberendezések elrendezését mutatja. Az UNITEK-et adott időszakokra telepítettük a 33. ábrán látható pozíciókba. Az AIRX szélmérőt a referencia-pontban használtuk. A szélirányt a műszerek vagy a fő és mellékirányokkal jellemzik vagy fokokban mérjük.

A mérés ismertetése. A mérési időszak márciustól mintegy fél évig tartott. A 33. ábrán kék nyílal jelöltük a referencia pontot, ahol az AIRX nevű szélsebesség mérőt helyeztük el. A piros színű nyilak a másik, UNITEK típusú anemométer pozícióit jelölik, melyet adott időszakokra (általában két hét) helyeztünk el a számozás sorrendjében.

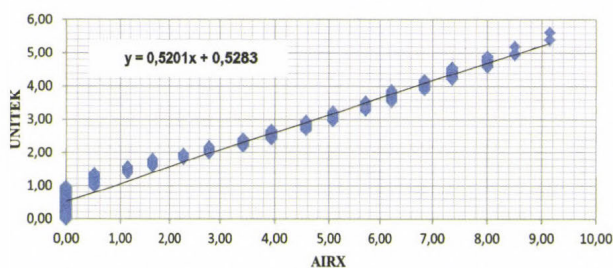
² Ress Imre és Nagypál Szilárd TDK munkája alapján, 2012.



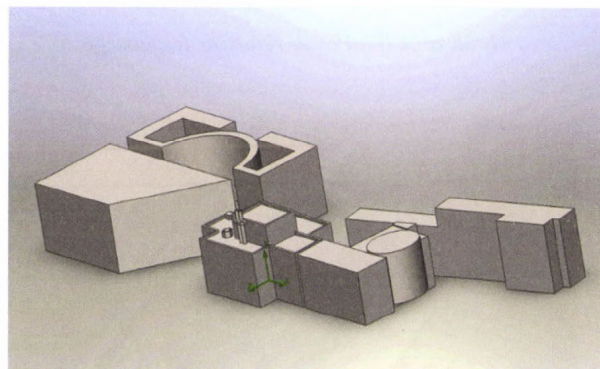
36. ábra: 14 napi szélsebesség mérések eloszlása



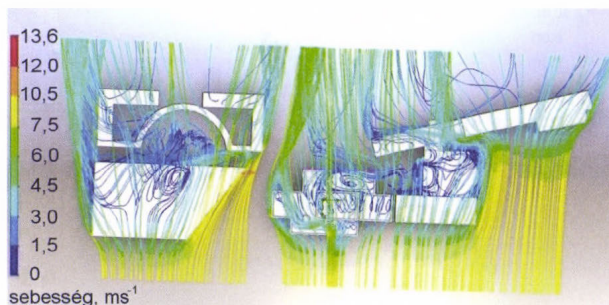
37. ábra: M3 együttfutás



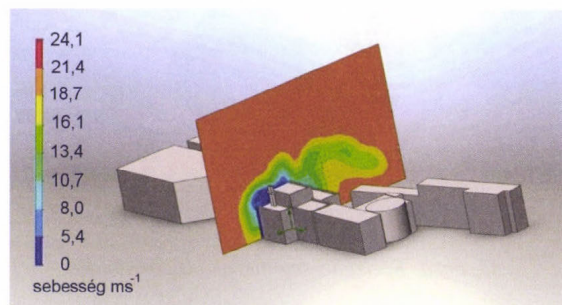
38. ábra: M3 korreláció



39. ábra: Az épület 3D-s modellje



40. ábra: Áramlási kép



41. ábra: Szélsebességek alakulása egy sík mentén

Mérési pontok nevei:

1. Referencia pont
2. Kis épület teteje, villámhárító
3. Vízartály
4. Napelem oktagon
5. Légh kondicionáló kültéri egység
6. Észak-keleti sarok
7. Kémény
8. Átjáró Jobb sarok
9. Átjáró Bal sarok
10. Észak-nyugati sarok

Az 1. mérés során nem csupán a szélsebesség értékeire voltunk kíváncsiak, hanem megállapítottuk a két műszer együttfutását is.

Műszerek közötti eltérés meghatározása. Sajnos nem létezik két tökéletesen egyforma műszer, így a rendelkezésünkre álló eszközök között is eltérést tapasztaltunk. Ezt az eltérést a következőképpen állapítottuk meg:

Amikor a szélsebességmérők által rögzített adatsorokat a számítógépre felvittük, egy közel 4000 soros táblázatot kaptunk. A sorokban szereplő értékeket összeadtuk külön-külön a két műszernél, ezáltal mintegy integráltuk a szélsebességek által képezett görbét. Így eredményként a következőket kaptuk AIRX-nél: 4198,3 és UNITEK-nél: 5706,8. A két szám hányadosa megmutatja, hogy mekkora az átlag (d) differencia a két műszer között:

$$d = 4198,3/5716,8 = 0,73567$$

Ha az UNITEK 10 ms⁻¹-os szelet mér, az AIRX mindössze ennek 73,56%-át, 7,35 ms⁻¹-ot. Ezt az eltérést figyelembe kellett vennünk, az AIRX méréseit korrigálnunk kellett (minden értéket 1,26-al szoroztunk), hogy az összehasonlítható lehessen a másik adatsorral. A két műszer által mért szélsebességek korrelációját és együttfutását a 34. és 35. ábrán látható.

Szélsebesség eloszlás diagram. A szélsebesség eloszlás diagramból leolvasható, hogy mennyi ideig fújt a szél,

mennyi ideig lehetett volna villamos energiát termelni. Adatok értelmezése: a lépcsőzetes görbe azt mutatja, hogy nem volt tartósan 3 ms^{-1} feletti szél, azaz jelentős áramtermelés nem volt lehetséges. Az eloszlás sűrűségfüggvénye mutatja, hogy az adott szélsébség tartományban mennyi ideig fújt a szél. A 36. ábra a mérési időtartam szélsébség eloszlás diagramját mutatja.

4. táblázat: Mérési eredmények

Mérés sor-száma	Mérés helye:	Függvény:	Arány szám:	Sor-rend
2	Kis épület teteje, villámhárító	$y = 0,934x - 0,16$	1,11	6
3	Víztartály	$y = 0,796x + 0,53$	0,76	9
4	Napelem oktagon	$y = 0,679x + 0,11$	0,91	8
5	Légkondicionáló kültéri egység	$y = 1,180x - 0,39$	1,39	4
6	Észak-keleti sarok	$y = 1,242x - 0,36$	1,56	2
7	Kémény	$y = 1,749x - 0,89$	2,44	1
8	Átjáró bal sarok	$y = 0,832x + 0,048$	0,97	7
9	Átjáró jobb sarok	$y = 0,900x - 0,27$	1,41	3
10	Észak-nyugati sarok	$y = 927x - 0,20$	1,21	5

Egy mérési hely – Víztartály. Az épület tetején található a tározós vízerőmű modell víztartálya. Ennek oldalához erősítettük szélsébségmérőnket, mely a referencia ponttól 32 méterre található, viszont itt már magasságbeli eltérések lépnek fel, ez a pont körülbelül 6 méterrel lejjebb található az előzőhöz képest. Feltételeztük, hogy itt egészen más értékeket fogunk kapni, és ezt mérésünk és a szimuláció is alátámasztotta.

A szél átlagsebességeinek viszonya az adatsorokat összegének hányadosával számítható:

$$\text{AIRX: } 8705,6$$

$$\text{UNITEK: } 6629,2$$

Melyből az arányszám: $6629,2/8705,6 = 0,76$, ami a leg-alacsonyabb az összes mérés közül, mivel a kis épület jelentős szélárnyékot képez ezen a helyen. A két anemométer valós időben gyakorlatilag egyáltalán nem korrelált ebben az időszakban. 0-tól $1,8 \text{ ms}^{-1}$ -ig az UNITEK mért magasabb értékeket, azonban $1,8 \text{ ms}^{-1}$ fölött ez megváltozott, sőt erősebb szélben akár 4 ms^{-1} -os különbség is előfordult az AIRX javára. Természetesen a szélsébség átlag arányítás itt is értelmezhető (37. és 38. ábra).

Mérések összesítése. A tíz mérést elvégezve összesítettük az eredményeket, melyeket a 4. táblázat mutat.

A méréseink alapján szélturbinát a kémény tetejére érdemes telepíteni (7-es mérés). Ha ez kivitelezhetetlen, akkor javasoljuk az észak-keleti sarkot (6-os mérés).

Szimuláció. A szimuláció SolidWorks programban végeztük. „A SolidWorks gépészeti tervezést automatizáló szoftver egy olyan alakzat alapú parametrikus testmodellező eszköz, mely kihasználja a Windows könnyen kezelhető grafikus felhasználói felületének előnyeit. Teljesen asszociatív 3D testmodelleket alkothatnak kötöttségekkel vagy a nélkül, tervezési szándék automatikus vagy felhasználó által megadott kapcsolataival.”³ A SolidWorks megannyi képessége mellett áramlás szimulációra is alkalmas.

A szimuláció során a vizsgált épületet 3dimenzióban megrajzoltuk, majd egy szélcsatornába helyeztük, ahol megfigyelhettük a szélviszonyok alakulását a szükséges pontokon.

A modellezés. A modellben az áramlás képét valószínűsíthetően leginkább befolyásoló épületeket kerültek meg-rajzolásra. A mérési helyeknek megfelelően itt is 10 darab mérési ponttal rendelkezünk melyek a 33. ábrán kerültek bemutatásra.

Az épületet három irányból fújtuk meg: É-K (szemből), D-K (Balról), É-NY (Jobbról) és 4 különböző sebességgel: 5, 10, 15 és 20 ms^{-1} -mal. Az épület szimulált sémája a 39. ábrán látható. A módszer a következő volt: a szimuláció alapján azonosítottuk a vizsgált helyen lévő áramlás színezését a bal felső sarokban lévő színskálával, amihez a pontos szélsébség értékeket rendeltük. Leolvastuk a referenciapontnál szimulált szélsébséget és a mérési ponthoz tartozó értéket, majd ezekből számítottunk egy arányszámot. Ezzel az eljárással megkaptuk a két pont közötti összefüggést melynek segítségével össze tudjuk hasonlítani a két mérési helyet. Ha az arányszám 1 fölött van, akkor a referencia pontnál nagyobb szélsébséget jelent.

A szimulált áramlási képeken (40., 41. és 42. ábra) turbulenciákat is láthatunk, melyek hátrányosan érinthetnek egy telepítendő szélturbinát. Érdemes megfigyelni, hogy a szél sebessége már azelőtt lelassul, mielőtt elérné az épületeket (torló hatás). A programban kétféle szemléltetési módot lehetett beállítani. Az egyiknél egy áramlási képet kapunk, amin kivehetőek a turbulens áramlatok, valamint egyértelműek a szélirányok. A másik ábrázolásnál az áramlás egy metszetét láthatjuk, bemutattva az épületet körül vevő szél sebességét. Ez már kevésbé alkalmas a turbulens áramlások bemutatására és a szélirányokat egyáltalán nem prezentálja.

A szimuláció eredménye. Az 5. táblázatban feltüntetésre kerültek a mérési és a szimulációs eredmények. Láthatjuk, hogy a szimulációban kapott eredmények is a kéményt hozták ki optimális telepítési helynek, megerősítve ezzel a mérésünket (M7). Ez az eredmény valószínűleg annak köszönhető, hogy ez a pont található a legmagasabban az összes többi közül, és nincs körülötte semmilyen szelet akadályozó objektum. Az alkalmatlanabb helyeknél már eltérést tapasztaltunk a mért- és a szimu-

³ Forrás: solidworks.hu

lált eredmények között. Az 5. táblázat a vizsgált helyszínek eredményeit mutatja rangsorolva.

A szimulációval létrehozott arányszámoknál jobban megfigyelhetők a szélárnyékos helyek, mint a mérésnél. Például a víztartály értékeiből látható, hogy dél-keleti irányból érkező szél esetén az arányszám 1,13, ami érthető is, hiszen abból az irányból nem áll semmi a szél útjában. De ha ugyanezt az észak-keleti irányból vizsgáljuk, ahol a víztartály szélárnyékban van a kis épület miatt, az arányszám csak 0,55.

A kémény rendkívüli szélviszonyai itt is jól kivehetők: az arányszáma sehol sem csökken 1,0 alá, vagyis mindhárom irányból és mindegyik sebességnél vizsgálva azt mondhatjuk, hogy a kémény a legideálisabb pozíció a szélturbina számára.

5. táblázat: A mérés és a szimuláció összehasonlítása.

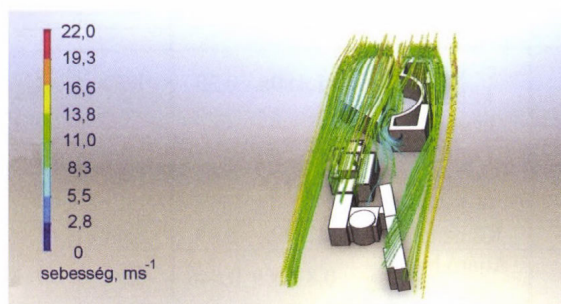
Mérés, legjobb három			Szimuláció, három legjobb		
1	M7	Kémény	1	M7	Kémény
2	M6	Észak-Keleti sarok	2	M6	Észak-Keleti sarok
3	M8	Északi átjáró jobb oldala	3	M3	Víztartály

Értékelés. Az eredményeket szemlélve láthatjuk, hogy a szimuláció és a mérés jól korrelál. A szélturbina optimális telepítési helye a kéménynél lenne, ezt mind a két mérési módszer alátámasztotta. A szimulációval létrehoztunk a széltérképhez nagyon hasonló „közel 3D-s” térképet, ami tájékoztatást ad az épületet körülvevő széljárásról. A szélturbinát nagy városokban nem gazdaságos működtetni, mert hiányzik a működtetéshez szükséges kellő szélerősség.

Összefoglalás. Az Óbudai Egyetem Villamosenergetikai Intézete alapvetően energetikai, energiatermelési szempontok alapján végez szélenergetikai kutatásokat. Ehhez a korlátozott idejű mérési lehetőségek miatt fejlesztünk ki egy olyan mérési eljárást, amellyel fel tudjuk használni a vizsgált helyszín néhány 10 km-es körzetében mért évtizedes adatsorokat. Ezt a módszert alkalmaztuk szélturbina elhelyezési, ill. termelésbecslési feladatban. A rövid idejű korrelációs mérésekkel egy módszertadtunk egy bonyolult épület szélklímájának feltérképezésre is, melyet szimulációval is verifikáltunk.

Irodalom

- Kádár, P., 2006: A szélalmoktól a szélerőművekig. Új Mandátum Kiadó, Budapest. pp. 176
- Kádár, P., 2007: Evaluation of Correlation the wind speed measurements and wind turbine characteristics. 8th Int. Symp. of Hung. Researchers on Computational Intelligence and Informatics, IEEE CINTI, 15.11.2007, Budapest (Hungary), 429–440.
- Kádár, P., 2010: Elfújta a szél... – A hazai szélerőművek támogatása. *Elektrotechnika* 9, 17–19.
- Kádár, P., 2011: Solutions for the large scale wind energy integration to the power system. *Elektroenergetika*, 6th Int. Sci. Symp. on Electrical Power Engineering, 21.09.2011, High Tatras (Slovakia)
- Kádár, P., 2012: Comparative Performance Analysis of Small Scale Wind Turbines. *J. of Engineering Science and Technology Review* 5, 42–47.



42. ábra: Szélsebességek fonalas megjelenítése

- Kádár, P., 2013: Experiences with Small Scale Wind Turbines. *ICCEP Conf. Proc.* Alghero (Italy) 11.06.2013, 1–6.
- Kádár, P., 2013: Mapping of wind climate in urban environment. *Int. Conf. on Renewable Energies and Power Quality (ICREPQ'13)*, Bilbao (Spain), 20.03.2013.13. *Renewable Energy and Power Quality Journal* 11, 1–4.
- Kádár, P., 2013: Large Scale Wind Turbines and their Application in Renewable Energy Systems. (eds: Kaplanis, S. and Kaplanis, E.). *Nova Science Publisher Inc.* New York, 405–452
- Kádár, P. and Nagy, L., 2012: Wind measurement analysis for deployment urban small scale wind turbine. 10th Int. Symp. on Applied Machine Intelligence and Informatics (SAMI 2012.) Herlany (Slovakia), Submission 102.
- Krisztián Lamár, K. and Morva, Gy., 2013: Hardware and Software Functions of Standalone Field Data Acquisition Devices for the Low Voltage Power Distribution Grid. *Carpathian Journal of Electronic and Computer Engineering* 6, 22–27.
- Molnár, L. és Kádár, P., 2007: Hidrogén előállítás megújuló szélerőjével a közlekedésért. *Intelligens Energiarendszerek. Konferencia Előadaskötet*, Budapest, 37–42.

SZÉKELYFÖLDI METEOROLÓGIAI ÁLLOMÁSOK SZÉLIRÁNYAINAK VIZSGÁLATA

INVESTIGATION ON WIND DIRECTIONS IN SZÉKELYFÖLD (TRANSYLVANIA, ROMANIA) WEATHER STATIONS

Lázár István

Debreceni Egyetem, Meteorológiai Tanszék, 4032, Debrecen, Egyetem tér 1., lazar.istvan@science.unideb.hu

Összefoglalás. Egy régió minden elemét meg kell vizsgálni ahhoz, hogy átfogó képet kapjunk a szélklimájáról. A Székelyföld (Erdély, Románia) 7 meteorológiai állomásán végzett szélirány-vizsgálat eredményeivel foglalkozik a közlemény. A vizsgált időszak a 2005 és 2012 közötti éveket öleli át. Különböző időszakok eltérő illesztésekkel kerültek összehasonlításra. A szélsébség ismerete mellett fontos a szélirányok gyakoriságának és az energiataralomnak az ismerete. A tanulmány az eloszlásokat és a szélirányok energiataralmát mutatja be.

Abstract. To gain complex knowledge on wind climate of a region analysis of all elements of is needed. Results of examinations on wind direction distribution datasets of 7 weather stations in Székelyföld (Transylvania, Romania) are presented in this paper. The studied period is the interval between 2005 and 2012. Different periods with different fit are compared. Beside wind speeds it is important to know the frequencies and energy content of wind directions. Distributions and energy contents of wind directions are examined in the present study.

Bevezetés. Napjaink társadalmának egyik legfontosabb kérdése, hogy milyen energiahordozókkal helyettesítjük/pótoljuk a fosszilis tartalékok csökkenése okozta hiányt, valamint miként lehet mérsékelni az általuk okozott környezetszennyezést. A XX. század utolsó éveiben, mikor a megújuló energiaforrások kutatása meredeken növekvő pályát írt le; voltak olyan becslések, miszerint a fosszilis tartalékok kimerülése után azokat nagyrészt pótolhatjuk megújulókkal. A 2010-es évek első felében olyan prognózisok láttak napvilágot, amiben a „zöld” energiát már csak kiegészítő jelleggel említik (Lázár, 2011). A fajlagos energiaigény növekedésével egyre inkább problémát okoz a lakosság szükségletének kielégítése. A szolgáltatás folytonosságának mulasztása a fogyasztók elégedetlenségéhez vezet.

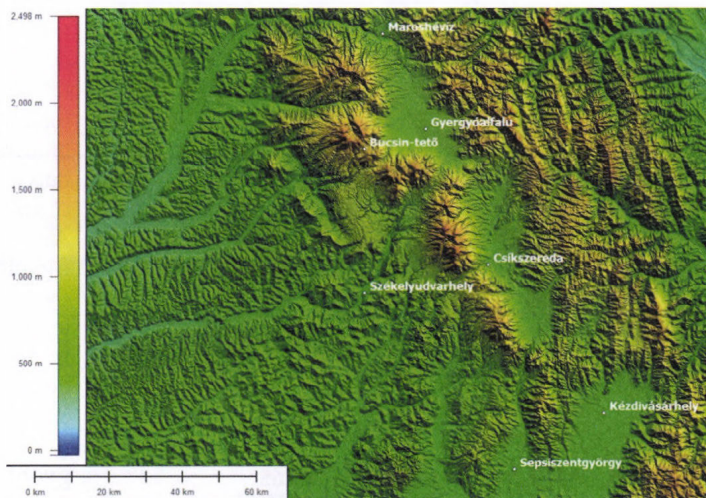
Anyag és módszer. Kutatásunk Románia geometriai közép-pontjától (Török, 2009) ÉK-re fekszik. Területi lehatárolása (1. ábra) az etnikai határokat követi (Vofkori, 1996). Orográfiai szempontból változatos felszín jellemzi: keletről a Keleti-Kárpátok központi csoportjának középső és keleti

vonulata, dél-keletről a Kárpát-kanyar határolja. A többi égtáj felől nem lehet egyértelmű természetföldrajzi határvonalat megállapítani, itt már csak az etnikai határokat lehet alkalmazni.

Szélklimatológiai adatbázisunkat a Román Meteorológiai Szolgálat (ANM) marosvásárhelyi központjától vásároltuk meg. Ezt követően az adatok digitalizálására került sor. Jelen dolgozatban 7 meteorológiai állomás (É→D):

Maroshévíz, Gyergyóalfalu, Bucsín-tető, Csíkszereda, Székelyudvarhely, Kézdivásárhely, Sepsiszentgyörgy. Maroshévíz, Gyergyóalfalu, Bucsín-tető, Csíkszereda, Székelyudvarhely Kézdivásárhely és Sepsiszentgyörgy (1. táblázat) szélirány, napi átlag szélsébség, napi maximum szélsébség adatai kerültek feldolgozásra, 2006. január 1-től 2012. december 31-ig terjedő időintervallumban.

A Román Meteorológiai Szolgálat hálózataba tartozó minden meteorológiai állomáson a WMO-s szabványnak megfelelő körülmények között mérik és rögzítik a különböző éghajlati elemek változását, így a szélsébséget 10 méteres magasságban. Az illető állomásokon óránkénti mérések vannak. Eredményeinket a napi átlagos szélsébség értékekből számoltuk.



1. ábra: A vizsgált terület

1. táblázat: A vizsgált meteorológiai állomások koordinátái és tengerszint feletti magasságuk.

Állomás	Északi szélesség	Keleti hosszúság	Tengerszint feletti magasság
Maroshévíz	46° 56'	25° 22'	687 m
Gyergyóalfalu	46° 42'	25° 31'	750 m
Bucsín-tető	46° 39'	25° 18'	1282 m
Csíkszereda	46° 22'	25° 44'	661 m
Székelyudvarhely	46° 18'	25° 18'	523 m
Kézdivásárhely	45° 59'	26° 8'	569 m
Sepsiszentgyörgy	45° 52'	25° 48'	523 m

Az adatok feldolgozását a *Mistaya Engineering Inc.* cég által fejlesztett (megújuló energetikai, de főként szél-energetikai felhasználásra) Windographer szoftverrel végeztük. A szoftver segítségével megrajzoltuk a gyakori szélirányokat. A megjelenített adatok értelmezésének

elősegítése érdekében az SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) 3D domborzatmodell Székelyföldre vonatkozó adatait alkalmaztuk, melyet az NGA (National Geospatial-Intelligence Agency) és a NASA által irányított nemzetközi konzorcium készített 2000 február-

jában (Farr et al., 2007).

A völgyekben kialakult légkörzés nem zárt rendszer, ezért a völgyekben mozgó levegő folyamatosan cserélődik. A völgyi szél a völgy hosszanti tengelye mentén alakul ki, s biztosítja a lejtőszélbe bekapcsolódó légtömegek cseréjét (Szász és Tőkei, 1997).

Egy adott időpontban a sebességgel áramló légtömeg fajlagos széltejesítményét a

$$P_f = \frac{\rho}{2} v^3$$

összefüggéssel lehet meghatározni, ahol ρ a levegő sűrűsége. Ha ezt kgm^{-3} -ben fejezzük ki ($1,293 \text{ kgm}^{-3}$), akkor a P_f mértékegységeként Wm^{-2} adódik (Tar, 2003).

Eredmények. A Windographer szoftver segítségével elvégzett szélirány gyakorisági vizsgálatok és az SRTM domborzatmodell összehasonlításából egyértelműen leolvasható, hogy a lokális légmozgásokra nagy hatással van a völgyek iránya, a helyi domborzati viszonyok (Lázár, 2012).

Az 1. táblázatban kiemelve figyelhető meg a három leggyakoribb szélirány, illetve a legtöbb energiát tartalmazó irány szektor. Amint a táblázatból is kiolvasható, csak részben esik egybe a három leggyakoribb szélirány illetve a legnagyobb energiátartalmat képviselő szektor.

Következtetések. A helyi szelek irányát és/vagy sebességét az orográfia markánsan befolyásolja (Burján és Lázár, 2008).

Hat meteorológiai állomás szélirány gyakorisága köthető egy vagy több pozitív vagy negatív felszíni formához:

– Maroshévíz – ÉNy-DK szélirány – Maros-folyó völgye (Maros-szoros),
– Bucsintető – NyDNy-KÉK – Kis-Küküllő völgye.

2. táblázat: A meteorológiai állomások szélirány relatív gyakorisága és az adott irány relatív energiátartalma

irány	Bucsintető		Csíkszereda		Gyergyóalfalu		Kézdivásárhely	
	irány	energia	irány	energia	irány	energia	irány	energia
É	0,98	1,08	7,18	3,46	3,10	3,50	9,88	3,81
ÉÉK	0,74	1,65	3,85	7,81	0,58	0,51	4,80	6,16
ÉK	21,67	29,12	2,69	0,84	4,62	4,28	18,09	44,91
KÉK	3,11	1,72	2,55	1,04	4,62	7,12	4,08	6,50
K	1,80	1,35	5,19	2,24	7,98	4,46	2,02	1,60
KDK	0,49	0,28	2,22	0,70	4,30	5,17	0,24	0,34
DK	0,65	0,08	4,73	1,27	7,77	5,06	1,10	0,47
DDK	0,33	0,02	4,22	1,45	1,10	0,16	1,78	0,55
D	1,31	2,02	3,75	1,92	1,57	1,12	14,11	5,56
DDNy	1,39	0,29	12,65	22,01	0,58	0,61	2,16	0,48
DNy	35,73	33,27	13,35	16,95	10,66	8,45	8,21	5,85
NyDNy	8,75	7,72	15,80	20,68	4,99	4,88	5,04	4,21
Ny	11,20	10,73	5,93	6,33	24,30	35,32	13,44	17,47
NyÉNy	2,86	7,29	4,22	5,11	3,57	5,22	1,39	1,69
ÉNy	2,53	3,35	5,14	2,74	7,98	7,95	0,58	0,28
ÉÉNy	0,33	0,03	6,07	5,45	3,25	6,19	1,01	0,11

irány	Maroshévíz		Sepsiszentgyörgy		Székelyudvarhely	
	irány	energia	irány	energia	irány	energia
É	7,12	4,97	9,50	3,39	7,63	3,71
ÉÉK	4,27	3,48	4,63	7,52	20,50	14,66
ÉK	2,61	2,72	6,58	15,85	9,10	5,13
KÉK	2,32	0,64	5,84	8,50	1,76	1,96
K	8,59	4,10	9,59	11,22	2,35	4,52
KDK	11,81	9,40	3,24	1,92	4,75	11,65
DK	7,69	5,41	3,89	2,78	6,60	15,03
DDK	2,89	4,73	9,36	4,77	4,06	6,83
D	1,23	0,80	5,51	1,73	7,39	3,15
DDNy	1,42	0,89	2,22	1,73	3,96	2,09
DNy	2,61	10,68	2,22	1,32	2,20	1,19
NyDNy	4,17	3,94	2,18	1,96	2,35	1,71
Ny	13,95	22,34	11,35	16,15	4,60	6,16
NyÉNy	15,09	17,44	12,23	12,57	9,83	11,39
ÉNy	6,97	4,66	8,99	7,51	8,76	7,53
ÉÉNy	5,93	3,79	2,27	1,09	4,01	3,30

15,09 Leggyakoribb szélirány/legjobb energiát tartalmazó irány

13,95 II. Leggyakoribb szélirány/II. legjobb energiát tartalmazó irány

- Gyergyóalfalu – Ny – a Bucsín-tető irányából érkező légtömegek,
- Csíkszereda – DNy – a Tolvajos-tető irányából érkező légtömegek,
- Székelyudvarhely – ÉK – a Nagy-Küküllő völgye,
- Kézdivásárhely – ÉK – D – Ojtuzi-szoros (keleti légtömegek), valamint a Kárpátokon átbukó délies légtömegek.

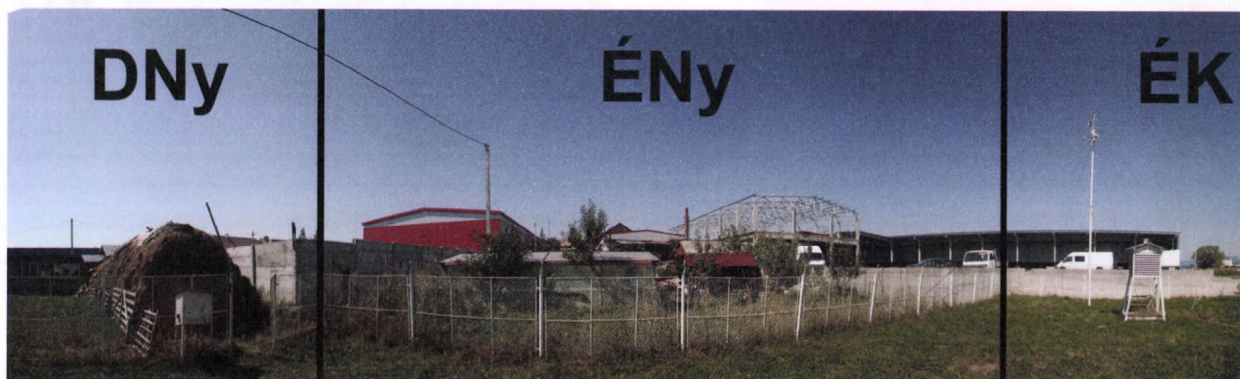
A sepsiszentgyörgyi állomás egyedi eset, ahol csak részben érzékelhető a felszíni formák hatása. A szélirány gyakoriság egyik szektorban sem döntően kiemelkedő, ami az állomás jelenlegi helyzetéből fakad. Az idő múltával az állomást gyakorlatilag körbe építették (egy irányba nyitott – Olt ártér – kelet), aminek következménye horizontkorlátozás és szélárnyékolás (2. ábra).

Az említett állomások égtájak szerinti százalékos energiatartalma (első három irány csökkenő sorrendben):

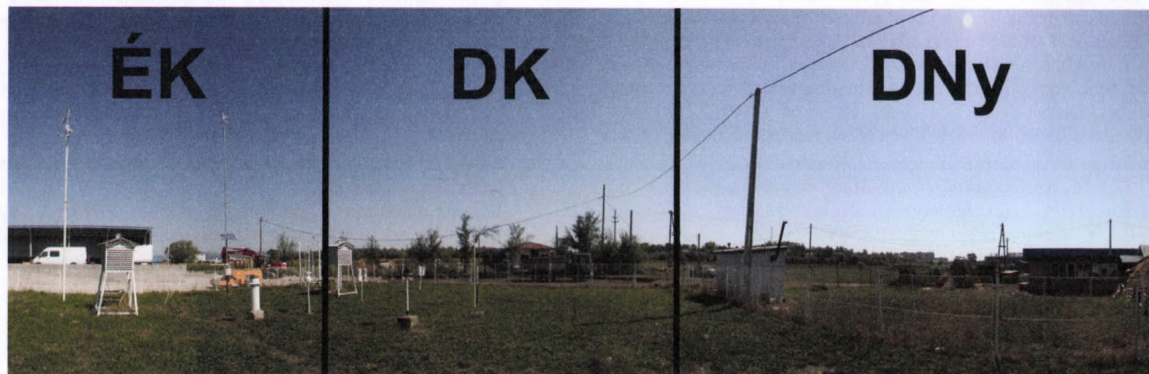
- Bucsín-tető – NyDNy, KÉK, DDNy,
- Csíkszereda – DDNy, NyDNy, NyDNy,
- Maroshévíz – Ny, NyÉNy, NyDNy
- Gyergyóalfalu – Ny, ÉÉNy, KÉK,
- Székelyudvarhely – KDK, ÉÉK, DDK,
- Kézdivásárhely – ÉÉK, KÉK, Ny.

Irodalom

- Burján, Zs. G. és Lázár, I., 2008: A szélenergia kihívásai napjainkban. Szélenergetikai mérések a Dregán és Jád vízvásztóján, In: *Collegium Geographicum*, Ábel Kiadó, Kolozsvár, 117–134.
- Farr, T. G., Rosen, P. A., Caro, E., Crippen, R., Duren, R., Hensley, S., Kobrick, M., Paller, M., Rodriguez, E., Roth, L., Seal, D., Shaffer, S., Shimada, J., Umland, J., Werner, M., Oskin, M., Burbank, D. and Alsdorf, D., 2007: The shuttle radar topography mission. *Reviews of geophysics* 45 (2): art. No.-RG2004. ISSN 8755-1209 doi: 10.1029/2005RG000183
- Lázár, I., 2011: A klímaváltozás hatása a megújuló energiaforrásokra, II. Környezet és Energia Konferencia, 2011. november 25-26., Debrecen. *Kézirat*.
- Lázár, I., 2012: Székelyföld helyi szélviszonyainak elemzése, In: *HUNGEO 2012*, Eszterházy Károly Főiskola, Eger, 203–209.
- Szász, G. és Tőkei, L.(szerk.), 1997: Meteorológia mezőgazdászoknak, kertészeknek, erdészeknek. *Mezőgazda kiadó*, Budapest
- Tar, K., 2003: Összefüggés a szél energiája és irányváltozása között, Környezetvédelmi mozaikok. *Tiszteletkötet dr. Kerényi Attila 60. születésnapjára*, Debrecen, 391–406.
- Török, G., 2009: A kis- és középvállalkozások (KKV) számának tér- és időbeni változása Romániában, In: *Collegium Geographicum*, Ábel Kiadó, Kolozsvár, 117–128.
- Vofkori, L., 1996: Erdély közigazgatási és etnikai földrajza, *Balaton Akadémia*, Vörösberény.



2. ábra: A sepsiszentgyörgyi meteorológiai állomás műszerkertjének megosztott panorámaképe



2015 ŐSZÉNEK IDŐJÁRÁSA WEATHER OF AUTUMN 2015

Marton Annamária, Hoffmann Lilla

Országos Meteorológiai Szolgálat, 1525 Budapest, Pf. 38., marton.a@met.hu; hoffmann.l@met.hu

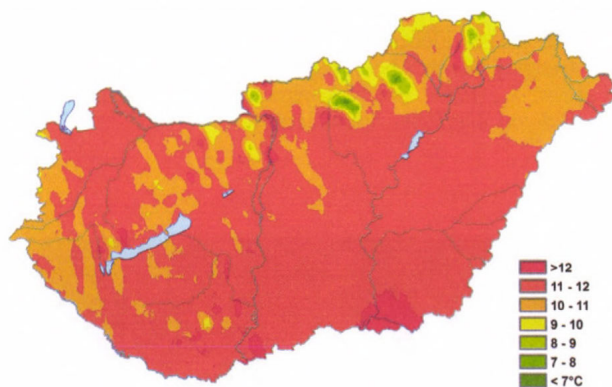
A 2015-ös őszi országsszerte mindenhol melegebbnek bizonyult a megszokottnál. Az egyes hónapok azonban sem önmagukban, sem együtt nem végeztek igazán kiemelkedő helyen az 1901-től kezdődő rangsorban. A legjobban a szeptember szerepelt, az idei volt a 17. legmelegebb szeptember, míg a teljes ősz a 25. helyen végzett. A 2015-ös őszi egyértelműen csapadékosabb volt az átlagnál, az idei október volt a 8. legcsapadékosabb a mérések kezdete óta, míg a november a 23. legszárazabb, így az őszi hónapokat összesítve az idei a 24. legcsapadékosabb volt. Az ország túlnyomó részén 11–12 °C között alakult az őszi átlaghőmérséklet (1. ábra). Az északi területeken és a nyugati határszáron jobbra 10–11 °C, míg a hegyvidékeken 7–10 °C volt a jellemző. Országos átlagban az őszi középhőmérséklete 11,2 °C-nak adódott; állomásaink közül évszakos átlagban a legmelegebb Pécs Egyetem TTK állomásunkon (12,9 °C), a leghidegebb pedig Kékestetőn (7,5 °C) volt. Az 1981–2010-es átlagnál magasabb évszakos értékek jellemezték az idei őszt. A normált leginkább a hegyvidéki területeken és az ország keleti részén haladta meg a középhőmérséklet, itt helyenként előfordult 1,3 °C-os vagy ennél nagyobb anomália is. 2015 őszi a legtöbb csapadék, 250–300 mm a délnyugati országrészben hullott (2. ábra), ezen kívül a hegyvidéki területeken jelentkezett még magasabb csapadékösszeg (200–250 mm). A síkvidéki területeken jellemzően 150–200 mm hullott, csak foltokban volt ennél kisebb évszakos csapadékösszeg. A 2015-ös őszt az 1981–2010-es normálhoz viszonyítva szinte az ország egész területén csapadéktöbblet jellemezte, csupán a Kisalföldön volt olyan terület, ahol a lehullott mennyiség nem érte el a megszokott értéket. Az ország középső részén és az Északi-középhegységben voltak olyan területek, ahol a csapadék 160–180%-kal vagy ennél is nagyobb mértékben meghaladta a sokévi átlagot.

Szeptember. A hónap elején 4-ig az átlagosnál jóval magasabb hőmérsékleteket mértünk, melyet egy hetes hűvösebb időszak követett, majd 13 és 20-a között a megszokottnál ismét melegebb napok következtek. Szeptember 21–22-én az átlagnál egy kicsit hűvösebb, majd 25-ig melegebb volt, mint általában. A hónap végét erős lehűlés jellemezte,

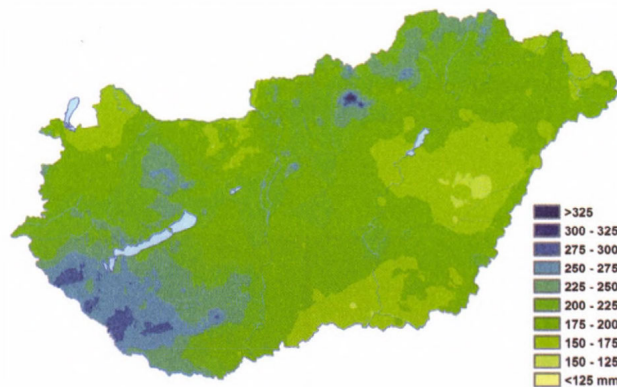
A csapadékos napok száma (napi csapadékösszeg, $r \geq 0,1$ mm) 10 volt, ami eggyel meghaladta a sokévi átlagot. A zivataros napok száma a sokévi átlagnak megfelelően alakult (normál: 1 nap).

A hónap legnagyobb csapadékösszege:

128 mm, Bakonykoppány (Veszprém megye)



1. ábra: A 2015-es őszi középhőmérséklete (°C)



2. ábra: A 2015-es őszi csapadékösszege

melynek köszönhetően szeptember 30-a lett a hónap leghidegebb napja, 12 °C-nál alacsonyabb országos átlaghőmérséklettel, míg az országos átlaghőmérséklet szempontjából a legmelegebb nap a szeptember 1-je volt 25,7 °C-kal. Az idei évben a legmagasabb szeptemberi hőmérséklet, a mérések kezdete óta a 4. legmagasabb érték, amit Magyarországon valaha mértek. Az ország túlnyomó részén 16–18 °C-os havi középhőmérsékletet regisztráltunk. A Tisza mentén és az Alföld délkeleti részén, igen nagy területen jelentkeztek 19–20 °C közötti értékek. Hűvösebb területek a magasabb hegysebekben voltak. Az országos átlaghőmérséklet 17,2 °C volt, ami 1,4 °C-kal magasabb a sokévi átlagnál. Országos átlagban 10 nyári napot regisztráltunk (maximum, $t_x \geq 25$ °C), mely kettővel több a sokévi átlagnál. Hőségnapból ($t_x \geq 30$ °C) 4 jelentkezett, miközben a megszokott mennyiség mindössze 1 nap. A hónap során több napi állomási maximumhőmérsékleti rekord született: 1-jén Dombegyházon (36,9 °C), 2-án Tuzséron (36,0 °C), 17-én Szeged külterület állomáson (36,4 °C) és 18-án Körösszakálón (37,3 °C).

A hónap során mért legmagasabb hőmérséklet:

37,3 °C, Körösszakál (Hajdú-Bihar megye), szeptember 18.

A hónap során mért legalacsonyabb hőmérséklet:

0,5 °C, Kakucs (Pest megye), szeptember 9.

Szeptemberben, országos átlagban 65,7 mm csapadék hullott, ami több mint 10 mm-rel meghaladja a sokévi átlagot (54,7 mm). A csapadék területi eloszlása nagyon változatos képet mutatott. Az ország északi és középső részein több csapadék hullott, mint az ilyenkor megszokott. Nagyobb területen mértük a szokásos mennyiség 160–200%-át, míg egyes részekben ezt is meghaladta a csapadék mennyisége. A csapadékszegényebb részekben volt, ahol a sokévi átlagnak mindössze a 60–80%-a hullott le. 2015 szeptemberében a legcsapadékosabb nap 25-e volt, amikor országos átlagban több, mint 20 mm csapadék hullott, ezen kívül még 5 napon esett 5 mm-nél több eső, a hónap első felében 4-én, 5-én, a második felében 19-én, 24-én és 26-án.

A hónap legkisebb csapadékösszege:

26,0 mm, Sáp (Hajdú-Bihar megye)

24 óra alatt lehullott maximális csapadék:

80,0 mm, Bakonykoppány (Veszprém megye), szeptember 25.

Október. Az átlagosnál jóval hűvösebben indult ez a hónap, majd 4–7. között a megszokottnál melegebb napok következtek. Október 4-e lett a hónap legmelegebb napja 16,1 °C-kal. 8-án lehűlés kezdődött, melynek következtében 12-e lett a hónap leghidegebb napja 5,8 °C-os országos átlaghőmérséklettel, ami több mint 6 °C-kal kevesebb az ilyenkor jellemző normálértéknél. 12-től egy mediterrán ciklonnak köszönhetően gyorsan nőttek az országos napi átlaghőmérsékletek, majd egy újabb mediterrán ciklon melegfrontjának köszönhetően egészen október 19-ig a sokévi átlag felett alakult a hőmérséklet. 20-tól fokozatosan anticiklonális hatások váltak uralkodóvá hűvös, őszi esen ködös időt hozva, az átlaghőmérsékletek többnyire a sokévi átlag alatt vagy nem sokkal afelett alakultak. Az ország nagy részén 9–11 °C között alakult a havi középhőmérséklet, a hegyvidéki területeken volt néhány fokkal hidegebb. Az országos közép 9,9 °C volt. Átlagban 0,6 °C-kal volt hűvösebb az október a megszokottnál, jobbra mindenütt negatív anomália volt jellemző. A szokásos 1 nyári nap nem jelentkezett. Fagyos nap (minimum, $t_n \leq 0$ °C) csak 2 volt, ami fele a normálnak.

A hónap során mért legmagasabb hőmérséklet:

27,1 °C, Kübekháza (Csongrád megye), október 4.

A hónap során mért legalacsonyabb hőmérséklet:

-3,7 °C, Nyírlugos (Szabolcs-Szatmár-Bereg megye), október 28.

Csapadékos volt az október. Országos átlagban 108,2 mm hullott le. Délnyugaton volt a legtöbb csapadék, 150–200 mm, míg kelet felé haladva fokozatosan csökkent a mennyiség 60–80 mm-re. A kevésbé nedves területek közé tartozott Nógrád és Komárom-Esztergom megye (80–90 mm). Északkeleti elhelyezkedése ellenére nagyon csapadékos volt Borsod-Abaúj-Zemplén (100–150 mm). Az 1981–2010-es normál

időszak adatai alapján októberben 42,6 mm hullik le országos átlagban. Idén két és félszer ennyi csapadék volt. A legkisebb többlet a keleti határszélen és északkeleten volt jellemző, de még itt is több hullott, mint a szokásos mennyiség 120%-a. Október 4-től 20-ig több mint két héten keresztül minden nap esett. Október közepén több napig mediterrán ciklonok uralták térségünk időjárását, melynek hatása jól tetten érhető a napi összegek alakulásában. Ezután egy nyugodtabb időszak következett, de a hónap vége felé többfelé előfordult csapadéknym, főként ködszitalásból. 12 csapadékos nap fordult elő országos átlagban. Ez néggyel több a sokévi átlagnál (normál: 8 nap).

A hónap legnagyobb csapadékösszege:

171,2 mm, Nagyatád (Somogy megye)

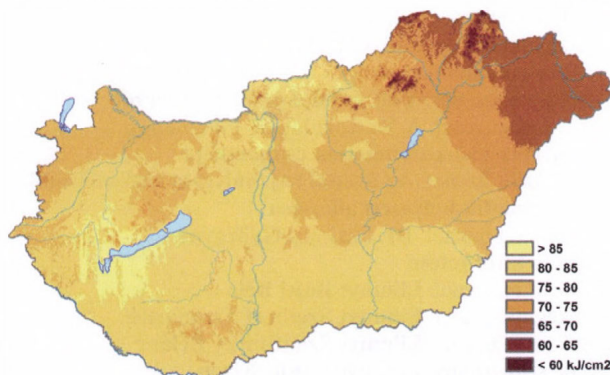
A hónap legkisebb csapadékösszege:

50,7 mm, Sáp (Hajdú-Bihar megye)

24 óra alatt lehullott maximális csapadék:

69,4 mm, Diósjenő (Nógrád megye), október 16.

November. Az átlagosnál hűvösebben indult a november, de ezt követően 7–22. között a megszokottnál melegebb volt az idő. A hónap legmelegebb napjai 10–11., ekkor 13,6 °C volt az országos átlaghőmérséklet, ami 7–8 °C-kal melegebb az ilyenkor megszokottnál. 20-án gyorsütemű lehűlés kezdődött, ami 25-ig tartott, így ez a nap lett a hónap lehidegebb napja 0 °C-os országos átlaghőmérséklettel. 28-ig az átlagosnál hűvösebb volt, majd a hónap utolsó két napján ismét a normálérték fölé emelkedett a hőmérséklet. Az ország területén a közép-



3. ábra: A 2015-es őszi globális sugárzás összege (kJ/cm²)

hőmérséklet zömmel 5–8 °C között alakult, néhány fokkal alacsonyabb értékeket regisztráltunk az északkeleti határszélen, főként Szabolcs-Szatmár-Bereg és Borsod-Abaúj-Zemplén megyékben. A havi közép országos átlagban 6,5 °C volt. Pécs Egyetem TTK állomáson volt a legmelegebb (8,7 °C), míg a lehidegebbnek Zabar bizonyult (4,2 °C). Országos átlagban 1,8 °C-kal volt melegebb az 1981–2010-es normálértéknél. A magasabban fekvő területeken és a Dunántúlon általában nagyobb volt a pozitív anomália (2–4 °C), ezzel szemben a Tiszántúlon (0,5–1,5 °C) alacsonyabb értékek voltak jellemzőek. Idén novemberben

a megszokott téli nap (napi maximumhőmérséklet, azaz $t_x \leq 0$ °C) nem jelentkezett (normál: 1 nap), fagyos nappól is eggyel kevesebb volt a megszokottnál (normál: 11 nap; 2015. november: 10 nap). A hónap során több napi állomási maximumhőmérsékleti rekord született: november 9. Sátorhelyen (23,8 °C), november 11. Nagykanizsán (23,6 °C), november 12. Bátán (22,7 °C).

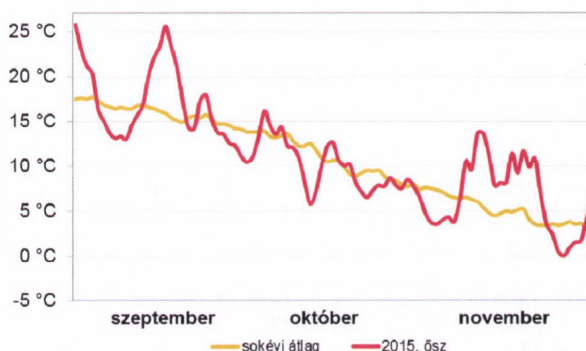
A hónap során mért legmagasabb hőmérséklet:

23,8 °C, Sátorhely (Baranya megye), november 9.

A hónap során mért legalacsonyabb hőmérséklet:

-10,1 °C, Zabar (Nógrád megye), november 25.

Országos átlagban 27,6 mm hullott, ami 22,2 mm-rel kevesebb a novemberben megszokottnál, az 1981–2010-es normálnak mindössze 55,4%-a hullott le. Ez a november a 23. legszárazabb 1901 óta. A legtöbb csapadék, 50–70 mm, a keleti határszélen volt jellemző, míg a legkevesebb, 0–20 mm, a Dunántúl északi részén esett. A sokévi átlagtól leginkább elmaradó értékek (5–20%) zömmel a Dunántúl északi részén csoportosulnak. A Dunántúl déli részén a megszokott mennyiség 20–50%-a, a Duna-Tisza közén 50–60%-a, míg a Tiszántúlon 80–120%-a volt jellemző. Ködös idő volt jellemző, sokfelé fordult elő ködszitalás. November 7–9. között záporos jellegű csapadék hullott, de országos átlagban egyik nap sem érte el az 1 mm-t. 15-én egy hidegfrontnak köszönhetően 2 mm-t meghaladó csapadék esett, majd 20–22. közötti három napban több, mint 15 mm csapadék hullott. Csapadékosan zárult a hónap, és 26-tól már többfelé előfordult eső helyett havas eső, hószál-



4. ábra: A 2015-ös őszi napi középhőmérsékleteinek eltérése a sokévi (1981–2010-es) átlagtól (°C)

lingózás, havazás. Novemberben 2-vel kevesebb csapadékos napot jegyeztünk a sokévi átlagnál (normál: 10; 2015. november: 8 nap).

A hónap legnagyobb csapadékösszege:

82,5 mm, Tiszabecs (Nógrád megye)

A hónap legkisebb csapadékösszege:

1,9 mm, Csepreg (Vas megye)

24 óra alatt lehullott maximális csapadék:

26,5 mm, Bánokszentgyörgy (Zala megye), november 20.

2015. őszi időjárási adatainak összesítője

Állomás	Napsütés (óra)		Sugárzás (kJ/cm²)	Hőmérséklet (°C)						Csapadék (mm)			Szél
	évszak összes	eltérés		évszak közép	eltérés	max	napja	min	napja	évszak összes	átlag %-ában	$r \geq 1$ mm napok	
Szombathely	437	51	80	11,0	1,0	34,0	09.01	-2,8	11.23	195	126	16	8
Nagykanizsa	-	-	83	10,6	0,7	32,6	09.01	-4,8	11.02	228	112	21	0
Pér	-	-	-	11,1	-	32,8	09.01	-5,2	11.25	192	141	21	5
Siófok	-	-	81	12,2	0,9	33	09.01	-1,4	11.25	188	131	17	10
Pécs	476	27	83	12,1	1,0	34,2	09.17	-2,2	11.06	204	119	22	3
Budapest	450	27	77	11,7	0,8	33,5	09.01	-4,6	11.25	203	157	25	3
Miskolc	388	-9	70	11,2	1,5	34,9	09.01	-6,3	11.25	213	167	21	1
Kékestető	430	10	77	7,5	1,4	25,8	09.01	-6,8	11.24	306	164	30	23
Szolnok	413	-16	77	11,8	0,9	34,5	09.01	-3,9	11.03	164	135	22	7
Szeged	483	43	84	11,8	0,9	36,4	09.17	-3,7	11.05	147	123	21	3
Nyíregyháza	-	-	69	11,0	1,2	35,6	09.01	-6,2	11.25	162	127	27	6
Debrecen	407	-20	70	11,6	1,2	34,8	09.18	-3,4	11.03	156	123	28	0
Békéscsaba	-	-	82	11,5	0,8	35,3	09.18	-4,8	11.04	192	151	28	1

A 60. ÉVFOLYAM (2015) SZERZŐI AUTHORS OF VOLUME 60 (2015)

Bánki Mihály: Ha meghalunk	112	Péliné Németh Csilla, Bartholy Judit, Pongrácz Rita és Radics Kornélia: Széladatok homogenizálása és korrekciója	165
Brainovits Brigitta: A szélenergia szerepe a jövő energiaellátásában és a meteorológiai előrejelzésekben	92	Puskás János, Kúti Zsuzsanna és Károssy Csaba: Visszatekintés a Magyar Meteorológiai Társaság Szombathelyi Területi Csoportjának 30 éves működésére	48
Csikós Nándor és Szilassi Péter: Szélerőmű-park kialakítására alkalmas terület kiválasztása geoinformatikai módszerekkel Csongrád megye példáján	98	Rázi András: Eger Bükk-vidéki Csoport	41
Darányi Mariann és Leelőssy Ádám: Róna Zsigmond Ifjúsági Kör a Magyar Meteorológiai Társaságban	38	Sáhó Ágnes: Meteorológiai Világnap 2015, alkalmazkodjunk okosan! Éghajlati ismereteinket váltsuk tettekre	53
Dunkel Zoltán: Emlékezés a Magyar Meteorológiai Társaság megalakulásának 90. évfordulóján	8	Szalai Sándor, Fülöp Andrea és Németh Ákos: Az Agro- és Biometeorológiai Szakosztály tevékenysége	24
Dunkel Zoltán: Kislexikon	166	Szász Gábor és Lázár István: MMT – Debreceni Csoport	43
Dunkel Zoltán: Mérföldkövek a Magyar Meteorológiai Társaság történetében	15	Szepesi Dezső és Ferenczi Zita: A Levegőkörnyezeti Szakosztály beszámolója	30
Dunkel Zoltán: Történelmi arcképek – Béll Béla	195	Szerkesztői üzenet (Címlapkép): MMT alapításának 90. évfordulójára rendezett rajzpályázat 3. helyezettje	1
Dunkel Zoltán: Történelmi arcképek – Róna Zsigmond	151	Szerkesztői üzenet: Elhunyt Barta Bertalan dr. Kmetty Katalin	7
Ferenczi Zita: „A titokzatos PM nyomában, avagy amit a PM-ről tudni lehet”	113	Szerkesztői üzenet: Elhunyt Gajzágó László	7
Ferenczi Zita: Határon túli források hatása a hazai PM szennyezettségre	140	Szerkesztői üzenet: 50 éves a Horvát Meteorológiai Társaság	68
Fodor István: A Magyar Meteorológiai Társaság Pécsi Csoportja	42	Szerkesztői üzenet: A 60. évfolyam (2015) szerzői	194
Gulyás Ágnes és Makra László: MMT Szegedi Területi Csoport	45	Szerkesztői üzenet: A Meteorológiai Világnapon (március 23.) kitüntetettek csoportképe	2
Gyarmatiné Mészáros Erzsébet: Amit a PM ₁₀ mérések mutatnak	129	Szerkesztői üzenet: Az óvodai rajzpályázat első, második és harmadik helyezett alkotása	63
Hartmann Bálint: Megújuló energiaforrásokkal kapcsolatos hallgatói és oktatói kutatások a BME villamos energetika tanszékének villamos művek és környezet csoportjában	82	Szerkesztői üzenet: Dr. Szakács Györgyné Életfa kitüntetése	154
Horányi András, Ihász István és Radnóti Gábor: Elhunyt az MMT Tiszteleti Tagja, Jean-François Geleyn	6	Szerkesztői üzenet: Elhunyt Böjti Béla	66
Horváth László: Mészáros Ernő 80	5	Szerkesztői üzenet: Elhunyt Szeibert Tivadarné	156
Horváth Miklós, Csoknyai Tamás és Szánthó Zoltán: A meteorológiai mérések szerepe az épületgépészetben	156	Szerkesztői üzenet: Elhunyt Szentimrey Béláné	156
Illy Tamás és Szépszó Gabriella: Szélenergia becslések regionális éghajlati modellek eredményei alapján	161	Szerkesztői üzenet: Elhunyt Titkos Ervin	112
Imre Kornélia és Molnár Ágnes: A légköri víztartalom szerepe a PM ₁₀ tömegkoncentráció meghatározásában	132	Szerkesztői üzenet: Elhunyt Ventura Eduárd	66
Jenki Szilvia (Címlapkép): Üllőképződés kezdetén	65	Szerkesztői üzenet: Kenderesy Kálmán Magyar Arany Érdemkereszt kitüntetése	110
Jóbai Zsolt (Címlapkép): Halo a sípálya fölött	153	Szerkesztői üzenet: Miniszteri elismerések	154
Kádár Péter: Szélerőenergetikai vizsgálatok az Óbudai Egyetemen	177	Szerkesztői üzenet: Németh Péter Magyar Arany Érdemkereszt kitüntetésben részesült	4
Kis-Kovács Gábor: PM emisszió a kibocsátási leltár tükrében	124	Tar Károly és Dobány Zoltán: Nyíregyházi Területi Csoport	37
Kolláth Kornél (Címlapkép): Füstös hajnal	109	Tóth Péter és Bíróné Kirsi Andrea: A szélenergia hasznosítás legújabb eredményei	88
Lázár István: Székelyföldi meteorológiai állomások szélirányainak vizsgálata	189	Tóth Róbert: A házsongárdi temetőben	104
Major György: A Magyar Meteorológiai Társaság nemzetközi kapcsolatai 1925-2015	21	Útóné Visi Judit, Kiss Barbara és Kovács Enikő: A megújuló energiák magyarországi oktatási vonatkozásai, európai kitekintéssel	74
Marton Annamária és Hoffmann Lilla: 2015 őszének időjárása	192	Varga Judit: A PM ₁₀ szabályozása	136
Marton Annamária és Kovács Tamás: A 2015-ös tavasz időjárása	106	Vincze Enikő: 2015 nyarának időjárása	149
Menyhárt László, Anda Angéla és Nagy Zoltán: Piranométer szintezési hibájának hatása a mért globálisugárzás értékekre	172	Vincze Enikő: A 2014. év időjárása	56
Mika János és Konkolyiné Bihari Zita: Az Éghajlati Szakosztály tevékenysége	26	Vincze Enikő: A 2014/15-ös tél időjárása	61
Németh Ákos: A Magyar Meteorológiai Társaság hírei	50	Wantuch Ferenc és Bottyán Zsolt: A Magyar Meteorológiai Társaság Repülésmeteorológiai Szakosztálya	36
Németh Ákos: Néhány szó a Légekördinamikai Szakosztályról	29	Wantuchné Dobi Ildikó és Major György: A Nap- és Szélenergia Szakosztály tevékenysége	33
Páldy Anna és Bobvos János: A légszennyezés egészségkárosító hatásának becslése	115	Wantuchné Dobi Ildikó: Meteorológiai információk szerepe a szél- és napenergia hasznosításban	72
		Wantuchné Dobi Ildikó: Nap- és szélenergia kutatás és oktatás konferencia	69
		Weidinger Tamás: Matyasovszky István halálára	156
		Zsikla Ágota: A 2015. évi balatoni és velencei-tavi viharjelzési szezonról	145

TÖRTÉNELMI ARCKÉPEK

HISTORICAL PORTRAITS

Dunkel Zoltán

Magyar Meteorológiai Társaság, 1525 Budapest Pf. 38., dunkel.z@met.hu

BÉLL BÉLA

Uraj, 1908. október 3. – Budapest, 1988. szeptember 24.

A Magyar Tudományos Akadémia rendes tagja, az Aerológiai Obszervatórium (később Központi Léggörfizikai Intézet, majd Marczell György Főobszervatórium) első vezetője, az OMSZ tudományos tanácsadója, a Magyar Meteorológiai Társaság elnöke az akkori Gömör-Kishont vármegyei Urajon született. A Pázmány Péter Tudományegyetemen szerzett matematika-fizika szakos tanári oklevelet 1932-ben. A végzés után két évig díjtalan gyakornokként dolgozott az Egyetem *Eötvös Fizikai Intézetében*. Innen került át 1934-ben szintén díjtalan észlelőként a *Magyar Királyi Országos Meteorológiai és Földmágnességi Intézetbe*, az OMSZ jogelődjébe, ahol 5 éven át bentlakásos alkalmazottként naponta háromszor észlelt. Hamarosan ÁDOB gyakornok lett, ami szerény, 75 pengős havi díjazást jelentett. Anyagi nehézségein magánóraadással könnyített. 1936–1937-ben mint a *Collegium Hungaricum* ösztöndíjasa végzett tanulmányokat a berlini *Humboldt Egyetemen*, valamint a *lindenbergi* meteorológiai és a *potsdami* asztrofizikai obszervatóriumban. 1941-ben készült disszertációjára, – ami az első magyar aeroklimatológiai munka –, kapta meg a Pázmány Péter Tudományegyetemen doktori oklevelét. Az OMFI-ban előbb a Klimatológiai, majd az Aerológiai Osztály munkatársa volt. 1943-ban ő lett az Aerológiai Osztály vezetője, s egészen 1951-ig irányította az ott folyó tudományos munkát, 1951-től 1969-ig pedig az intézet igazgatóhelyettese, egyidejűleg 1953-tól a *pestszentlőrinci* aerológiai–léggörfizikai obszervatórium vezetője volt. 1970 után az *Országos Meteorológiai Szolgálat* tudományos tanácsadója, 1974-es nyugdíjazásától haláláig a Szolgálat tudományos tanácsának elnöke volt. A Mosonmagyaróvári Mezőgazdasági Főiskolán 1943-tól 1949-ig agrometeorológiát oktatott. A Budapesti Műszaki Egyetemen 1949-től 1952-ig tartott agrogeológiai előadásokat, 1952-től 1956-ig pedig az Eötvös Loránd Tudományegyetem oktatott aerológiát mint meghívott tanár. 1965 után a szegedi József Attila Tudományegyetemen is oktatott címzetes egyetemi tanárként. A 70-es években az ELTE-n tartott az általános cirkulációról speciális kollégiumot. A magyarországi aerológiai kutatások iskolateremtő alakja volt. Behatóan foglalkozott a Magyarország feletti magasabb, szabad légrétegek léggörfizikai, éghajlati, különösen légáramlási folyamataival és sajátosságaival. A nevéhez fűződik az országos magaslégtörő szélmerőhálózat megszervezése. Az 1930-as évektől maga is végzett ballonos és meteorográfus



szélméréseket, 1948-ban pedig ő indította el és rendszeresítette a rádiószondás méréseket. Jelentősek a léggörben tapasztalható vízszintes levegőáramlásra és az azt befolyásoló légghőmérsékleti advekcióra, a léggör függőleges irányú labilitására, légnyomás, hőmérséklet és légnedvesség szerinti változékonyságára és szezonálisára, továbbá a troposzféra rétegzettségére, a sztratoszféra cirkulációs folyamataira vonatkozó kutatásai. Számottevő eredményeket ért el a termikus szél elméletének és a zivatar kialakulási folyamatainak vizsgálatával, de behatóan foglalkozott felhőfizikával, a léggör radioaktivitásával, az ionoszféra kémiai sajátosságaival, valamint a napsugárzás fotokémiai mérésével és a látótávolság meghatározásának módszertanával. További jelentős eredményeket ért el a Kárpát-medence általános meteorológiai-klimatológiai leírásában, valamint az éghajlati viszonyok és a növénytermesztés kapcsolatát vizsgáló agrometeorológiában is. Az 1957/1958-as nemzetközi geofizikai év magyarországi tudományos programjainak egyik szervezője volt. Több egyetemi tankönyv és szakkönyv fűződik a nevéhez.

Az MTA Tudományos Minősítő Bizottsága 1954-ben addigi tudományos tevékenysége elismerésül, külön eljárás nélkül a fizikai tudományok (meteorológia) kandidátusává minősítette. A lokális hőmérsékletváltozás advektív komponense a Budapest fölötti szabad troposzférában (1967) című értekezésére 1968-ban megkapta a műszaki tudományok doktora címet. Két évtizeden át szerkesztőbizottsági tagja volt az *Időjárás* című szakfolyóiratnak. A Magyar Tudományos Akadémia 1970-ben levelező, 1982-ben pedig rendes tagjává választotta. Akadémikusként a Meteorológiai Tudományos Bizottság elnöke volt. 1964-től 1970-ig társelnöke, 1974-től 1980-ig elnöke volt a Magyar Meteorológiai Társaságnak, 1982-ben a Magyar Földrajzi Társaság tiszteleti tagjai sorába választották. Ugyancsak tiszteleti tagja volt a Szlovák Meteorológiai Társaságnak (SMÚ) és a Német Demokratikus Köztársaság Meteorológiai Társaságának, valamint közreműködött a Nemzetközi Geodéziai és Geofizikai Szövetség (IUGG) magyar nemzeti bizottságának munkájában is.

Tudományos munkássága elismeréseként előbb 1952-ben, majd másodszor 1980-ban kapta meg a Magyar Meteorológiai Társaság Steiner Lajos-émlékérmét, 1981-ben pedig MTESZ-díjat vehetett át. 1978-ban a Munka Érdemrend arany fokozatával tüntették ki.

