

L É G K Ö R

59. évfolyam

2014. 1. szám





A Meteorológiai Világnapon díjazottak, illetve a díjak átadói: Tóth László ezredes (MH GEOSZ), Pintér András (a fotópályázat győztese), Pappné Ferenczi Zita (Pro Meteorológia), Hell Zoltán (Ferenczi Lajos társadalmi észlelő veje), Márfai László (Miniszteri Elismerő Oklevél), Rácz András (helyettes államtitkár), Énekes Lászlóné (Miniszteri Elismerő Oklevél), Zárbok Zsolt (Pro Meteorológia), Sáhó Ágnes (Pro Meteorológia), Dunkel Zoltán (Schenzl Guidó Díj), Horváth László (a TUTA elnöke), Bartholy Judit (Schenzl Guidó Díj), Radics Kornélia (az OMSZ elnöke), Luksik András (csatnai társadalmi észlelő), Kovács László alezredes (Pro Meteorológia), Bajkai Csaba plébános (Kiváló Észlelő Díj), Dohány László (budapesti társadalmi észlelő), Tábori Gábor (a fotópályázat közönségszavazója).

SZERZŐINK FIGYELMÉBE

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

A kéziratokat a szerkesztőbizottság lektoráltatja. A lektor nevét a szerzőkkel nem közöljük. Közlésre szánt anyagokat kizárólag elektronikus formában fogadjunk el. Az anyagokat a **legkor@met.hu** címre kérjük beküldeni Word-fájlban. A beküldött szöveg ne tartalmazzon semmilyen 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 fogadjuk, ha a fentiekén kívül PDF-fájlt is kapunk mintaként.

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.

*

Helyesbítés: "A 2013/3-as szám 109. oldalán a 4. ábra felirat fölött tévesen a 3. ábra jelent meg. A hibáért a szerkesztők elnézést kérnek, az on-line változatban a megfelelő ábrát kicserélték."

LÉGKÖR

59. évfolyam
2014. 1. szám

Felelős szerkesztő:
Dunkel Zoltán
a szerkesztőbizottság elnöke

Szerkesztőbizottság:
Bartholy Judit
Bihari Zita
Haszpra László
Hunkár Márta
Sáhó Ágnes technikai szerkesztő
Somfalvi-Tóth Katalin kislexikon
Térey János olvasószerkesztő
Tóth Róbert főszerkesztő-helyettes

ISSN 0 133-3666

A kiadásért felel:
Dr. Radics Kornélia
az OMSZ elnöke

Készült:
HM Zrínyi NKft.
nyomdájában
800 példányban
Megjelent: 2014. július

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

TARTALOM

CÍMLAPON

A *Meteorológiai fotópályázat 2014* harmadik helyezett képe, szerző: Pécsi Linda
(Tát (Komárom-Esztergom megye), 2012. december 23., reggel)

Szerzőink figyelmébe2

TANULMÁNYOK

Tánczer Tibor: A műhold-meteorológia hazai története (1955-1990)4

Major György: A nemzetközi és a hazai kapcsolatok szerepe az
Országos Meteorológiai Szolgálat műholdas tevékenységének történetében12

Kerényi Judit: Az OMSZ Műholdas Kutató Laboratóriumának története18

Dombai Ferenc: Távérzékelés, Radarmeteorológia és a Műhold-meteorológia
együttműködési területei25

KÖZLEMÉNYEK

Sáhó Ágnes: Tánczer Tibor 80 éves28

Felméry László Gyémántdiplomás29

Felméry László: Négy epizód az életemből30

KRÓNIKA

Németh Ákos: A Magyar Meteorológiai Társaság hírei32

Sáhó Ágnes: Időjárás és éghajlat: Az ifjúsággal a holnapért,
Meteorológiai Világnap 201434

Vincze Enikő: A 2013. év időjárása36

Kovács Tamás: A 2013/2014-es tél időjárása41

Varga Miklós: Történelmi arcképek: Marczell György43

LIST OF CONTENTS

COVER PAGE

Meteorological Photo Competition 2014. Placed third: Linda Pécsi

Instructions to authors of *LÉGKÖR*2

STUDIES

Tibor Tánczer: History of Hungarian Satellite Meteorology (1955-1990)4

György Major: The Role of the International and National Relations in the
Hungarian Meteorological Service's Satellite Activity12

Judit Kerényi: The History of Satellite Research Laboratory of Hungarian
Meteorological Service18

Ferenc Dombai: The Co-Operation Areas of Remote Sensing, Radar and Satellite
Meteorology25

COMMUNICATIONS

Ágnes Sáhó: Tibor Tánczer is 80 years old28

László Felméry has got Diploma of Sixty Years' Standing29

László Felméry: Four Episodes From My Life30

CHRONICLE

Ákos Németh: News of Hungarian Meteorological Society33

Ágnes Sáhó: Weather and Climate Engaging Youth,
World Meteorological Day 201434

Enikő Vincze: Weather of 201337

Tamás Kovács: Weather of Winter 2013/201441

Miklós Varga: Historical Portraits: György Marczell43

A MŰHOLD-METEOROLÓGIA HAZAI TÖRTÉNETE (1955-1990)

HISTORY OF HUNGARIAN SATELLITE METEOROLOGY (1955-1990)

Tánczer Tibor

tibor.tanczer@gmail.com

Összefoglalás: Az első meteorológiai információkat is sugárzó műholdat 1959-ben lötték fel. A cikk bemutatja, hogyan fejlődött a műhold-meteorológia az Országos Meteorológiai Szolgálatnál a kezdetektől 1990-ig.

Abstract: The first satellite with meteorological information was launched in 1959. This report summarises how the satellite meteorology has developed at Hungarian Meteorological Service since the beginning until 1990.

„Valami elkezdődött” (1955-1968). A rakétatechnika fejlődése a II. világháború alatt és azt követően napirendre tűzte Föld körüli mesterséges hold megvalósítását. Felbocsátásának időpontját az 1957/58-as Nemzetközi Geofizikai Évre tűzték ki. Megkezdődött a tervező munka a különböző tudományok részéről az új megfigyelési technika által nyújtott lehetőségek kiaknázására. Ezek közé tartozott a meteorológia is, amely különösen sokat remélhetett egy ilyen vállalkozástól. Ezt jelzi hazai vonalon Aujeszy László (1955) cikke az Időjárásban. Két területen lát előretörést az új technika révén: a felsőlégkör kutatásban és a sugárzásmérések területén. Ugyanakkor meglepő, hogy a napi előrejelzési gyakorlat számára kínálgató lehetőségeket még nem ismerte fel. Ennek hátterében az áll, hogy ő még a rakétás kísérleteknél alkalmazott felhőfényképezésben (filmre vett információk) gondolkodott, és nem számolt a rádiótechnika adta megoldásokkal.

A Szputnyik-1 1957. október 4-i fellövése a Szovjetunióban az űrkorszak nyitányát jelentette. 1959-ben pályára került, részben már meteorológiai küldetéssel, az amerikai Vanguard II és az Explorer VII kutató műhold, majd a következő évben, 1960. április 1-jén a TIROS I felbocsátásával megjelent az első kísérleti meteorológiai műholdsorozat.

A WMO évről-évre megrendezte a meteorológiai szolgálatok igazgatóinak konferenciáját. Ezeken többek között terítékre kerültek a meteorológia új irányzatai, legújabb eredményei, így a műhold-meteorológia is. Külön műhold-meteorológiai szakértői bizottságot hoztak létre. Békeffy Józsefné (1961), a Külügyi Osztály vezetője az Időjárásban már röviden beszámolt az ezen a területen elért eredményekről és tervekről. Jellemző a terminológiai kiforratlanságra, hogy még műbolygókat említ.

Hazánkat e WMO üléseken Dési Frigyes, az Országos Meteorológiai Intézet igazgatója képviselte. Így került közvetlen kapcsolatba a légkör tudományának kibontakozó új ágával, a műhold-meteorológiával. 1961-ben megbízta Szepesi Dezső fiatal munkatársat a témakörben megjelenő szakirodalom áttekintésére. A NASA és a Weather Bureau kiadványok sorozatával igyekezett alátámasztani a műhold-információk (sugárzási adatok, televíziós felvételek) óriási jelentőségét mind az elméleti

kutatásban mind a napi előrejelzési gyakorlatban. Ezek a kiadványok hozzánk is eljutottak. Az illusztrációkon lenyűgöző volt látni kontinentális méretekben a ciklonok, frontrendszerek összefüggő felhőzetét, elképzelni az ilyen felvételekben rejlő perspektívákat.

Szepesi nagy lendülettel fogott hozzá az új feladathoz, és már 1962. március 17-én a Magyar Meteorológiai Társaságban hatalmas érdeklődéssel kísért előadást tartott a műhold-meteorológia akkori helyzetéről, a jövőbeli elképzelésekről. Mohácsi Mária és Szepesi Dezső az MMT 1962. évi veszprémi Vándorgyűlésén a műhold megfigyelések jóvoltából a repülés-meteorológia előtt feltáruló kedvező lehetőségekről adott tájékoztatást. Czelnai Rudolf (1962) a valószínűségi számítás oldaláról, elvi szinten vizsgálta a földi és a műholdas felhőészlelés korlátait.

1962 elején a TIROS sorozatnak már a negyedik tagja került pályára. Egyidejűleg a géptávírókra épülő telekommunikációs rendszeren keresztül megindult a felhőképek alapján összeállított felhőanalízis-térképek, az ún. nefanalízisek továbbítása. Ez már némi lehetőséget biztosított hazai vizsgálódásra is. Operatív felhasználásról a nagy időbeli késés miatt nem lehetett szó. A vizsgálatok olyan irányban kezdődhettek el, hogy a földi és a műholdas felhőészlelés mennyiben fedi egymást. Hamarosan kiegészülhettek ezek a vizsgálatok a mi térségünkben készült TIROS IV felvételekkel. Úgyhogy most már az általunk készített nefanalízisek alapján végezhetünk el az összehasonlító vizsgálatot. Első nagyobb szabású próbálkozásunkról az MMT 1963. évi siófoki Vándorgyűlésén számolhattunk be. Ez a tanulmány később az Időjárás hasábjain is napvilágot látott (Szepesi Dezső és Tánczer Tibor, 1965).

Szepesi Dezső megbízást kapott a mind nagyobb problémát jelentő légszennyeződéssel való foglalkozásra is. 1964-ben ENSZ ösztöndíjhoz jutott a légszennyeződés és a műhold-meteorológia témájában Svédországba és az Egyesült Államokba. Távollétében Dési igazgató Tánczer Tibort bízta meg a műhold-meteorológia művelésére. Szepesinek amerikai tartózkodása alatt sikerült olyan TIROS IV felvételekhez hozzájutnia, amelyek egy genovai ciklon fejlődését mutatták be. Ezeket megküldve Tánczer analízálta a szinoptikus helyzet alakulását a műholdfelvételek tükrében (Szepesi Dezső és Tánczer Tibor,

1964). Először kaptunk képet az ilyen ciklonnak spirális felhőzetéről és hidegfrontjának a Földközi-tenger medencéjébe hosszan elnyúló felhőövről.

A felhőzeti mező műholdképek alapján felismert mezo- és nagyméretű szerveződéseiről Tanczer Tibor az 1964. évi soproni Vándorgyűlésen tartott összefoglaló előadást. Szepesi Dezső hazatérte után már nyilvánvaló volt, hogy mindkét terület teljes embert kíván, ezért ő a továbbiakban már csak a légszennyeződési témát vitte tovább, a műhold-meteorológia referense pedig egyszemélyileg Tanczer Tibor lett. Szepesi Dezső műholdas ténykedése azzal zárult, hogy 1965-ben amerikai tapasztalataira támaszkodva Dési Frigyes igazgatóval az 1965. évi gyulai Vándorgyűlésen közös, a műhold-meteorológia alapvető kérdéseit érintő előadást tartott (*Dési Frigyes és Szepesi Dezső*, 1965).

A műhold-meteorológia elismertségét jelzi az egyetemi oktatás részéről az a tény, hogy 1964-ben két tehetséges, fiatal végzős meteorológushallgató (*Kovács Zsolt és Major György*) diplomamunkája tárgyául műhold-meteorológiai témát kapott, a műholdas sugármérés illetve a felhőképek szinoptikus alkalmazása területéről.

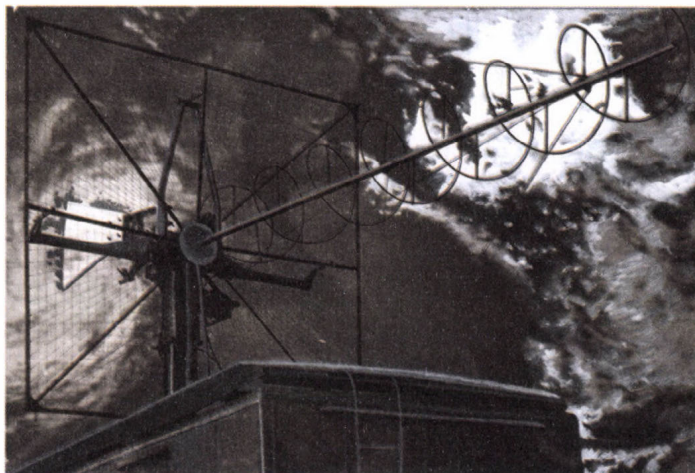
Tanczer Tibor 1966-ban szintén egyéves ENSZ ösztöndíjas tanulmányútban részesült, amelynek keretében hat hónapot a moszkvai Meteorológiai Világközpontban, négy és fél hónapot pedig Washingtonban (Suitlandben) a NWSC-nél (National Weather Satellite Center) töltött. Ennek során megismerkedett e központokban folyó sokrétű kutatással, és képet kapott a felhőképeknek operatív alkalmazásáról. Ez utóbbival kapcsolatban érdemes megemlíteni a washingtoni globális felhőkép-mozaiak részletes analizését, az ún. „map-discussion”-t, amikor a jellegzetes felhőrendszerre kerestek magyarázatot. Lehetősége nyílt a Magyarországra vonatkozó nefanalízisek felhasználásával egy kutatómunka megkezdésére az ország felhőborítottsága jellegzetességeinek megállapítása végett. Ez a munka már itthon a földi felhőészlelések kiegészítésével vált teljessé (*Tanczer Tibor*, 1968). A közel két éves megfigyelési anyag igazolta, hogy a földi észlelés túlbecsüli a felhőborítottságot.

Tanczer Tibor ösztöndíjas távolléte alatt Kondratyev (1967), leningrádi professzor két hosszú Időjárás-cikkben számolt be a műhold-meteorológia addigi eredményeiről. A WMO 1967-ben regionális szemináriumot szervezett Moszkvában a műholdadatok interpretálásáról és felhasználásáról. A résztvevők tájékoztatást kaptak az első szovjet meteorológiai műholdról, az 1966-ban felbocsátott Kozmosz-122-ről is. Az ülésen magyar részről

Adámy László és Tölgyesi István vett részt. Az elhangzottakról összefoglalás jelent meg az Időjárásban (*Adámy László*, 1967).

Tanczer a tanulmányútról hazatérve egyik feladatának tekintette a meteorológus szakemberek műhold-meteorológiai továbbképzését, és az új tudományág népszerűsítését. Ebben segítségére volt Balogh Zoltán frissen végzett meteorológus. A népszerűsítő tevékenység elsősorban a Magyar Asztronautikai Szakosztály, a Természettudományi Ismeretterjesztő Társulat, a Magyar Meteorológiai Társaság kebelén belül történt előadások tartásával, de más területek részéről is érkeztek ilyen irányú felkérések. Emellett a meteorológia új ágának népszerűsítése újságok, tudományos folyóiratok hasábjain is folyt.

Az érdemi kutatást hátráltatta, hogy műholdfelvételek csak csekély számban álltak rendelkezésre. A TIROS műholdak ui. zárt rendszerben működtek, azok adását csak az USA tudta venni. De 1964-ben már kísérletet tettek a Nimbus-1 műholdon az ún. APT, automatikus képtovábbító rendszer kifejlesztésére, amelynek lényege, hogy a felvételek azok elkészülteivel azonnal kisugárzásra kerülnek. Ezzel az ún. TOS-rendszerrel (Tiros Operational System)



„HELIX ANTENNA” A speciális műholdvevő antennát a Marczell György Aerológiai Observatórium munkatársai készítették és szerelték fel a „Malachit” rádióteodolitra 1968-ban

az 1966-ban felbocsátott ESSA operatív műholdsorozat páros tagjait látták el. Megfelelő vevőberendezéssel most már a műhold vételi körzetén belül lehetővé vált az aktuális felhőképekhez való közvetlen hozzájutás. 1967 őszén műszaki szakembereink, elsősorban Kozák Béla és Galló Vilmos felismerve ennek jelentőségét az operatív szolgálatok és a kutatás szempontjából, hozzáfogtak a műholdvételre alkalmas vevőberendezés kifejlesztéséhez. Erre a célra a rádiószondák követésében korábban használt és már feleslegessé vált „Malachit” rádióteodolit vevő-kocsit használták fel. A jelek a kocsit tetején elhelyezett helix-típusú vevőantennáról előerősítés után egy VU 21 folyamatosan hangolható hazai gyártmányú vevőberendezésbe kerültek.

A képi formátumú megjelenítést – ha nem is a kívánt minőségben –, a telekommunikációs rendszerben jól bevált Hell-típusú fakszimile berendezés biztosította. Hamarosan hozzájutottunk kifejezetten a fotóregisztrálásra kifejlesztett berendezéshez, ami már tökéletes megoldást jelentett. Ily módon az atlanti-európai térségből a délelőtt 9 órakor helyi időben készülő képeket három pályáról sikerült levenni (általában 8 képet). Óriási előrelépés volt ez akkor, 1968 januárjától a műholdképek vétele gyakorlatilag folyamatossá vált.

Az Időjárásban Götz Gusztáv (1968) cikksorozatát jelentetett meg a meteorológiai műholdak fő jellemzőiről, pályadatairól, felépítéséről, műszerezettségéről.

A képek hasznosításával kapcsolatban két probléma merült fel. A vétel a pestlőrinci Aerológiai Obszervatórium-ban történt, a kutató részleg és az Időjárás Előrejelző Osztály pedig a központban foglalt helyet. Ezért kezdetben a képek behozatalára kézbesített alkalmaztak, ami viszont olyan nagy időbeli csúszást jelentett, hogy azok már nem jöhettek szóba az előrejelzés elkészítésénél. A kutatásban nehézséget jelentett a képek geometriai torzulása és egy-egy kép kivágati jellege a kontinentális kiterjedéshez képest. Ezért mindenekelőtt meg kellett oldani a képek méretproblémáit és azok optimális összeszerkesztését, az ún. mozaik-kép létrehozásának technikáját. E két feladatnak az elvégzése képezte Tanczer kandidátusi értekezésének tárgyát (Tanczer Tibor, 1969).

„Lendkerék – a politika”; az Interkozmosz-szervezet megalakulása (1968-1973). Már az 50-es évek második felében létrejött a nemzetközi űrkutatási bizottság, a COSPAR (Committee on Space Research), majd a 60-as évek első felében a szűkebb európai egyesülések, elsősorban az ESRO (European Space Research Organization) és az ELDO (European Launching Development Organization). Ez a tény hasonló együttműködés kialakítására sarkalta a szocialista országokat. 1965 novemberében Interkozmosz elnevezéssel megalakították az űrkutatási együttműködés szervezeti formáját. Ennek folyományaként 1967 végén Potsdamban megalakult a Kozmikus Meteorológiai Állandó Munkacsoport. Öt témában tűztek ki együttműködést, amiből kettő a meteorológiai műholdakról nyert információkra (felhőképek, sugárzási adatok) épült, a további három téma a felsőléggör rakétás szondázásával volt kapcsolatos. A magyar szolgálat három témában jelentette be részvételét: a felhőzeti mező vizsgálata műholdfelvételek alapján, a műholdas sugárzási adatok tanulmányozása és rádiószonda mérések alapján a magasléggör állapotjelzőinek meghatározása. A kollektív munka sikere érdekében elhatározták, hogy évente változó színhelyen megrendezik az Állandó Munkacsoport ülését, továbbá az egyes szűkebb témákban munkaértekezleteket, szimpóziumokat tartanak.

Idehaza létrehozták az Űrkutatási Bizottságot, azon belül pedig többek között a Meteorológiai Szakbizottságot, melynek elnöke Dési Frigyes, az Országos Meteorológiai Intézet igazgatója, titkára Tanczer Tibor lett. Az Űrkutatási Bizottság jelentős anyagiakkal támogatta az űrkutatási tevékenységet. Az említett témák művelésébe a különböző részlegek és az ELTE Meteorológiai Tanszék részéről mintegy 20 főt vontak be. Ehhez járult még a közel ugyanennyi technikus személyzet, akiknek elhelyezése már-már problematikusnak tűnt. Nagy részüket a földszinti kultúrteremben, majd a petrezselyem utcai oldalon fekvő hodályba (a Geofizikai Intézet korábbi helyiségébe) helyezték el, ami korántsem volt ideális a munkavégzés szempontjából. Ilyen felállás mellett kezdődhetett meg a szervezett kozmikus meteorológiai tevékenység, amely most már kiemelt szerepet kapott.

Ekkorra az űrkutatás nemzetközi téren is teljes polgárjogot nyert a tudományos életben. Ezt a tényt dokumentálta az 1968. augusztusában, Bécsben „A világűr békés felhasználása” tárgyában rendezett nagyszabású konferencia. A magyar meteorológiát Dési Frigyes és Tanczer Tibor képviselték. A meteorológiai szekcióban elhangzott előadások nyomán először nyílt alkalmunk arra, hogy a műholdak által elért eredményeknek teljes keresztmetszetét megismerjük.

1970-ben a Meteorológiai Intézet Szolgálatát alakult, ez az esztendő egyben a magyar meteorológia szervezett keretek közötti megalakulásának 100 éves jubileuma volt. Az ünnepi alkalomra az ESSA igazgatója, R. K. White az Időjárásban a meteorológiai műholdakkal nyerhető új lehetőségekről részletes beszámolót közölt. A jubileumi szimpóziumon már a hazai űrkutatás is képviseltette magát.

Kutatási eredményeinkről sorra jelentek meg dolgozatok. Ambrózy a hegyek mögött keletkező lee-hullámok, Götz Gusztáv és Szalai Gabriella a vízfelszín fölött kialakuló konvektív cellák és felhőutak, Tanczer Tibor a mediterrán ciklonok műholdfelvételeken történő vizsgálatáról számolt be. Czelnai Rudolf a nagytérségű felhőzeti mező szerkezetét tanulmányozta. Kaba Magdolna és Koppány György műholdas infravörös sugárzásmérések alapján vizsgálta a ciklonok és frontok megjelenését a műholdról mért sugárzási mezőben és meghatározta a Föld-légkör rendszer sugárzásháztartásának komponenseit. Major kiszámította a légkör által elnyelt napsugárzási energiát, és a légköri diagnosztika sugárzási adatok nyújtotta lehetőségeket tárgyalva rámutatott a nedvesség, az ózontartalom és az aeroszolok mennyiségének detektálhatóságára. Miskolci Ferencsel karöltve vizsgálták a légköri átbocsátást a szén-dioxid 15 mikrométeres elnyelési sávjában. Kozák Béla műholdvétel automatizálásának a megoldásáról adott hírt. A magasléggör kutatásában Borbély Edit a termobáriikus és a szélmező tavaszi átváltódását, Németh Tivadar a 26 havi periódust elemezte. Saikó János az ionoszféra rétegek viselkedésének a naptevékenységgel való kapcsolatával foglalkozott, különös tekintettel az ionoszféra viharokra, bevonva a vizsgálatba műholdas mérések adatait is.

A nemzetközi együttműködés hamarosan meghozta gyümölcsét. 1970-ben Moszkvában, majd 1972-ben Budapesten rendeztek nagyszabású műhold-meteorológiai szimpóziumot. A kapott eredményekről két közös kiadvány született a Gidrometeoizdat kiadásában: „A felhőzet mezoméretű sajátosságairól nyert adatok felhasználása az időjárás analízisében” (1973) és „A földközi-tengeri ciklonok a felhőzet mezejében” (1975) címmel.

Dési Frigyes igazgató súlyt fektetett arra is, hogy az Interkozmosz mellett a nyugati világ nemzetközi műhold-meteorológiai tevékenységbe is bekapcsolódjunk. A már említett Bécsben rendezett konferenciát követően 1970-ben Tanczer kiküldetést nyert a leningrádi COSPAR-kongresszusra. A találkozó nagy eseménye volt az űrhajósok, köztük a Holdat járt amerikai Armstrong beszámolója. A COSPAR-on belül akkor hét munkacsoport működött. A meteorológia a hatodik: „Az űrkutatás alkalmazása a meteorológiára és a Föld fényké-

pezésére” elnevezésű munkacsoportban szerepelt, amelynek vezetője Tepper volt. A meteorológiai szimpóziumot a légkör függőleges szondázása témájában rendezték.

A műholdképek operatív felhasználása terén is előrelépés történt. Az új vevő- és antennarendszerek köszönhetően a vétel egyszerűsödött, a képek minősége javult. A Központban elhelyezett fotóregisztráló berendezéshez a jelek telefonkábelén érkeztek. A képek alapján elvégeztük a felhőzeti mező analízisét, feltüntetve annak lényeges sajátosságait olyan térképformátumon, amelyet az Előrejelző Osztály használt (nefáanalízis-térkép). Emellett a különböző pályákról érkező felhőképeket mozaik-képpé szerkesztettük össze. Mindkét információt eljuttattuk az Előrejelző Osztályra, ahol azokat már figyelembe vették az időjárás előrejelzés készítésének folyamatában.

1972-ben megjelent az ERTS (Earth Resource Technology Satellite), az ún. erőforráskutató műhold, amelynek megfigyelő rendszere már 40-80 m-es felbontással dolgozott. Ez a finom felbontás lehetőséget biztosított a műhold-információk felhasználására egy sor tudományterület előtt, így a térképészet, geofizika, vízgazdálkodás, mezőgazdaság, régészet területén. Megnyílt az érdeklődés az új információ iránt a hazai tudományos életben is. Ennek egyik jele volt, hogy az Asztronautikai Szakosztályon belül „Földfelszíni és meteorológiai megfigyelések a világűrből” elnevezéssel új munkacsoport jött létre. Ebben szinte a felsorolt tudományágak valamennyi területe képviseltette magát. A havonta megtartott találkozók jó lehetőséget biztosítottak az eszmecserére és felszínre hozták azokat a problémákat, amelyekben az újfajta műhold-információ alapján előrelépés történhetett. Egyúttal körvonalazódtak azok a területek, ahol a hazai szakemberek együttműködése kívánatos és eredményel járhat.

A műhold-meteorológia hazai elismertségét jelzi az a tény, hogy 1973-ban az Eötvös Loránd Tudományegyetem Meteorológiai Tanszéke részéről Dobosi Zoltán professzor felkérte Tanczer Tibort, hogy „Műhold-meteorológia” címmel kollégiumokat tartson a meteorológiai szakos hallgatók számára, akkor még fakultatív formában. Érdeklődés merült fel a Magyar Honvédség Repülési Időjelző Központja részéről is. Így az egyetemről kikerülő meteorológus nemzedék és a katonai repülés időjárás biztosítását végző szakemberek már tájékoztatást kaptak az űrtechnika révén a légkör megfigyelése terén kitárult újfajta lehetőségekről és az újfajta információ gyakorlati hasznosításáról.

„Egységben az erő” – Kozmikus Meteorológiai Főosztály (1974-1979). 1974-ben Dési Frigyes nyugdíjba vonulásával új, fiatalokból álló vezetés került az OMSZ élére. Ez változást hozott a kozmikus meteorológia szervezeti formájában. Megszüntették az ilyen kutatások szétdaraboltságát, és arra törekedtek, hogy ezen a területen munkálkodó egységeket lehetőség szerint egyetlen főosztály keretén belül egyesítsék. Így jött létre a Kozmikus Meteorológiai Főosztály Tanczer Tibor vezetésével. A főosztály elhelyezésére a pestiőrinci Központi Légkörfizikai Intézetet jelölték ki, ahol a meteorológiai

műholdak adásait vették és ahol a magas- és felsőlégkörre vonatkozó kutatások folytak.

A főosztály keretébe négy egység tartozott:

Műholdmeteorológiai Csoport (később osztály), Tanczer Tibor irányításával; mindössze 3 fővel indult. E csoport volt hivatott a műholdképek értékelésére az előrejelző szolgálat számára, azok archiválására, és a képekre épülő, elsősorban szinoptikus meteorológiai kutatások végzésére.

Műholdas Sugárzási Osztály, Major György vezetésével; a földi sugárzásmérés is ide tartozott, így az 5 fős létszámból mindössze hármat érintett a műholdas kutatás. Az osztály a műholdas sugárzásmérésekből a légköri állapotjelzők leszámaztathatóságának és a sugárzási egyenleg meghatározásának kérdésével foglalkozott. Ezen a téren a külföldről kapott adatokat használták.

Ionoszféra Osztály, Saikó János irányításával; 4 fő. Az ionoszféra-méréseknek immár két évtizedes múltja volt a szolgálatnál. Korábban a mérések az Aerológiai Observatóriumban folytak, majd azok Békéscsabára kerültek. Itt a naptevékenység és a felsőlégkör közötti kapcsolat vizsgálata került előtérbe.

Magaslégkör Kutató Csoport, Borbély Edit vezetésével; mindössze 2 fő. A csoport a 30-35 km-t is elérő rádiószonda mérések alapján végzett kutatásokat a sztratoszférában lejátszódó folyamatokra vonatkozóan.

Az új felállás racionális volt abból a szempontból, hogy a kozmikus meteorológia most már szinte egyetlen helyen koncentrálódott. A kihelyezett kutatások jórészt leépültek, minimálisra csökkentek. Ez alól kivétel a Meteorológiai Tanszék, ahol az ilyen irányú tevékenység továbbra is folytatódott, szép eredményekkel. Pozitívuma volt az átszervezésnek, hogy a műholdképek vétele és feldolgozása közel került egymáshoz. Hátránya maradt azonban egyrészt a műholdképekre alapozott kutatás számára a szinoptikus anyagtól való elzártág, másrészt az előrejelző szakemberek a műholdas információt közvetlenül még mindig nem kaphatták meg.

A főosztály létszáma az induláskor alig haladta meg a 10 főt, de az Űrkutatási Bizottság hathatós támogatásával a létszám rohamosan növekedett, 2-3 év leforgása alatt megduplázódott. Ez már elhelyezési problémát vetett fel. Ezért 1977-ben a KLFI tágas udvarán két, egyenként kb. 150 m²-nyi alapterületű faház épült.

A felhőzeti információt még az 1968-ban felbocsátott ESSA-8 műhold televíziós felvételei jelentették. A műhold messze felülmúlta 1-2 évre tervezett élettartamát. Bár az új generációs műholdcsalád (TIROS-M) 1970-ben megjelent, rendszeres vétele nálunk csak 1976-ban indult el. Az új műholdszéria annyiban jelentett változást e téren, hogy a televíziós képeket felváltotta a letapogatásos sugárzási információ, egyidejűleg két tartományban: a látható hullámhosszon és az infravörös légköri ablakban. Ennek vételéhez a képmegjelenítő rendszert át kellett alakítani, és el kellett végezni a képekre illeszthető földrajzi hálózat kiszámítását.

A Sugárzási Osztályon az elméleti kutatásnak nem volt akadály, hosszú ideig a Nimbus 3-ról és Nimbus 4-ről

sugárzó sugárzási adatokkal dolgoztak. Később lehetőség nyílt a szovjet Meteor műholdak adatainak a felhasználására is.

A magaslégkör vizsgálatához akkor négy budapesti fel szállás állt rendelkezésre, majd néhány rakétás mérés adatai is eljutottak hozzánk. Az ionoszféra-mérések anyaga külföldről is elismerést váltott ki. Mindkét témakörben azonban csupán egy-egy tudományos munkaerő dolgozott. A főosztályi keretek között jelentős eredmények születtek.

Megállapítást nyert, hogy a frontfelhőzet jellegéért elsősorban a termobárikus szolenoidok száma, a cirkulációs gyorsulás a felelős. A felhőzet jellegével szoros kapcsolatot mutató prediktorok alapján statisztikai csapadék előrejelző eljárást dolgoztunk ki. A módszer a csapadék előfordulását 80%-os bevalással, mennyiségét 0,5-es korrelációs koefficienssel jelezte (Tánczer Tibor). Vizsgáltuk az anticiklonok felhőzeti viszonyait, genetikai hátterét a nagytér-szerű feláramlás, a konvekció és a turbulencia összefüggésében (Fekete Ilona). Az Alpok hótakarójának műholdas felvételei és a csapadékmérő állomások adatai alapján a felmelegedési periódusok hőösszegének figyelembevételével módszert dolgoztunk ki a dunai árhullámok előrejelzésére, a bécsi vízmérce magasságával tesztelve (Jakus Emma–Tánczer Tibor). A műholddal megfigyelt felhőzet magassági elrendeződése alapján kísérlet történt az alsótroposzféra telítettségi viszonyának meghatározására (Tánczer Tibor). Megkezdődött a felhőzeti mező klimatológiai vizsgálata 5 éves időszakra műholdas felhőképek segítségével. Próbálkozás történt a kapott térképek légkörfizikai interpretálására (Róth Renáta).

A Sugárzási Osztály vizsgálta a légköri elnyelést a rövidhullámú tartományban. Regressziós összefüggést állítottak fel a műholdon mért albedó alapján a légköri elnyelés mértékére. Major a légköri elnyeléssel kapcsolatos vizsgálataival kandidátusi címet szerzett (1975). Megállapította, hogy a napsugárzás légköri elnyelésében mutatkozó, a földrajzi szélességgel és évszakkal kapcsolatos változások jórészt az aeroszol elnyeléssel magyarázhatók. Kutatást folytattak a szén-dioxid átbocsátásával kapcsolatban a függőleges hőmérsékleti profil meghatározására (Miskolci Ferenc). A hőmérsékleti profilt a légköri optika inverz feladataként iterációs eljárással határozták meg. Elvégezték az átbocsátási függvények hőmérsékleti korrekcióját (Molnár Gyula.). Számításokat hajtottak végre a légkör és a felszín sugárzási egyenlegére vonatkozóan a műholdas

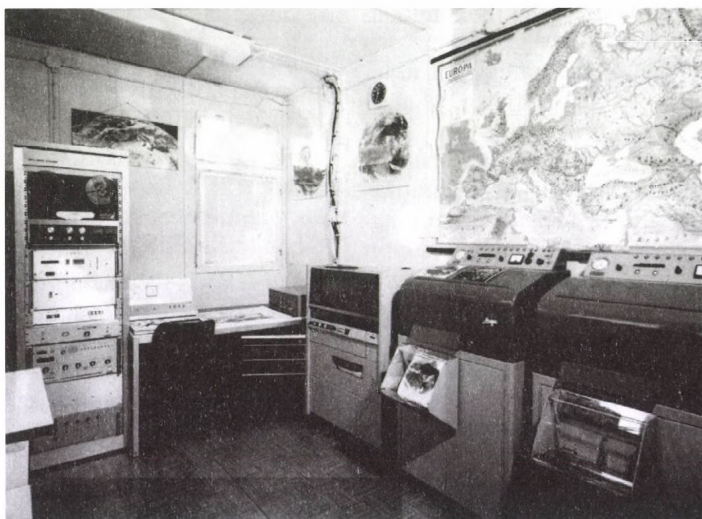
sugárzási adatok alapján, és keresték az összefüggést a légkör felső határán a műhoddal mért és a felszíni mérések között (Major György és Paál Anikó). Meghatározták a különböző éghajlati övekre a sugárzási mérleg egyes összetevőit (Major György.). Vizsgálták az ózonátbocsátást, hogy a műholdas mérésekből meghatározzák az ózontartalmat (Miskolci Ferenc és Major György). E kutatások eredményeiről több tanulmányt külföldi folyóiratokban publikáltak.

Az Ionoszféra Osztály vizsgálta az ionoszféra viharoknak a naptevékenységgel való kapcsolatát. Megállapították, hogy a geomágneses viharok idején a légsűrűség növekedése a maximális elektronsűrűség csökkenésével jár együtt (Paál Anikó), és a sztratoszféra felmelegedését már 1-2 nappal korábban megelőzi az ionoszféra E-rétének emelkedése (Saiók János).

A magaslégkör kutatás a sztratoszférikus háborgásokra irányult eleinte kizárólag a rádiószondás majd a volgográdi rakétás mérések alapján is. A sztratoszférikus felmelegedéssel kapcsolatban annak felülről lefelé való terjedését mutatták ki, ami együtt járt az ózontartalom és a geomágneses erőter növekedésével. A felmelegedés a Nap 10,7 cm-es rádiósugárzásával 3-7 napos késéssel ellentétes kapcsolatot mutatott. Ami az ózontartalom változását illeti, az emelkedő trend az

északi hemiszférán egyértelműen bebizonyosodott (Borbély Edit).

Kozmikus meteorológiai kutatásaink elismerést váltottak ki mind más hazai mind nemzetközi fórumokon is. Előadásokkal vettünk részt az 1974. évi varsói Interkozmosz szimpóziumon, a COSPAR 1975. évi várnai és az 1978. évi innsbrucki kongresszusán. Jelentős szerepet játszottunk a MANT-on belül. 1974-től két évenként szimpóziumra került sor a Földfotó Munkacsoport rendezésében, ami a műhold-meteorológia seregszemléje is volt. E rendezvényeket nagy érdeklődés kísérte, az ülések elnöki tisztét neves professzorok vállalták. Az 1976. évi szimpóziumon már 7 előadással képviseltettük magunkat. A csúcst az 1978. évi szimpózium jelentette, amelyen 12 meteorológiai előadás hangzott el. Ezen először szerepelt az erőforrás kutató műholdaknak mezőgazdasági alkalmazása. Az Interkozmosz együttműködés keretében jelentős magyar részvétellel figyelemre méltó kiadvány született orosz nyelven a Gidrometeoizdat kiadásában „Kézikönyv a műholdadatok felhasználásáról az időjárás analízisében és előrejelzésében” címmel.



Műholdvevő szoba a Központi Légkörfizikai Intézetben Pestszentlőrincen az azóta lebontott faházban. 1985

A magasléggörrel és az ionoszférával kapcsolatos kutatásainkról a MANT által változó helyszínnel megrendezett Ionoszféra és magnetoszféra szemináriumokon számoltunk be. E rendezvényeknek nagy szerepe volt a hasonló témákban kutató szakemberek közötti kapcsolatok kialakításában.

Az ELTE-n a műhold-meteorológia kollégium a meteorológus szakos hallgatók számára kötelező tárggyá lépett elő. Oktatásához 1978-ban „Műhold-szinoptika” címmel egyetemi jegyzet került kiadásra (Tánczer Tibor).

A 70-es évek végére a Meteorológiai Világszervezet nagyszabású világméretű megfigyelési és kutatási programot tervezett. Ebben a hatalmas vállalkozásban a meteorológiai műholdaknak elsődleges szerepet szántak. A napi két kvázipoláris pályán keringő műhold mellett az egyenlítő körül 5 geostacionárius műholdból álló hálózatot kívántak megvalósítani. A megfigyelések körét kiszélesítették, az adattovábbítást már a digitális technika uralta.

E program keretében 1978-ban megjelent a TIROS műholdak új generációja, a TIROS N sorozat. A műhold már 5 sávon sugárzott digitális képeket, ráadásul az APT képek ún. linearizálás után kerültek kisugárzásra. Ez azt jelentette, hogy a sávos letapogatás során csak minden harmadik sor került kisugárzásra és a sorok mentén a képelemek változó mértékű összevonására került sor. Így a felvétel nagyjából azonos léptéket vett fel, szinte térképszerűvé vált. Vevőrendszerünk 1979-ben vált alkalmassá ezen új típusú APT-képek vételére. 1977 végén került fellövésre az ESA (European Space Agency) első geostacionárius műholdja, a METEOSAT-1 a 0°-os meridiánon a Guineai-öböl fölé. A műhold a digitális adás mellett az ún. WEFAX (Weather Facsimile) adások keretében a teljes földtányért felöllelő felvételeket szektorokra bontva sugározta ki. A felvételek a látható tartományban, a légköri ablakban és a vízgőz elnyelési sávjában készültek. Ily módon már félóránként, tehát a nagyméretű időjárási rendszerek szempontjából nézve szinte időbeli folyamatosságában vált követhetővé a felhőtakaró változása.

Az új információ nagy lehetőségeket tárt fel a hazai kutatás előtt. Műszaki szakembereink rövid idő alatt megoldották a METEOSAT adások vételét. Hogy az új információ most már az operatív szolgáltatokban is profitáljon, a KEI-ben és a ferihegyi meteorológiai részlegenél K-560 típusú fotoregisztráló került elhelyezésre. Így a vétellel egyidejűleg már a két előrejelző részlegenél is hozzájuthattak a műholdfelvételekhez. A műholdak vétele az Ionoszféra Osztályhoz került, ehhez az osztály létszáma 4 fővel (köztük egy elektromérnökkel) gyarapodott. A képek értékelésére egy EMR-810-es adatmanipulátor szereztünk be. A Műhold-meteorológiai Osztály hozzájutott egy francia gyártmányú CII-10010-es elektronikus számítógéphez. Ezt alkalmassá kellett tenni a műholdadatok fogadására és feldolgozására. A feladat elvégzéséhez 3 fő fejlesztés (köztük egy programozó matematikus) történt. A műholdpálya számítás csillagász végzettségű szakember tette még pontosabbá (Timon Ildikó). A Műholdas Sugárzási Osztály szintén három fővel (két tudományos munkatárssal) gyarapodott.

Így az évtized végére mind a technikai fejlesztés, mind a személyi állomány megnövekedése olyan szintet ért el, ami jelentősen kiszélesítette a lehetőségeket a műhold-meteorológia kibontakozása előtt. Egyértelművé vált, hogy a hazai műhold-meteorológia főleg két irányban fog tovább fejlődni, egyrészt a műholdfelvételeknek hasznosításával az időjárási folyamatok jobb megismerése végett, beleértve a felvételeknek maximális operatív kihasználását, másrészt a sokrétű műholdas sugárzásméréseknek kiaknázásával, elsősorban a függőleges hőmérsékleti, nedvesség és ózon-profil valamint a sugárzási mérleg meghatározása területén.

„Fölpörög a technika, látványos eredmények, nemzetközi elismertség” (1979-1986). A 70-es évek végére időzítették az egész Földre kiterjedő megfigyelési és kutatási programot (GARP). Ebben az ürtechnikanak elsődleges szerepet szántak, ami a kvázipoláris, napszinkron pályán keringő napi két (délelőtti és délutáni) műholdon felül az egyenlítő körül 5 tagból álló geostacionárius műholdrendszerrel, a megfigyelések körének kiterjesztését, a digitális adatszolgáltatást, földi objektumok méréseinek összegyűjtését jelentette. A program a terveknek megfelelően sikeresen lezajlott.

A hazai műhold-meteorológia igyekezett felzárkózni a technikai fejlődéshez, és ebből kifolyólag a kutatások színvonalának emeléséhez. A Kozmikus Meteorológiai Főosztály működése két terület irányában polarizálódott: egyrészt a műholdképek vételére, feldolgozására és a rájuk épülő kutatásokra, másrészt a műholdas sugárzásméréseken alapuló vizsgálatokra, elsősorban a függőleges hőmérsékleti és ózonprofil valamint a sugárzási mérleg meghatározására. A műholdas ózonszámításokkal kapcsolatos vizsgálataival Miskolczi Ferenc 1981-ben kandidátusi fokozatot szerzett. A főosztály munkatársainak túlnyomó többsége az említett két témakörben munkálkodott. Ez a körülmény szétfeszítette a főosztályi kereteket, a két kutató egység önálló szervezeti keretek között működött tovább.

A kvázipoláris műholdak (NOAA, Meteor) vétele jelentősen tökéletesedett. A geostacionárius METEOSAT műhold vételére egy 10 m magas torony tetején felállított parabola antennát helyeztek el. A vevőrendszer kifogástalan vételt biztosított. A műholdképek vétele és előfeldolgozása a továbbiakban az Ionoszféra Osztály munkájának egyik fő feladata lett. A Műhold-meteorológiai és a Sugárzási Osztály ugyancsak megnövekedett kutatói és technikai apparátussal működött tovább.

A műholdfelvételek feldolgozásával kapcsolatban több irányban is történtek lépések. Beszereztünk egy EMR 810-es Schlumberger típusú adatmanipulátort, amely az analóg felvételeknek bizonyos szempontok szerinti feldolgozását tette lehetővé. A CII-10010-es francia gyártmányú, leselejtezett számítógépet sikerült üzemképessé tenni. Pintér Ferencnek köszönhetően a fejlesztés során a számítógép alkalmassá vált a műholdak adásainak fogadására, az analóg képek digitalizálására, számítógépre vitelére és feldolgozására. Tevékenysége csodálatot keltett a munkatársak körében, amit Mészáros igazgató fejezett ki a legjobban, amikor egyenesen mágnusnak titulálta őt. További lehetőséget jelentett a Számítástechnikai Koor-

dinációs Intézettel kialakított együttműködés. Egy PDP/34-es majd PDP 11/45-ös és R-10-es számítógépen kezdhettünk el kísérleteket a műholdfelvételek digitális feldolgozására. Az adatok normalizálása a már említett adatmanipulátoron történt. Ily módon lehetőség nyílt a felhőzeti mező minden eddigénél behatóbb analizisére. A digitális technika egyik melléktermékeként megindult a magassági szélmező leszármaztatása az egymásra következő METEOSAT felvételekből.

Az 1980-as esztendő kiemelkedő éve volt a magyar űrkutatásnak. Májusban a szovjet Szaljut-6 fedélzetén magyar űrhajós, Farkas Bertalan is helyet kapott. Nem sokkal később június 2-14. között Budapesten tartotta kongresszusát a COSPAR. A meteorológiai tárgyú szimpózium a FGGE (First GARP Global Experiment) folyamán elért első eredményekről szólt. A 70-es évek végén bekövetkezett fejlődésnek köszönhetően 6 hazai előadással képviseltük magunkat. A magyar kutatók megbecsülését jelzi, hogy Dobosi Zoltán professzor és Tanczer Tibor raportóri tisztséget töltöttek be, ezen felül megbízatást kaptunk a közel 50 előadásból álló, a Pergamon Press kiadásában megjelenő szimpóziumi kötet szerkesztésére (*Götz Gusztáv, Major György és Tanczer Tibor*). Először számolhatunk be nemzetközi fórumon az SZKI-val folytatott együttműködés keretében a felhőzeti mező objektív analiziséről (mennység, fajta, magasság, változás).

Kiteljesedtek a felhő-klimatológiai kutatások az európai és az atlanti térségre. A felhőfedettség éghajlati jellemzőinek előállításán felül a különböző makroszinoptikus helyzetekhez tartozó átlagos felhőeloszlásról is képet kaptunk. Elismeréssel kell megemlékeznünk Róth Renáta e téren végzett munkásságáról, ami komoly nemzetközi visszhangot kapott. A Nemzetközi Éghajlati Világprogramon belül Nemzetközi Felhőklimatológiai Projekt kidolgozását határozták el (1980). Róth kiemelkedő tevékenységét jelzi ezen a téren, hogy a téma szakembereinek egyik ülésére Budapesten került sor.

Lépések történtek most már a saját számítógép parkunkon az objektív nefanalízis technika kidolgozására. Lehetővé vált a jelintenzitások hisztogramjának, szórásának előállítása. Módszert fejlesztettünk ki a felhőfedettség, a felhőfajta, a felhőzet hőmérsékletének (magasságának) a megállapítására, a partvonalak képre vitelére. Lehetőség nyílt derült idő esetén a légköri ablakból nyert adatok alapján az aktív felszín (talajfelszín) hőmérsékletének kiszámítására. Megkezdődhetett a műhold- és radar adatok komplex analizise az információk azonos térképvetületre történő transzformálásával. Megoldottuk a meteorológiai mezők megjelenítését a műholdfelvételeken bilineáris interpoláció alkalmazásával. Fényességi kiegyenlítő programot dolgoztunk ki a METEOSAT látható tartományban készült felvételeire. Leglátványosabb talán a METEOSAT egymás utáni felvételeiből összeállított hurrok-film volt, amely időbeli folytonosságban képes megjeleníteni a felhőtakaró alakulását (fejlődését, áthelyeződését).

Kiszélesedtek a műholdak sugárázsméréseire alapuló kutatások. Vizsgálták a szén-dioxid üvegház hatását. Tanulmányozták a vízgőz átbocsátását 1-100 mikrométer között. Kísérletet tettek a globálisugárzás műholdadatokat

alapján való kiszámítására, felhasználva a földi látástávolság észleléseket (*Paál Anikó*). Előállították a globálisugárzás havi és évi térképeit az ország területére 25 évi megfigyelési anyag alapján. A felhőzet jellemzésére bevezették a relatív fényesség fogalmát. Ugyanilyen alapon vizsgálták a Föld-légkör rendszer albedóját. A kutatáshoz a METEOSAT felvételek MOMCOLOR-D berendezéssel történő digitalizálását használták fel. A műholdas szondázási adatokra alapozva módszert dolgoztak ki a felhőzet magasságának és a borultságnak megállapítására (*Molnár Gyula*). Kutatásokat végeztek műholdas sugárázsmérések alapján a légkör különböző rétegeiben a sugárázási mérleg hosszuhullámú összetevőinek meghatározására. A Meteorológiai Világszervezet megbízásából elkészítették az egész Földre a relatív globálisugárzás eloszlását a műholdmérésekből megállapított átlagos fényesség és 270 felszíni állomás adatai alapján. Az eredményeket a WMO Technical Note kiadásában tette közzé.

Vizsgálták a műholdfelvételeken jól látható orográfikus lee-hullámok keletkezési feltételeit (*Ambrózy Pál*). A cellás konvekció területén kiszámították a felhőfedettség mértékét (*Timon Ildikó és Tóth Endre*). A felhőzet hőmérsékletek ismeretében a 850 HPa-os geosztrifikus örvényesség bevonásával csapadék-előrejelzési technikát dolgoztunk ki. A fényesség értékeit a MOMCOLOR-D digitalizáló berendezéssel állítottuk elő. A területi csapadékatlagra a Dunántúlon és az Alföldön elfogadható eredményt kaptunk. A csapadék előrejelzés műholdadatai nyújtotta lehetőségeiről külön kiadvány született (*Saikó János és Tanczer Tibor*). Csapadék-előrejelzési kísérleteinkről 1980 augusztusában az IAMAP Hamburgban rendezett szimpóziúmán számoltunk be. Ezen, a budapesti műhold-meteorológiai COSPAR szimpóziúm sikerének elismeréseképpen, Tanczer Tibor mint a szervezet megbízott képviselőjeként vehetett részt.

Új antennarendszer került felállításra, amely már biztosította a függőleges szondázási adatok (TOVS) vételét. Megtörtént a műholdvevő állomás teljes automatizálása. Kidolgoztak olyan technikai megoldást, amely a vétellel egyidejűleg biztosította a földrajzi hálózat képre vitelét. A műszaki fejlesztés György István mérnök irányításával és tevékeny részvételével ment végbe.

Statisztikus inverziós modell került kifejlesztésre a SA-RAD clear radiance adatok alapján a függőleges hőmérsékleti profil előállítására végett. Vizsgálatok kezdődtek a műholdas információk felhasználására a meteorológiai mezők objektív analizisében. Ebben elsősorban függőleges hőmérsékleti profil műholdas mérései, az ún. SATEM-adatok jöttek számításba, amelyek a négydimenziós adatasszimilációban kecsgettettek eredménnyel (*Dévényi Dezső*).

Ami a felsőlégköri kutatásokat illeti, vizsgálták a rövidtartamú ionoszféra-háborgások gyakoriságát. Jó összefüggést találtak a jelenségek és a naptevékenység, valamint ezzel összefüggésben a földmágneses háborgások között. Ugyancsak szoros kapcsolat mutatkozott az F2 réteg változásai (maximális elektron-sűrűség és magasság) és a naptevékenység között.

A műhold-meteorológia terén elért gazdag eredményekről számos hazai és nemzetközi fórumon számoltunk be. 1983-ban a meteorológiai tudományos napok témája a műhold-meteorológia volt, amelyen már helyet kaptak a távérzékeléssel foglalkozó előadások. 1980-ban majd 1984-ben a MTESZ-en belül működő Földfotó Munkacsoport tartott szimpóziumot. Ez utóbbit szinte a meteorológusok uralták, miután részükről 11 előadás hangzott el. 1985-ben az MTA Interkozmosz Tanács rendezett nagyszabású szimpóziumot a hazai űrkutatásnak az 1980-85 között elért eredményeiről, amelyen a meteorológusok 5 előadással szintén képviseltették magukat. De a COSPAR 1984. évi Grázban megrendezett kongresszusán is előadásokkal ott lehettünk.

„Új felállásban; KEI, Számítóközpont” (1986-1990). Már a 70-es évek második felében egyre jobban előtérbe kerültek az ún. erőforrás-kutató műholdak megfigyelésén alapuló vizsgálatok. Bozó Pál irányításával az OMFB jelentős támogatása mellett a 80-as évek elején megkezdődött a Landsat típusú erőforrás-kutató műholdak adatainak feldolgozása, elsősorban mezőgazdasági célú hasznosítása. Ennek érdekében beszereztünk egy francia gyártmányú, ún. PERICOLOR 2000 képfeldolgozó egységet.

A meteorológiai műholdak által továbbított adatoknál mindinkább a digitális vétel és az azon alapuló kiértékelés volt a kitűzött cél. Ez biztosította az adatok sokirányú felhasználhatóságát és mennyiségi információ elérését, akár a felhőtakaróra, akár egyes meteorológiai elemek függőleges profiljára vonatkozóan. Ezt a célkitűzést az OMSZ vezetésén felül magáévá tette az OMFB, és napirendre került egy digitális műholdvevő állomás beszerzése. Kilátásban volt egy nagyteljesítményű számítógép vétele is. Mindkettő telepítésére a KEI lett kijelölve. A vevőállomásra nézve a takarékosági szempontok szem előtt tartásával a hazai kivitelezés látszott a legösszerűbb megoldásnak. Megépítésére a BME Mikrohullámú Tanszéke kapott megbízást. Az adatfeldolgozást kiszolgáló egység, egy TPA 11/48-as számítógép leszállítását az SZKI vállalta fel, és azt már 1986-ban teljesítette. A BASF számítógépet 1987-ben vetjük. Ugyanakkor a METEOSAT adásainak vételére szolgáló vevőberendezés 1989-ben, míg a NOAA műholdakra 1991-ben készült el. Az archiválás az installált BASF-

típusú számítógépen folyt. A rendszer, ha nem is volt teljesen üzembiztos, az elindulást jelentette a legfejlettebb digitális technika irányában.

Ilyen körülmények között az eddigi struktúra gyökeres átalakítása mellett született döntés. Ez azt jelentette, hogy a műholdképek vétele és kiértékelése teljesen átkerült a KEI-be. A fényképes előállítás a felvételek monitoron való megjelenítése váltotta fel. Az elsődleges információ-forrás a METEOSAT műhold sugározta képanyag lett. A képeket a vétellel egyidejűleg az Előrejelző



Az első számítógépes rendszer a műholdképek feldolgozására, a Központi Légtérfizikai Intézetben, az azóta lebontott faházban. 1985

Osztályra és a Csapadék-szinoptikai Osztályra is továbbították. Tanczer Tibor tudományos tanácsadói minőségben szintén a KEI-ben folytatta munkáját.

Az átszervezés fonákja, hogy a műholdképekre épülő szervezett kutatás megszűnt. Visszatért a 60-as években kialakult helyzet, melyben az ilyen kutatásokat önszerveződés formájában végezték. Ebben a vonatkozásban Tanczer mellett Kapovitsné Róth Renáta, Bodolainé Jakus Emma és Pintér Ferenc munkásságát kell kiemelnünk. A felhőklimatológiai kutatás befejeződött, és ugyanerre a sorsra jutott a magaslégkör kutatás is. Kapovitsné Róth Renáta és Borbély Edit közeli nyugdíjazásáig a KMI-ba került. Az Ionoszféra Osztályon viszályt az a korábbi állapot, amikor kizárólagosan az ionoszféra vizsgálatával foglalkoztak. A kutatás tárgyát elsősorban a naptevékenységnek és a földmágnességnek az ionoszféra állapotával való kapcsolata képezte. Az eredményekről az Ionoszféra-Magnetoszféra Szemináriumokon számoltak be.

Létrejött az országos radarhálózat. A radaros megfigyelési adatok, a műholdas és a hagyományos információk lehetőséget nyújtottak az időjárás minden eddiginél behatóbb komplex analizésére. Ez a közelítés vált uralkodóvá az időjárás előrejelzés új ágazatában, az ún. nowcastingban, ami az ultrarövidtávú előrejelzést és a veszélyes időjárási jelenségekre való figyelmeztetést foglalja magában. Az ebben az irányban végzett kutatások igazolták a komplex analizis technika eredményességét (Böncz József, Kapovits Albert, Pintér Ferenc és Tanczer Tibor).

A korábbiakban nehézséget jelentett, hogy az említett három megfigyelés más-más képi illetve térkép formátumban jelent meg. Ezért elvégeztük a műhold és radar adatok poláris sztereografikus vetületre való transzformációját (Meszlényi Ágota, Tanczer Tibor és Tóth Pál).

A műholdmegfigyelések alapján a 80-as évek elején felismerték az ún. MCC-eket, amelyek hatalmas kiterjedésű, önálló életet élő, a nagyléptékű folyamatokat is befolyásoló zivatarképződmények. Miután kiderült, hogy e jelenség az európai térségben, sőt a Kárpát-medencében is előfordul, megkezdtek ezeknek statisztikai felmérését és szinoptikai vizsgálatát (*Bodolainé Jakus Emma és Tanczer Tibor*).

Egy-két év elmúltával kiderült, hogy a műholdfelvételeken alapuló kutatás nem nélkülözheti a szervezeti egységet. A kialakított Számítóközpontban jól haladt a számítógépes rendszer kiépítése és várható volt a digitális vezérlőrendszer üzembe helyezése. Ezért a Számítóközpont önálló egységgé lépett elő Major György vezetésével. Tanczer Tibor irányításával megalakult a Műhold-meteorológiai Osztály, Bozó Pál pedig a Távérzékelési Osztály vezetésére kapott megbízást. Mindkét osztály munkatársai frissen végzett diplomások közül kerültek ki, a számítástechnikai kiszolgálást végző személyzet is magasan képzett volt.

Folytattuk a kutatást az objektív nefanalízis technika kidolgozása irányában. A kutatás most már digitális felvételek alapján történt. Kezdetben az alapadatokat a Szlovák Meteorológiai Szolgálattól kaptuk. A vizsgálat keretében hisztogram analízist végeztünk, küszöbtechnikát alkalmaztunk és tanulmányoztuk a koherencia mértékét. Eleinte csak a látható tartományban készült METEOSAT felvételekre dolgoztunk ki eljárást (*Tanczer Tibor, Ketskemény László és Lévai Gábor*). Ebben a fő figyelmet elsősorban a képelemeken belüli felhőzet becslésére fordítottuk. Később az infravörös képek bevonásával a MOS-1 japán műhold felvételei alapján egy bispektrális komplex analízis eljárást fejlesztettünk ki 15 felhőfajta megkülönböztetésével (*Tanczer Tibor*).

Idővel ezt az eljárást továbbfejlesztettük az aktuális függőleges hőmérséklet-eloszlás figyelembe vételével. A MOS-1 műholdnak a vízgőz elnyelési sávjában készült felvételeiből kísérletet tettünk a kihullható víztartalom becslésére, aminek ismerete a csapadék előrejelzésnél nélkülözhetetlen. Az így nyert értékek és a rádiószonda felszállásból számított adatok között szoros kapcsolatot kaptunk (*Tanczer Tibor*). Az elért eredményekről nemzetközi fórumokon, elsősorban COSPAR kongresszuson (Helsinki, 1988; Hága, 1990) számoltunk be.

Vizsgáltuk egy hidegcsepphez kapcsolódó regionális ciklonban az instabilitási vonal kialakulását és fejlődését izentropikus analízis segítségével (*Bodolainé Jakus Emma és Tanczer Tibor*). A frontális felhőöv időbeni alakulására a légköri dinamika alapján konceptuális modell került kidolgozásra (*Tanczer Tibor*). Ebben a frontális felhőöv-

nek három fázisát különböztette meg: genezisést, a vonuló fázist és az elkeskenyedő, felbomló frontolízis állapotát.

Folytatódott a műhold-meteorológiai kollégium az ötöd-éves meteorológus szakos hallgatók számára. 1988-ban az Akadémiai Kiadó gondozásában megjelent a Műhold-meteorológia c. kézikönyv. Ez igyekezett összefoglalni a műhold-meteorológia első évtizedeiben elért eredményeket, kitérve a hazai munkákra is. A könyv elnyerte a Magyar Meteorológiai Társaság nívódíját.

1989-ben bekövetkezett a rendszerváltás, ami az INTERKOZMOSZ szervezet megszűnéséhez vezetett. Hasonló sorsra jutott az Űrkutatási Bizottság. Rövid ideig a hazai űrkutatási ügyek Mádl Ferenc, későbbi köztársasági elnök felügyelete alá kerültek, majd 1992-től annak koordinálását és anyagi támogatását az OMFB felügyelete mellett működő Magyar Űrkutatási Iroda vette át. Az OMFB akkori vezetője Pungor Ernő volt. A szervezeten belül Tófalvi Gyula mérnök irányításával létrejött az Űrkutatási Tudományos Tanács, amelybe Tanczer Tibor kapott meghívást, aki 1995-ig képviselte a műhold-meteorológiát.

Lépések történtek az együttműködésre a nyugati űrkutatási szervezetek irányában. 1992-ben már előzetes egyezmény aláírására került sor az EUMETSAT-tal, amely a továbbiakban támogatta szakembereink részvételét a szervezet rendezvényein, emellett biztosította a műholdak adásainak térítésmentes vételét. Ebben az esztendőben volt a Szputnyik-1 felbocsátásának 35. évfordulója. Ebből az alkalmából Nemzetközi Űrétvet hirdettek meg. Ennek hazai megünneplését jelezte, hogy a Meteorológiai Tudományos Napok témájául a műhold-meteorológiát tűzték ki. Itt már a műholdas megfigyeléseknek az éghajlatváltozás vizsgálatában betöltött jelentős szerepéről is beszámoló hangzott el. Mind több kutatónk jutott álláshoz az Amerikai Egyesült Államokban elsősorban műhold-meteorológiai témában. A Pentagonnál (később Közép-Európai Együttműködés elnevezést viselő) szervezeten belül a műhold-meteorológia önálló témaként szerepelt, a nowcasting témában pedig fő szerephez jutott. Ezen a téren szoros együttműködés alakult ki az Osztrák Meteorológiai Szolgálattal.

A kutatások eredményességét jelzi, hogy ebben a periódusban hárman is kandidátusi fokozatot szereztek műhold-meteorológiai témában. 1987-ben Rimócziné Paál Anikó a felszínre érkező napsugárzásra dolgozott ki eljárást műholdfelvételek alapján. Kapovitsné Róth Renáta 1989-ben az Európa fölötti összfelhőzet klimatológiai vizsgálatával nyerte el a címet. Dévényi Dezső pedig „Műholdas adatok alkalmazása a meteorológiai mezők objektív analízisében” címmel írt értekezésével szerzett akadémiai minősítést.

A NEMZETKÖZI ÉS A HAZAI KAPCSOLATOK SZEREPE AZ ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT MŰHOLDAS TEVÉKENYSÉGÉNEK TÖRTÉNETÉBEN

THE ROLE OF THE INTERNATIONAL AND NATIONAL RELATIONS IN THE HUNGARIAN METEOROLOGICAL SERVICE'S SATELLITE ACTIVITY

Major György

major.gy@met.hu

Összefoglalás: Ez a beszámoló áttekinti a magyar műhold-meteorológusok tevékenységének kapcsolódását a nemzetközi és hazai szervezetekhez, törekedve a teljességre.

Abstract: This report gives a full picture of the relations of the Hungarian satellite meteorologists community to the international and national organizations.

Bevezetés. Ebben az írásban eddig is, ezután is végig az OMSZ név szerepel, noha tudom, hogy 1970 előtt a szervezet más neven működött. Úgy gondolom, ez a pontatlanság nem vezet félreértésekhez, ezért megengedhető ez az egyszerűsítés. Az Országos Meteorológiai Szolgálatnál folyó, műhold-meteorológiával foglalkozó tevékenység előzményeit és 1995-ig történt eseményeit megírta Tünczer Tibor az OMSZ 125 éves fennállásának alkalmából kiadott kötetben (*Fejezetek a magyar meteorológiai történetéből, 1971-1975, OMSZ, 1995, pp 131-141*). Az anyag 1995 utáni időszakra vonatkozó bővítéssel, de erősen rövidítve a leadott kéziratához képest, megjelent az Élet és Tudományban (Tünczer Tibor, Rimóczi-né Paál Anikó, Putsay Mária: *Az időjárás felülnézetből, Élet és Tudomány, 2010. január 22.*). Ez a két írás tartalmazza az alapvető tényeket a hazai meteorológusok műholdas tevékenységéről. A terjedelmi korlátok miatt azonban sok fontos részlet nem szerepel.

2013-ban volt 50 éve, hogy a folyamatos és rendszerszerű műholdas munka megindult az OMSZ-ben azzal, hogy Tünczer Tibor megkezdte műholdas referenci tevékenységét. A korábbi, folytatás nélküli akciók csak előzménynek tekintendők. Úgy gondolom, hogy szükséges (és ma még lehetséges, mivel még itt van azon kollégák egy része, akik a kezdetektől benne voltak a munkában) egy olyan, terjedelmi korlátoktól mentes, teljesen részletes és teljesen hiteles, valamint személyes megjegyzésekkel és emlékekkel fűszerezett anyag összeállítása, amely elsősorban a 2020-ban esedékes, az OMSZ 150 éves történetét leíró kötet műholdas fejezetének elkészítőjét (elkészítőit) szolgálná, másodsorban addig is publikitást adna a félvívászados történetnek. 2014 áprilisában, kihasználva, hogy abban a hónapban volt Tünczer Tibor 80 éves, az OMSZ egy rendezvényén az ünnepelt bemutatta az előzményeket és az 1991-ig tartó részletes történetet tartalmazó írását, Kerényi Judit az 1991. utáni évek történetéről szóló anyagát, Bozó Pál, Vadász Vilmos és Dombai Ferenc pedig a KEI-ben folyt munkák történetéről számoltak be. Ezen anyagok megjelentetését vállalta a LÉGGYÖR, hozzájuk csatolva ezt az írást is, amelyben (támaszkodva arra, hogy a MANTnak 1988 és 1997 között főtákará, majd 1998 és 2000 között elnöke voltam)

az egész műhold-meteorológiai tevékenységnek az általam érzékelt kapcsolatrendszerét, hátterét, szerkezetét igyekszem megjeleníteni

Kapcsolatok nemzetközi szervezetekkel.

COSPAR. Az 1960-as évtized első felében alakult meg a COSPAR, mint nemzetközi tudományos szervezet, amely átfogja az űrkutatás és műholdas tevékenység teljes területét. A műhold-meteorológia a COSPAR működésének első időszakában a VI. számú munkacsoporthoz tartozott. 1980-tól, a COSPAR Budapesten történő átszervezése után, már erőteljesen érvényesült a gyakorlati hasznosítás szempontja, így az első számú munkacsoport volt a szakterület gazdája. Hazánkat a COSPAR-ban a Magyar Tudományos Akadémia képviselte. A tagdíj rendszeres megfizetése alapján magyar kutatók részt vehettek a COSPAR rendezvényein. Az Akadémián működött a COSPAR Magyar Nemzeti Bizottsága (MNB, hosszú ideig tagja volt Tünczer Tibor és egy kis ideig én is), amely ügyelt a tagdíj időbeli megfizetésére, valamint javaslatokat tett a COSPAR bizottságaiba választandó tagokra és COSPAR kitüntetésekre. (1994-ben Csiszár Iván nyerte el a COSPAR ifjúsági Zeldovich Díját.) Mivel az MNB-nek költségvetése nem volt, működése a hazai tevékenységet nem befolyásolta. A rendezvényekre történő kiutazásokat tekintélyével tudta segíteni, ráadásul időnként COSPAR utazási pénzt is tudott szerezni. Pl. az 1984-es rendezvényen Tünczer Tibor részvételének teljes költségét a COSPAR fedezte, máskor többen is kaptunk rész támogatást.

A COSPAR rendezvényei több ezres létszámú tudományos találkozók voltak, eleinte évente, az átszervezés után kétévente a világ más-más városaiban kerültek sorra. (Budapest 1980-ban volt COSPAR ülés házigazdája.) A rendezvényeken az egyes szakterületek 1-3 tematikus szimpóziummal szerepeltek. Tehát a műhold-meteorológiának nem a teljes témaköre került meg tárgyalásra minden rendezvényen, hanem ülésenként más-más szakterületek játszották a főszerepet. A szimpóziumokra előre beküldött előadás szövegekkel lehetett bejelentkezni, amelyeket vagy elfogadtak a rendezők, vagy nem. (Nem emlékszem, hogy a hazai kollégák bármelyikét elutasították volna.)

OMSZ dolgozók a COSPAR rendezvényein.

Év	Hely	Résztevők
1970	Leningrád	Tánczer Tibor
1975	Várna	Borbély Edit, Major György, Tánczer Tibor
1978	Innsbruck	Major György, Miskolczy Ferenc, Molnár Gyula, Tánczer Tibor, Timon Ildikó
1980	Budapest	Mindenki
1984	Graz	Bozó Pál, Dévényi Dezső, Kapovits Albertné, László István, Major György, Pintér Ferenc, Rimócziné Paál Anikó, Tánczer Tibor, Vadász Vilmos
1988	Espoo (Finnország)	Dunkel Zoltán, Major György, Pintér Ferenc, Tánczer Tibor, Rimócziné Paál Anikó, Vadász Vilmos
1990	Hága	Bozó Pál, Mika János, Rimócziné Paál Anikó, Tánczer Tibor, Vadász Vilmos
1992	Washington	Csiszár Iván, Kerényi Judit, Major György, Vadász Vilmos, Rimócziné Paál Anikó,
1994	Hamburg	Borbás Éva, Csiszár Iván, Diószeghy Márta, Meszlényi Ágota
1996	Birmingham	Csiszár Iván, Kerényi Judit
1998	Nagoya	Dunkel Zoltán, Kerényi Judit

Az elfogadott előadásokat csak a szerző vagy szerzők valamelyike tarthatta meg, tehát a szerzők közül legalább egynek meg kellett jelenni a szimpóziumon az előadás megtartásához. Az előadás megtörténtének jelentősége volt, mivel csak az elhangzott előadások szövege (komoly lektorálás után) jelenhetett meg a COSPAR kötetében és folyóiratában. Volt olyan eset, amikor tudtuk, hogy nem vehetünk majd részt a soron következő, távoli COSPAR ülésen, de szeretnénk volna 3 anyagunkat a szimpóziumi kötetekben közzétenni, ezért bevettük társ-szerzőnek azt az NDK-s kollégát, akiről tudtuk, hogy el fog utazni a rendezvényre.

A magyar meteorológusok szempontjából a COSPAR-nak az volt a legnagyobb jelentősége, hogy angolul publikálhattuk munkánk eredményeit, amelyek így eljutottak minden műholdas témában dolgozóhoz a világon. A budapesti COSPAR ülés két meteorológiai szimpóziumának anyagait tartalmazó kötetben szerkesztőként a Götz-Major- Tánczer nevek szerepelnek. A hetvenes évtizedben, a hazai korai műholdas tevékenységi kezdet követésében bármely, műholdat nem üzemeltető országbeli kollégák előadásával versenyképes anyagokkal álltunk elő. A műholdas adatok mennyiségének növelésével és azok felhasználó-barátságának fokozódásával a nemzetközi versenyben az ország gazdasági súlyának megfelelő helyre csúsztunk vissza, ahogy az más tudományterületeken is rendszerint előfordult.

A COSPAR rendezvényein, ha nem is teljesen rendszeresen, de elég rendszeresen részt tudtunk venni, ezért az is nagy jelentőségű volt, hogy így majdnem folyamatos személyes kapcsolatot tarthattunk a világ bármely részén

dolgozó, szakmailag közelálló kollégákkal, megismerhettük közelről a szakterület legnagyobb egyéniségeit és megismerve a fellövésre kerülő eszközökre vonatkozó terveket, készülhettünk a tőlük származó adatokkal való munkára. Egyébként pedig nagy élmény volt bekapcsolódni egy ilyen nagyméretű tudományos rendezvény légkörébe.

Hasonló világméretű szervezet volt az „International Astronautical Federation” (IAF), ezzel a magyar meteorológusoknak nem volt rendszeres kapcsolata.

INTERKOZMOSZ. 1966-ban alakult meg az INTERKOZMOSZ, a szocialista országok közös űrkutatási programja. Tehát elvben ez program volt és nem szervezet, de a gyakorlatban nagyon határozottan szervezettként működött. Innen (2013-ból) nézve a megalakítást, a nyilvánvaló presztízs szempontokon kívül az motiválta, hogy a többi szocialista ország járuljon hozzá a Szovjetunió űrkutatással kapcsolatos pénzügyi terheihöz. Az INTERKOZMOSZ átfogta az űrtevékenység minden alapvető területét: fizika, meteorológia, távközlés, űr-vostan-űrbiológia, majd 1974-től erőforrás-kutatás is. Csak a műhold-meteorológiával kapcsolatos működését tapasztaltuk meg közvetlenül, a többi tudományterületről csak felületes, hallomásbeli ismeretünk vannak.

A meteorológiai tevékenység az 1967-ben Potsdamban megalakult Kozmikus Meteorológiai Állandó Munkacsoport (a következőkben: munkacsoport) keretében folyt. A munkacsoport évente más-más országban ülésezett, Magyarországon 1969-ben, 1976-ban, 1982-ben, majd 1990-ben szerveztünk ülést. (A munkacsoport legutolsó ülését 1991 áprilisában tartották Wrocławban). A meteorológiai munkacsoport működése minden bizonynyal eltért a többi tudományterületi munkacsoport működésétől. Ennek oka az volt, hogy a Szovjetunió kevés meteorológiai műholdat lőtt fel, ráadásul ezek pályája és szolgáltatásai nem voltak felhasználóbarátok, ezért minden szocialista országbeli kollégák (beleértve a szovjeteket is) az amerikai és nyugat-európai valamint japán meteorológiai műholdak adataival dolgoztak elsősorban. Ennek következtében nem alakulhatott ki valódi együttműködés az országok között, azaz olyan, amikor a munka egyes részeit különböző országbeliek végzik, majd az összeáll egy egészé. Minden ország a maga gazdasági, technikai és személyi lehetőségei szerint szerezte a műholdas információt, dolgozta fel és hasznosította. Noha az alapfeltételek hasonlóak voltak az országokban, a meglévő kisebb különbségek is különböző megoldásokhoz vezettek és nem együttműködéshez. Ami kiválóan működött, az a kölcsönös tájékoztatás volt. Jól ismertük egymás eszközeit, módszereit, szakembereit a rendszeres találkozások következtében, amelyek természetesen magukkal hozták, hogy megismertük az egyes országok teljes meteorológiai tevékenységét is.

Nem csak a munkacsoport ülésezett rendszeresen, hanem az egyes témák is tartottak értekezleteket és szimpóziumokat. Ez utóbbiakon számos igen jelentős tudományos értékű elméleti előadás hangzott el. Lehetőség volt arra is, hogy a hasonló munkán dolgozó szakemberek ellátogassanak egymás országába néhány napos tanulmányutakra.

Az INTERKOZMOSZ együttműködés legfontosabb hasznát abban látom, hogy a gyakori kölcsönös látogatásokra nem csak a témák vezetőinek, hanem a kezdő munkatársaknak is lehetőségük volt. Így megismerhették azt, hogy némiképp más körülmények között hogyan kezelik a hasonló szakmai problémákat. Ezáltal tágult látókörük és a maguk munkáját szakmailag pontosabban tudták értékelni. Ez jó felkészülés volt a nagyobb nemzetközi nyilvánosság előtti szerepléshez. Mivel az INTERKOZMOSZ tevékenység az űrkorszaknak viszonylag az elején megindult, ezért volt bizonyos nemzetközi előnyünk az alap kutatásban.

EUMETSAT. Az 1960-as évek közepén megalakult a nyugat-európai államok űrkutatási szervezete, az ESRO. Később, amikor az űrtevékenységben megjelentek a szolgáltatások és az ipari munkák, akkor az ESRO átalakult ESA-vá, majd még később kivált belőle (1986) az EUMETSAT. Az EUMETSAT létrehozatalát az ESA által felbocsátott európai geostacionárius meteorológiai mesterséges holdak szolgáltatásai iránti egyre növekvő lehetőség és igény indokolta.

Az európai geostacionárius meteorológiai műholdak nemcsak a nyugat-európai országok területét, hanem a kelet-európaiakét is és az afrikaiak nagy részének területét is „látták”, ezért az első műhold fellövése után elég hamar felmerült az érintett többi terület országainak bevonása. Az egyre több szolgáltatást nyújtó műholdak előállításának költségei növekedtek. A költségekben részt nem vevő államok területéről származó adatok részleges elzárása előlük arra készítette őket, hogy fél tagdíjért az EUMETSAT társult tagjai legyenek. A társult tagok megkaptak minden adatot, de nem szavazhattak a fejlesztésekről és az EUMETSAT szervezet (Darmstadtban székház és fejlesztő központ épült) ügyeiről. Elvben nem vehettek részt a kutató-fejlesztő munkákban, ez alól azonban volt kivétel. Magyarország 1999-ben lett az EUMETSAT társult tagja, majd 2008-ban rendes tag. Ez utóbbi a teljes tagdíj mellett jelentős belépési költséggel is járt, a korábbi költségekhez utólagos hozzájárulásként. Az EUMETSAT közgyűlésein Magyarországot a mindeki OMSZ elnök képviseli.

Az EUMETSAT a geostacionárius holdak egyre újabb generációit fejleszti, emellett kvázipoláris műholdakat is készít és üzemeltet. A modern meteorológiai műholdak olyan mennyiségű információt szolgáltatnak, hogy a felhasználókhhoz nem a mérési adatokat, hanem azok komplex feldolgozásának eredményeit van értelme eljuttatni. A komplex feldolgozás eredményeként egyre több légköri és felszíni jellemző kerül meghatározásra. A módszerek kifejlesztése és ellenőrzése a műholdas meteorológusok fő feladata, amely nem egyes országok keretében, hanem az EUMETSAT által szervezett összeurópai keretben történik. Ennek részesei a hazai kollégáink is.

Meteorológiai Világszervezet (WMO). A WMO a tagországok teljes meteorológiai tevékenységét igyekszik összefogni, érvényes ez a műholdas ügyekre is. A hazai meteorológiát a WMO legnagyobb mértékben azzal támogatja, hogy ENSZ ösztöndíjakat (kb. 20 darab) adott. A műholdasok közül Tanczer Tibor és én kaptam meg

ezt az óriási lehetőséget. Ez nemcsak saját további pályafutásunkat, hanem az egész hazai tevékenységet döntően befolyásolta.

Tanczer Tibor ENSZ ösztöndíját 1966. februárban kezdte a Szovjetunióban, majd félév múlva az USA-ban folytatta. Ezek voltak akkor a műholdakat üzemeltető országok, tehát az ösztöndíj a lehető legjobb helyekre vitte a tanulókat. Moszkvában főleg elméleti munkákkal lehetett megismerkedni a műholdakkal kapcsolatos fentebb ismertetett okok miatt. Chicagóban a tornádó előrejelzés, majd Washingtonban a műholdas szinoptika lett a fő vizsgálódási területe. Rengeteg műholdról származó információ állt rendelkezésre, amelyeket az amerikai kollégák szívesen adtak át Tibornak. Jellemző volt akkoriban, hogy a kutatások nagyobbik része különféle szerződéses formában folyt, ezek eredményei „report” kötetekben jelentek meg, nem pedig folyóiratokban, így ezekhez csak érintettek jutottak hozzá. Ilyenekből lehetett megismerni a szakterület aktuális állását és várható fejlődését, így ezek felbecsülhetetlen értéket jelentettek az ösztöndíjasnak.

Én 1969. decemberben kezdtem Leningrádban, majd rövid moszkvai tartózkodás után a második felévet Madisonban folytattam és végül Washingtonban fejeződött be a tanulmányutam, amelynek témája a mesterséges holdak sugárzási adatainak meteorológiai hasznosítása volt. Leningrádban a légkör műholdas szondázásának elméletével ismerkedtem, Madisonban a műholdas sugárzásháztartási adatok használatával. A kollégákról és az infrastruktúráról szerzett tapasztalataim jól egyeznek azokkal, amelyeket Tibor szerzett.

Az ENSZ ösztöndíjak jelentőségét nem lehet túlbecsülni a hazai tevékenység szempontjából. Évtizedekre meghatározta nemcsak az ösztöndíjat elnyerők, hanem az egész műholdas szakembergárda munkáját, nemzetközi szereplését. Pontosan be tudtuk mérni, hogy mi történik a világban, ebben hol a helyünk és itthoni lehetőségeink alapján mit tudunk elérni a nemzetközi mezőnyben. Ehhez segített a többé-kevésbé rendszeres COSPAR részvétel. A nemzetközi mércéhez történő következetes igazodás az ország szempontjából negatívnak is mondható eredményhez vezetett: több fiatal kollégánk az itthon tanultak és megkezdett munkáik alapján pályafutásukat az USA-ban folytatták (Molnár Gyula 1982-től, László István 1984-től, Pap Judit 1990-től, Miskolczi Ferenc és Várnai Tamás 1991-től, Csiszár Iván 1996-tól és Borbás Éva 2000-től).

Még egy WMO kapcsolódást meg kell említeni. 1981-ban az ENSZ világméretű megújuló energia témájú konferenciát rendezett. A WMO, mint az ENSZ egyik szakosított szervezete, saját szerepét bemutatandó, a felszínre érkező napsugárzás világméretű térképeit is be akarta mutatni. A világméretű térképekhez műholdas adatbázis kellett, mert a felszíni mérőhálózat a szárazföldek egy részén volt csak elegendő. A térképek elkészítésére szóló megbízást a magyar sugárzási szakemberek kapták. Ekkor készítettük el, műholdas adatokra alapozva elsőként a világon, a napsugárzási energia eloszlásnak havi és évi értékeit bemutató 13 térképet. (Major Gy, Miskolczi F.,

Putsay M., Rimóczi-Paál A., Takács O., Tárkányi Z. 1981: *World Maps of Relative Global Radiation. Annex to the Meteorological Aspects of the Utilization of Solar Radiation as an Energy Source. WMO Technical Note No 172, WMO No 557*

European Association of Remote Sensing Laboratories (EARSeL). A nagyfelbontású műholdképeket (szókas távérzékelési adatoknak nevezni) feldolgozó európai szervezeteket fogja össze abból a célból, hogy a kutatás és alkalmazás szoros kapcsolatban legyen és az eredmények egyre szélesebb körben váljanak elérhetővé a kontinensen belül. Ezért az ESA és az Európai Unió közötti kapcsolat alapján a fejlettebb országok segítik a kevésbé felkészülteket, évente tartott szakmai értekezlet keretében. A tematikus tevékenységet 13 Special Interest Group (SIG) szervezi, ezek közül az OMSZ a következőkben érintett:

- Geológiai alkalmazás, ezen belül az árvíz detektálás
- Hó és jég detektálás
- Hőérzékeléses távérzékelés, azaz a felszín hőmérsékletének és emissziójának meghatározása.

Az OMSZ 1998 óta tagja az EARSeL-nek, a tagdíj jelképes, évi 300 euró.

Országok közötti kétoldalú kapcsolatok. A rendszerváltás után számos nyugati ország és szervezet igyekezett felmérni, hogy mi van a volt szocialista országokban. Műhold-meteorológia terén magam 4-5 ilyen felméréssel találkoztam. A nemzetközi rendezvényeken összeállított résztvevői listákból kinézett címekre küldtek többnyire e-mailes kérdőíveket, vagy egy kiválasztott hazai szakembert kértek fel részletes „körbekérdezésre”.

Az USA is részt vett ebben a felmérésben, magyar vonatkozásként létrehozta a Magyar-Amerikai Közös Alap (MAKA) elnevezésű programot. Ez egy kis irodát működtetett Budapesten és számos tudományterületre terjedt ki a nem egészen egy évtizedes működése. Meteorológia terén a NOAA és az OMSZ közötti kapcsolatot segítették. Egy ügyes és barátságos NOAA szakember időnként körbeutazta a környező országok meteorológiai szolgálatait, olyan kollégákat keresve, akik a NOAA érdeklődést mutató szakembereivel összehozhatók. A MAKA pénzügyi forrásaiból kölcsönös látogatásokat finanszírozott és rövidtávú együttműködéseket tett lehetővé. Így alakult ki a NOAA Satellite Research Laboratory és az OMSZ Műholdas Kutató Laboratórium között kettő darab 4 évre szóló kutatási együttműködés. Ennek is szerepe volt abban, hogy 1992-ben öt magyar meteorológus vegyen részt az űrkutatási nemzetközi évében rendezett közös COSPAR-IAF kongresszuson Washingtonban. Ugyancsak a MAKA közvetítésével került ki Boulderbe Dévényi Dezső az első munkavállalására, majd később Csiszár Iván háromhavi ösztöndíját állássá alakítva Washingtonba.

Hasonló volt a francia-magyar együttműködés, amelynek keretében a MÉTÉOFRANCE-OMSZ kapcsolat alakult ki. Műhold-meteorológia területén is élénk és igen hasznos volt az együttműködés, néhány hónapos ösztöndíjakkal dolgoztak kollégáink Lannionban.

Hazai kapcsolatok kormányzati szervezetekkel.

Űrkutatási Kormánybizottság. Az INTERKOZMOSZ megalakulása után a magyar kormány igen hamar létrehozta az Űrkutatási Kormánybizottságot, amelynek neve rövidesen Űrkutatási Bizottságra egyszerűsödött (továbbiakban: bizottság). Fentebbi megjegyzésünknek megfelelően a kormány bizonyos költségvetési pénzt bocsátott a bizottság rendelkezésére. A bizottság feladata az volt, hogy a korábban számos kutatóhelyen megjelenő kezdeti és spontán űrtevékenységet felkarolja, megerősítse és fejlessze. A bizottság hivatali apparátusa két főből állt, ezért a teljes működéshez szükséges többi feltételt az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság (OMFB) apparátusa biztosította. A bizottság az egyes kutatóhelyeket bérrel (létszámmal), működési költséggel, némi keményvalutát is tartalmazó beruházási és utazási kerettel támogatta.

Az OMSZ 1969-ben vett fel első ízben embereket űrkutatási keretre. Az űrlétszám 1980-ra 31 főre növekedett. Ennek a létszámnak csak kisebb része volt diplomás, mert a diplomások többnyire a szokásos OMSZ költségvetési keretből kapták fizetésüket. Ennek kompenzálásként a 31 fő egy része soha nem dolgozott űrkutatási munkán, hanem az OMSZ más tevékenységét segítette. Mivel 1980-tól kezdve az infláció évi 10% körül volt, a költségvetési növekmény pedig csak 5%, ezért az űrlétszám 1989-re megfeleződött.

A beruházási pénzekből eleinte a saját műholdvételekhez szükséges eszközöket illetve azok alkatrészeit vásárolta az OMSZ. Később komolyabb beruházásokra is sor került, pl. ilyen volt a Gilice téren felépített két faház, amely mintegy 20 ember munkájának adott helyet, ráadásul még egy tanteremnek is, 1974 és 1992 között. A legutolsó űrkutatási (dolláros) beruházás a LI-COR 1800 spektrométer volt, amely most is működik az obszervatóriumban.

A fentebb említett számos INTERKOZMOSZ utazás is az űrkutatási kormánypénzből volt fizetve. A bizottság néha egy-egy nyugati utat is segített.

Magyar INTERKOZMOSZ Tanács. Az INTERKOZMOSZ tevékenység tudományos együttműködés jellegét igazolandó, néhány év után a szocialista országok tudományos akadémiáinak együttműködéseiként jelenítették meg. Ezért a bizottság 1978-ban átalakult Magyar INTERKOZMOSZ Tanácsra, vezetője az MTA egyik alelnöke lett, az apparátus megnövekedett (3 diplomás + 3 egyéb szakember) és átköltözött az MTA adminisztratív épületébe INTERKOZMOSZ Tanács Titkársága (továbbiakban: titkárság) néven. Még a bizottság idején felállított szakbizottságok elnökei alkották a tanácsot. A Meteorológiai Szakbizottság (továbbiakban: szakbizottság) elnöke az OMSZ elnöke vagy valamelyik elnökhelyettese volt az 1991-es megszűnésig (1967-74 között Dési Frigyes, 1974-88 között Kozák Béla és végül 1999-2001 között Barát József). A bizottsági munkát alapjában a szakbizottsági titkárok végezték (1967-77 között Tanczer Tibor, 1978 és 1991 között én). A meteorológiai szakterület különleges helyzetben volt, mert nem kellett több szervezetben folyó munkát összefogni, mivel az OMSZ volt a teendők egyedüli letéteményese, ugyanis

a két ELTE meteorológiai tanszéki kolléga az OMSZ-on keresztül kapcsolódott be a tevékenységbe. Mint szakbizottsági titkár, ezen helyzet ellenére állítom, hogy rengeteg adminisztratív munkát kellett végezniem.

Miközben a tanács erősen támogatta a meteorológusok műholdas tevékenységét, a technika fejlődésével szükségessé váló digitális műholdvevő beszerzését nem segítette. Ennek nemcsak a jelentős összegű keményvaluta hiánya volt az oka, hanem az is, hogy a tanács egy komplex műholdvevő állomás létrehozását célozta meg, amely a vételkörzetbe kerülő összes műhold adását (így a meteorológiaiakat is) vette volna. A továbbítandó adatokat mikrohullámon játszották volna át a felhasználókhoz. Úgy vélték, ha egy olcsóbb meteorológiai vevő beszerzésre kerülne, az rontaná a nagy vevőállomás létrehozásának esélyeit. A nyolcvanas évek inflációja a komplex állomás lehetőségét is elvitte.

Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság (OMFB). 1968-tól az OMSZ miniszteriális felügyeletét az OMFB látta el. Sokféle fejlesztést támogatott az országban a gazdaság versenyképességét növelendő. Az OMSZ vonatkozásában segítette a jégeső elhárítás bevezetését, majd a konzervprogramot, hogy a megtermett zöldségekből veszendőbe kerülő részarány a minimálisra csökkenjen.

1979-ben olyan információ jutott hozzánk, hogy a Szovjetunió erőforrás kutató holdakat kíván szolgálatba állítani és a felvételeket a szovjet Hidrometeorológiai Szolgálat kezelné. A Magyar INTERKOZMOSZ Tanács az 1974-ben elkezdett erőforrás kutatás területén a földművelési tárcához tartozó Földmérési Intézet (FÖMI) vezetésével folyó munkákat támogatta. A FÖMI az USA LANDSAT felvételeire támaszkodott, amelyek beszerzése költséges és lassú volt. Kozák Béla úgy látta, hogy a szovjet és magyar meteorológiai szervezet régi kapcsolatán keresztül olcsón (vagy térítésmentesen), ráadásul sokkal gyorsabban juthatnánk nagyfelbontású felszínfotókhoz. Az OMFB-től kért és kapott segítséget, amely lehetővé tette, hogy 1980-tól az OMSZ-on belül meginduljon egy távérzékelési munka személyi és tárgyi feltételeinek kiépítése. A nyolcvanas évek közepére nyilvánvalóvá vált, hogy a szükséges meteorológiai digitális műholdvevőhöz az INTERKOZMOSZ Tanácstól nem kaphatunk segítséget, ezért az OMSZ ezt is az OMFB-től kérte. Ekkor, úgy tűnt, hogy az OMSZ-on belüli műholdas tevékenység döntően OMFB alapokra helyeződik át. Ugyanekkor folyt az OMFB finanszírozta OMSZ számítóközpont építkezése és a számítógépes rendszer beruházása, ezért az OMFB úgy döntött, hogy a digitális vevőt a hazai műszaki szakemberekkel építtessük meg, nyugati kész vevő vásárlása helyett. 1988-tól az OMSZ a környezetvédelmi tárcához került át, a nagyfelbontású szovjet felvételek még mindig nem jöttek, az ország gazdasági helyzete súlyosbodott, így az OMFB támogatás leépült.

Magyar Űrkutatási Iroda. A rendszerváltást kissé megkésve követte a tanács megszűnése 1991-ben. Az új kormányservezet is nehezen állt fel. Csak 1992-ben alakult meg a Magyar Űrkutatási Tanács, amelyet minisztériumok képviselői alkottak. Létrejött az Űrkutatási Tu-

dományos Tanács (ÜTT), amelynek tagjai felkért szakértők voltak (Tánczer Tibor 1992-1995, majd később, egyéb számos hivatali teendőik részeként Mika János és még később Bozó László). A tényleges munkát a Magyar Űrkutatási Iroda (MŰI) végezte és végzi. Ennek kormányzati felügyelője először miniszter volt, később rendszerint államtitkár, kormányonként vagy sűrűbben minisztériumot váltva. Az ügyeket az iroda vezetője kezeli a kb. 5 fős apparátus segítségével. Az iroda mellett tanácsadó szervként működik az ÜTT. Az iroda a korábbi, szervezeteket támogatói, rendszerről áttért a világban már mindenütt eléggé meghonosodott témákat támogató pályázati rendszerre. Az iroda fő céljának egyike az ESA-hoz való teljes jogú csatlakozás, valamint a hazai űripar kifejlődésének segítése. Mivel a műhold-meteorológia az EUMETSAT-hoz tartozik, ezért a meteorológiai pályázatok a korábbi részesedési aránynál valamivel kisebb mértékben kerülnek támogatásra. Ezt az is indokolja, hogy a mostani meteorológiai műholdak üzemeltetői egyre teljesebben feldolgozott anyagokat szolgáltatnak, így az időjárást előrejelző szakemberekhez azok már majdnem közvetlenül, azaz kevés további feldolgozással eljuttathatók és használhatóak.

Hazai tudományos kapcsolatok.

MANT és elődei. Az 1986-ban megalakult Magyar Asztronautikai Társaság (MANT) elődeit 1956-ra vezeti vissza. Akkor már érzékelhető volt, hogy rövidesen felölvésre kerülnek a Föld első mesterséges holdjai, ezért a téma iránt érdeklődő, különböző szakterületeken dolgozó kutatók szervezetet alakítottak az érdeklődők összefogására és a témával kapcsolatos tudásuk kölcsönös ismertetésére. A TTIT (Természettudományos Ismeretterjesztő Társulat, később tágult a tevékenységi kör, elmaradt a természetre vonatkozó korlátozó jelzőrész, így lett TIT) Asztronautikai Bizottsága 1956-ban alakult. Az Asztronautikai Bizottság 1959-től a MTESZ (Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége) keretében működő Központi Asztronautikai Szakosztályként (KASZ) működött tovább. 1972-ben indult meg az *Ionoszféra és Magnetoszféra Szemináriumok* évenkénti sorozata, amelybe időnként meteorológusok is bekapcsolódtak, mivel nem korlátozódtak szigorúan a névben megjelölt témákra. 1973-ban megalakult a *Földfelszíni és Meteorológiai Megfigyelések a Világűrben* elnevezésű munkabizottság (rövid nevén FÖLDFOTÓ Munkabizottság). Ennek elnöke Tánczer Tibor lett. 1974-től kezdődően két évenként került sor a FÖLDFOTÓ Ankétokra, amelyeken a felszínről készült felvételeket és a légkörről végzett méréseket feldolgozó témájú előadások bemutatására került sor. A FÖLDFOTÓ a KASZ legnépesebb munkabizottsága volt, tagjainak száma meghaladta a 120 főt. A meteorológusok alapvető szerepet játszottak a FÖLDFOTÓ működésében.

1986-ban a KASZ egyesületté alakulva folytatta a megkezdett munkát, az egyesület neve Magyar Asztronautikai Társaság lett. Ez az egyesület összefogta az űrkutatóhoz kapcsolódó szakterületek (csillagászat, fizika, meteorológia, felszínfotózás, műszaki tudományok, orvosi és biológiai tudományok, jogtudomány, stb.) érintett

képviselőit, akik odaadással vettek részt az egyesületi életben. A KASZ/MANT és a kormányzati szervek között akadtak súrlódások, amelyek kiküszöbölésének következményeként lettem a MANT főtitkára. 2000-ben a jelölőbizottság elnökeként ajánlottam főtitkárnak Szentpéteri Lászlót, aki 2000 és 2004 között modernizálta a MANT-ot, amely ma virágzó egyesületként működik.

Tudományos Minősítő Bizottság (TMB). 1993 előtt Magyarországon az egyetemek doktori címet adhattak, tudományos fokozatokat (tudomány kandidátusa vagy a tudomány doktora) TMB adott megfelelő eljárás alapján. A TMB egy kormányhivatal volt és nem az Akadémia része, noha az irodái az Akadémia adminisztratív épületében voltak. 1993-ban új akadémiai és felsőoktatási törvény jelent meg. Ezek szerint a korábbi fokozatok címként viselhetők tovább; a Magyar Tudományos Akadémia (MTA) jogosult az „MTA doktora” cím adományozására; az egyetemek adják a PhD tudományos fokozatot, a korábbi egyetemi doktori címek közül a „summa cum laude” minősítésűek átkonvertálhatók PhD-vá.

Az értekezés megírásának évében érvényes törvény szerint az OMSZ műholdasai közül a következők készítettek kandidátusi fokozatért értekezést:

- 1972: Tanczer Tibor: Objektív módszerek a műholdképek gyakorlati felhasználásához
- 1974: Major György: A rövidhullámú napsugárzás légkörbeli elnyelésének vizsgálata felszíni és műholdas adatok alapján
- 1981: Miskolczi Ferenc: A légkör teljes ózontartalmának és a függőleges eloszlás főbb sajátosságainak meghatározása az infravörös tartományban végzett műholdas sugármérések alapján
- 1987: Rimócziné Paál Anikó: A felszínre érkező napsugárzás becslése műholdképek alapján
- 1989: Kapovitsné Róth Renáta: Az összfelhőzet klimatológiai vizsgálata Európa felett műholdfelvételek alapján
- 1991: Dévényi Dezső: Műholdas adatok alkalmazása meteorológiai mezők objektív analizisében

ELTE Meteorológia Tanszék. A Meteorológiai Tanszékkel az OMSZ műhold-meteorológiai tevékenysége többértékes kapcsolatban volt és van.

- A tanszék két oktatója, Makainé Császár Margit és Rákóczi Ferenc sok éven át vett részt az OMSZ műholdas munkáiban.
- A korábban választható tárgyként oktatott „műhold-meteorológia” előlépett kötelező tárggyá 1979-től, Tanczer Tibor munkájának eredményeként. 1988-ban az Akadémiai Kiadónál megjelentette a tárgy azonos című tankönyvét is.

A témában PhD fokozatok odaítélésére került sor:

- 1995: Putsay Mária 1987-ben szerzett egyetemi doktori címe PhD-vá lett átminősítve: A rövidhullámú spektrumtartományban készített műholdképek légkör okozta torzulásának kiküszöbölése
- 1996: Csiszár Iván: Potenciális hibák az alacsony-szintű rétegfelhők effektív cseppméretének műholdas meghatározásakor
- 2000: Borbás Éva: Meteorológiai adatok új forrása a Globális Helymeghatározó Rendszer
- 2003: Diószeghy Márta: Operatív automatikus osztályozás a METEOSAT meteorológiai műholdképein
- 2006: Kerényi Judit: Szárazföld radiációs hőmérsékletének meghatározása NOAA/AVHRR műholdas adatok alapján

MTA Meteorológiai Tudományos Bizottsága (MTB).

Az MTB 1975 óta évenként megrendezi a Meteorológiai Tudományos Napokat. Az akadémiai székházban tartott másfél napos ülészak a meteorológia szakma legnagyobb presztízsű rendszeres rendezvénye. Az eddigi 39 esetben megtartott Met. Tud. Nap közül a következő években volt téma műhold: 1983, 1992, 2009. Közben (1995-ben és 2004) két alkalommal az intenzív meteorológiai megfigyelések szolgáltatták a témát, ezek között jelentős részarányban szerepeltek a műholdas megfigyelések.

Zárszó. Más szakterületekhez viszonyítva a meteorológiában nagyobb a nemzetközi kapcsolatok szerepe, ugyanis a levegő átjár a politikai határokon. A műhold-meteorológiában is érvényesül ugyanez: kevés ország bocsát fel műholdakat és minden más ország ugyancsak használja azok megfigyeléseit. A hazai kormánytámogatásnak köszönhető korai indulás és az ENSZ ösztöndíjak a szakterület nemzetközi fejlődésének első szakaszában a világ élmezőnyének közelébe emelték a hazai műhold-meteorológiát az alapkutatások területén. A szolgálatszerű hasznosítás (részben objektív, de jórészt szubjektív okokból) már nehezebben ment. Számos kollégánk az USA-ban jeleskedik, itthon pedig az utóbbi évtizedben beállt az ország gazdasági súlyának megfelelő fejlesztési-szolgáltatási tevékenységnek az a szintje, amely hosszútávon fenntartható.

Köszönetnyilvánítás. Köszönetemet fejezem ki Kerényi Juditnak és Tanczer Tibornak, akik a szöveg első, illetve második változatának hiányosságaira és hibáira felhívták a figyelmemet, ezáltal sokat segítve az anyag használati értékén. Köszönettel tartozom Rimócziné Paál Anikónak, aki jobban emlékszik néhány eseményre közös múltunkból, mint én.

AZ OMSZ MŰHOLDAS KUTATÓ LABORATÓRIUMÁNAK TÖRTÉNETE

THE HISTORY OF SATELLITE RESEARCH LABORATORY OF HUNGARIAN METEOROLOGICAL SERVICE

Kerényi Judit

Országos Meteorológiai Szolgálat, 1024 Budapest, Kitaibel Pál utca 1., kerenyi.j@met.hu

Összefoglalás: 1991 júliusában alakult az Országos meteorológiai Szolgálat Műholdas Kutató Laboratóriuma (MKL). A cikkben rövid összefoglalást adok az osztály tevékenységéről megalakulásától a jelenig, a műholdas adatok vételében, feldolgozásában ez idő alatt történt eseményekről

Abstract: The Satellite Research Laboratory of Hungarian Meteorological Service was founded in July 1991. In this paper I give a short overview about the activities of the Division from the beginning until now, including stories on the satellite data reception and processing of data.

AZ MKL helyzete az OMSZ-on belül, valamint a műholdvétel fejlődése. Hivatalos közlemény 1991. július 1-én: „Az Interkozmosz státuszon lévő dolgozók a jövőben az OMSZ elnökéhez rendelve önelszámolási egységként (Műholdas Kutató Laboratórium) tevékenykednek. Ez egység vezetőjét az OMSZ elnöke nevezi ki.” Vezetőjének dr. Major Györgyöt bízták meg. A Tabánia téren működő Számítóközpontban helyezték el az egységet.

A digitális METEOSAT és NOAA adatok vétele még az MKL létrejötté előtt elindult, de akkor még nem archiváltuk az adatokat. Az MKL létrejöttével szinte egy időben indult az adatok folyamatos archiválása. Archivált METEOSAT kép 1991. szeptember 16. óta, NOAA kép esetén 1991. december 13. óta van. A műholdadatok archiválása, gyűjtése ekkor még igen nehézkes volt. Az adatokat vétel után floppyra mentettük (1 floppyra 1 kép fért fel), majd egy másik gépre másoltuk, csak onnan lehetett a Számítóközpontban működő BASF gépre áttenni, ahol a feldolgozások folytak. A floppyn való átpakolás miatt a METEOSAT és NOAA képekből pont akkora kivágatokat készítettünk, amekkora még éppen elfért a lemezen, így születtek meg a képméretetek. Ekkor még csak naponta 4 METOSAT képet archiváltunk a BASF gép szalagos tároló egységén. Zivataros helyzetekben viszont óránként egy METEOSAT képet mentettünk. A NOAA képekből eleinte rendszertelenül, majd 1992 júniusától már napi 2 képet mentettünk. A NOAA képeket eleinte nem tudtuk teljes felbontásban elmenteni, 10 bites pixel értékekből csak 8 bitnyit tároltunk el. 1993 júniusától sikerült áttérnünk a teljes adatmentésre.



A Műholdas Kutató Laboratórium dolgozói 1998. szeptember 30-án.
Diószeghy Márta, Rimócziné Paál Anikó, Töröcsikné Juhász Gabriella, Major György, Merza Ágnes, Antal Margit, Putsay Mária, Borbás Éva, Gróbné Szenyán Ildikó

1992 novemberében az EUMETSAT igazgatója és jogtanácsosa egynapos látogatást tett az OMSZ-ban. Két intézmény közötti együttműködési szerződést írtak alá, amely az 1992-1995 közötti időszakra vonatkozóan határozta meg a METEOSAT műholdakról származó képek és információk felhasználásának lehetőségeit.

1993-ban már csak a mi osztályunk és a katonai meteorológiai szolgálat tartózkodott a Számítóközpont épületében. Ahhoz, hogy az adatokat minél könnyebben elérhessük és feldolgozhassuk, mi magunk építettük ki a számítógépes hálózati rendszert az épületben.

1994 szeptemberében költöztünk át a szintén Pestszentlőrincen, a Gilice téren lévő Marczell György Főobszervatóriumba, ahonnan már közvetlen számítógépes összeköttetés volt az OMSZ előrejelző részlegeivel. A METEOSAT vevőt is áttelepítették. A NOAA vevő

technikai elévülése és a már jelentkező szervizelési problémák miatt szükségessé vált a NOAA vétel műszaki megújítása is, ami pár évig eltartott. Csak 1996. január 20-tól indult el a megújított műholdvevő. Az adatokat DAT kazettán kezdtük archiválni. A METOSAT képeket 1994 novemberétől már félóránként gyűjtöttük.

1995 áprilisában az MKL szervezeti egységébe került az Agrometeorológiai és Éghajlati Kutató Csoport. 1995 decemberében elkezdték a METEOSAT adatok kódolását. A dekódoló egység beszerzéséig csak 6 óránként tudtuk a képeket venni. 1996 márciusában sikerült beszerezni a dekódoló egységet, de a félóránkénti vételért fizetendő összeget sajnos nem tudtuk előteremteni, és így csak 3 óránként jutottunk METEOSAT képekhez. A hiány pótlására kidolgoztunk egy módszert, mellyel az analóg képet digitalizálva, majd kalibrálva digitális képet állítottunk elő. 1996 januárjában indult be az újra a NOAA vevőberendezés. A régi beltéri vevő egység mellé új antenna és antennaforgató került.

1999-ben csatlakoztunk az EUMETSAT-hoz társult tagként, melynek eredményeképpen májustól ismét félóránként tudtuk venni a METEOSAT műholdképeket.

1999 nyarán villámcsapás következtében több hétig üzemképtelen volt a NOAA vevőnk. Az archívumunk mégis teljes, mert a Földmérési és Távérzékelési Intézet (FÖMI) önzetlenül baráti segítséget nyújtott és pótolta az általunk le nem vett adatokat.

2000 áprilisában a társult tagok részére az EUMETSAT fórumot Budapesten szervezték.

2000 júliusától az OMSZ belső honlapján megtekinthetők lettek az aktuális METEOSAT és NOAA képek.

2000-ben Major György távozása miatt egy átmeneti időszakban Mika János koordinálta a műholdas tevékenységet, majd augusztus elsejével Kerényi Juditot nevezték ki az osztály vezetésére.

Az archív adatokat elkezdtuk a DAT kazettákról CD-kre másolni a könnyebb kezelhetőség miatt.

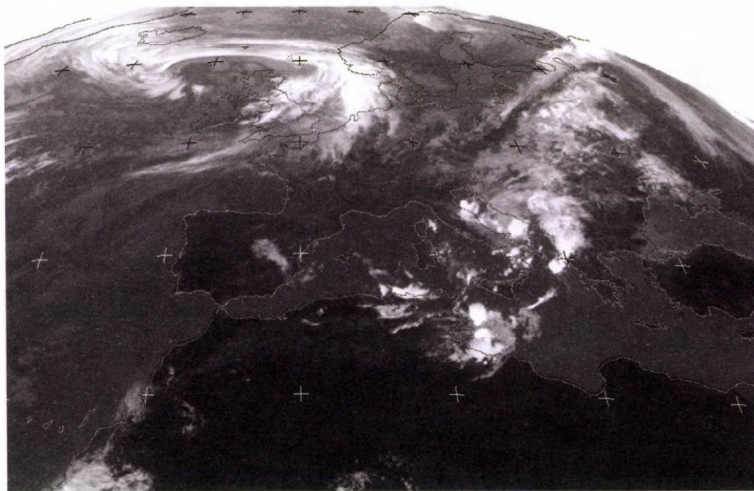
2001-ben a Kutatási és Fejlesztési Főosztályra kerültünk. 2001 áprilisában az analóg METEOSAT képek operatív használata befejeződött az OMSZ életében. Az új fejlesztések minden felhasználónak és alkalmazásnak digitális műholdképeket biztosítanak a gyengébb minőségű analóg információ helyett. A METEOSAT és NOAA képek a HAWK2-ben megjeleníthetők.

2002 januárjától hivatalosan megszűnt a Műholdas Kutató Laboratórium átszervezés miatt. A Kutatási és Fejlesztési Főosztály, Numerikus Előrejelző Osztályára kerültünk. Bár hivatalosan megszűnt a műholdas csoport, mégis igyekeztünk fenntartani a látszatot, hogy ennek ellenére igenis működik még a műholdas részleg az OMSZ-on belül. Ez a további átszervezések során is jól látszódott. 2004 végén a műholdas csoportot 2 főre redukálták, de a következő év elején, elnökváltás miatt 4 főre visszaállították. 2005. december 1-én áthelyezték a csoportot a Megfigyelési Főosztály Távérzékelési Osztályára. Ezt követően 2009 februárjától az Előrejelzési és Éghajlati Főosztály alá, majd pár hónapig a Fejlesztési Főosztályhoz tartoztunk, 2011 májusától pedig az Informatikai Főosztály Módszerfejlesztési Osztályához kerültünk. Az átszervezések kapcsán a részlegen dolgozók átkerültek az OMSZ központi épületébe, egyedül Gróbné Szenyán Ildikó maradt a lőrinci obszervatóriumban a vevők mellett. Ő felel azóta is a zavartalan operatív műholdvételeért, az adatok archiválásáért, továbbításáért, valamint a kifejlesztett produktumok operatívra tételéért.

2002 augusztusában lőtték fel az első új generációs METEOSAT (MSG) műholdat. A második generációs műholdak adatainak vétele, feldolgozása számítástechnikai kihívást jelentett, kb. 20-szor annyi adatot kellett kezelni. Az új műholdon egy meghibásodás miatt, az ada-

tok továbbítása nem közvetlenül a műholdról történt, hanem átkerült egy távközlési műholdra (EUMETCast adás).

Ettől kezdve egy kis átmérőjű műholdvevő antenna is elég lett az adatok vételére. Azóta is az adatok továbbítása távközlési műholdakon keresztül történik. 2003 szeptemberében vettük a norvég Kongsberg cégtől a



Az archívum első Meteosat képe: 1991. szeptember 16.

műholdvevő berendezést. Az operatív MSG vétel és feldolgozás 2004. január 29-én indult el Lőrincen. Az előrejelzők számára már negyedóránként, jobb térbeli felbontásban és a több csatorna révén több kompozit képet tudtuk küldeni. A régi METOSAT képek vételét 2006 júniusában állítottuk le.

2008 decemberében a NOAA vevőberendezés meghibásodásának javítását már nem vállalták el a berendezés elavultsága és kora miatt. 18 éven keresztül működött. Azóta a NOAA képek vétele is az EUMETCast adásából történik. Az EUMETCast adásban az MSG képek mellett

számos más műholdas és nem műholdas meteorológiai adat vétele is lehetséges. Mi az MSG képeken kívül innen vesszük a NOAA és METOP AVHRR képeket, szondázási adatok.

Az EUMETSAT nemcsak a nyers adatokat sugározza, hanem származtatott paramétereket (produktumokat) is közzétesz az EUMETCast rendszeren keresztül. Az adatok feldolgozására az EUMETSAT munkacsoportokat (SAF, Satellite Application Facility) hozott létre, illetve az EUMETSAT dolgozói is előállítanak és a tagországoknak közre adnak produktumokat. Mi is veszünk operatív módon többféle produktumot az EUMETCast rendszeren keresztül.

2009-ben az OMSZ főépületének tetejére, valamint Siófokra is került kisméretű EUMETCast antenna, ezzel lehetővé vált, hogy több helyen is tudjuk venni a műholdadatokat. Az OMSZ főépületében lévő berendezés biztosítja az adatokat az előrejelzők számára, a lőrinci egység pedig tartalék vevőállomásként működik.

A második MSG műhold operatív üzembeállása után a felszabaduló első MSG műhold Európa térségéről elkezdte az 5 perces műholdképek sugárzását először teszt majd operatív üzemmódban. Az 5 perces képek operatív adását követően azok vételét, feldolgozását és továbbítását heteken belül mi is megkezdtük.

2009-ben lett Magyarország teljes jogú tagja az EUMETSAT-nak, az ország képviselőt hivatalosan az OMSZ látja el. Azóta folyamatosan bővül a felhasználásra kerülő adatok köre mind az OMSZ egyes részlegein belül, mind a külső felhasználók részéről.

Szakmai tevékenység. A következő fejezetben ismertetném a különböző műholdas témákban történt munkákat, bemutatva, hogy az évek során hogyan haladtunk a fejlesztésben. Itt szeretném megemlíteni az egyes nemzetközi projekteket is, melyekben részt vettünk. Munkánkat nagymértékben segítette az Űrkutatási Iroda több évtizedes támogatása, a hazai pályázati lehetőségek, a gyümölcsöző együttműködés.

Képfeldolgozás, megjelenítés (Fejes Edina, Kerényi Judit, Várnai Tamás, Gróbné Szenyán Ildikó, Putsay Mária, Diószeghy Márta és Kocsis Zsófia) Még 1992-ben egy programsomagot dolgoztunk ki, mely a METEOSAT és NOAA képek térképvetületen történő megjelenítését teszi lehetővé.

A NOAA képek archiválásra szánt Kárpát-medencét tartalmazó kivágatának automatikus elkészítését végző program elkészítése tette lehetővé a NOAA képek rendszeres operatív vételének elindítását 1993 júliusában.

1996-1999 között csak 3 óránként álltak rendelkezésre digitális METEOSAT képek. A hiány pótlására elkészítettünk egy programot, ami az analóg képek digitalizálása után a digitális képekhez kalibrálva „digitális képeket” állított elő.

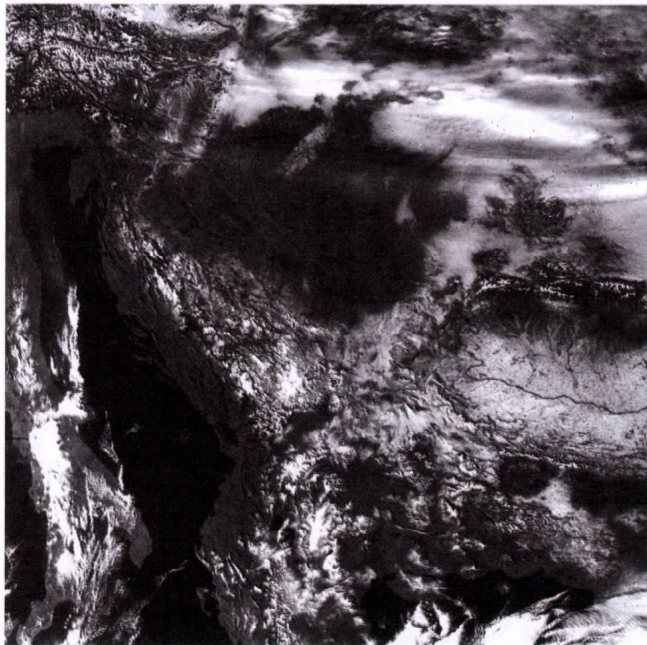
Eleinte a METEOSAT és NOAA, később az MSG, METOP képekre, illetve SAF produktumokra elkészítettük azokat a programokat, amelyek alkalmasak teszik ezen adatok megjelenítését a HAWK munkaállomáson, illetve az adatok numerikus modellekbe való beépítését.

Az MSG képekből számos kompozit képet állítottunk elő (nappali, mikrofizikai, éjszakai, zivatar, por, 24 órás, vulkán, légtömeg, hó, HRV felhő és HRV köd), melyek a HAWK megjelenítő rendszerben tekinthetők meg.

Felhődetektálás, felhőosztályozás (Fejes Edina, Diószeghy Márta, Kerényi

Judit, Putsay Mária, Randriamampainina Roger) Először lépésként a borultság, és a felhőtető hőmérséklet meghatározása volt a feladatunk. A kalibrált felhőtető hőmérsékletből az előrejelzett hőmérsékleti és nedvességi profilok segítségével határoztuk meg a felhők magasságát. A korábbi, Tanczer Tibor által kidolgozott, küszöbtechnikán alapuló bispektrális felhőosztályozás mellé 1993-ban kifejlesztettünk egy statisztikai módszert is, ami a klaszterezést használja fel a természetes felhőosztályok elkülönítésére. Később francia kollégák segítségével továbbfejlesztettük az eljárást, hogy az aktuális légköri viszonyokhoz igazodjon a mért vagy előrejelzett felszínhőmérséklet és műholdas havi albedóterképek felhasználásával, így már teljesen automatizálni lehetett a felhőtípusok beazonosítását. 1998-ban építettük be a módszert az OMSZ-ban kifejlesztett Nowcasting rendszerbe, a MEANDER-be (Horváth Ákos), amelyben 2000-től futott operatív módon az MSG produktumok megjelenéséig. Később a borultság értékeket és radaradatokkal kombinált műholdas mezőket is beillesztettünk a MEANDER rendszerbe.

2000-re készült el az az operatív módon futó programsomag, mely a NOAA AVHRR képek alapján szétválasztja a felhős és derült pixeleket, továbbá a borult területeken különválasztja a ködöt, vagy az alacsonyszintű felhőket a



Az archívum első NOAA képe : 1991. December 13.

többtől. Ezt követően a nappali NOAA/ AVHRR képekre elkészítettük azt a programot, mely külön választja a havas és felhős területeket.

A magyar-francia kétoldalú együttműködés keretében több kollégánk járt a Météo-France lannioni műhold-meteorológia központjában. A közös munkák egy része is a felhőosztályozáshoz kapcsolódott, más része a vertikális profilok számításához, illetve az adatasszimilációhoz.

Sugárzási komponensek meghatározása (Rimócziné Paál Anikó, Major György) Felszíni globálisugárzás, sugárzási egyenleg hosszuhullámú komponensének meghatározására szolgáló módszereket dolgoztunk ki először Magyarország területére, majd később kiterjesztve Európa térségére, melyhez a NOAA AVHRR adatokat használtuk fel.

A NASA ERBE adatokból, valamint egy trópusi, egy mérsékeltövi és egy arktikus felszíni állomás adatainak bevonásával vizsgáltuk a légkörben elnyelt napsugárzás részarányát a beérkező összes energiához képest.

Az egész Földet és egy teljes évet tekintve a bolygónkhoz érkező napsugárzás 24%-ánál kevesebbet nyel el a légkör a modellszámítások szerint. A mérések szerint ez az érték nagyobb 24%-nál. A ScaRaB projekt keretében nagypontosságú mérési adatokat összegyűjtve vizsgáltuk ezen eltérés fizikai magyarázatát.

A SoDa EU5 projekt célja a teljes Földet lefedő adatbázis létrehozása volt napsugárzási adatok környezetgazdálkodásban való felhasználásának elősegítése céljából. Az év minden napjára előállítottuk hazánk 5 éves, éghajlatilag reprezentatív havi globálisugárzás és sugárzási egyenleg térképeit az 1992-1996 időszak METEOSAT képeinek alapján készült pillanatnyi sugárzási térképekből.

Felszíni paraméterek: hőmérséklet, albedó, vegetációs index, párolgás, termésbecslés (Kerényi Judit, Putsay Mária, Gróbné Szenyán Ildikó, Dunkel Zoltán, Csiszár Iván, Merza Ágnes, Thuma Attila) Első célként a talajfelszín hőmérsékletének műholdadatokból történő meghatározását tűztük magunk elé. Az osztály megalakulását követő hónapban dr. George Ohring és dr. Garik Gutman tett látogatást az OMSZ-ban, akik előadás keretében ismertették munkájukat. Ez már előzménye volt a következő évben elindult Magyar-Amerikai nemzetközi projektnek (MAKA), melynek keretében derült időben a felszínhőmérséklet és albedó meghatározása volt a cél, repülőgépes mérések és műholdadatok egyidejű felhasználásával. Ez a projekt 4 évig tartott, majd még újabb 4 évre sikerült a projektet elnyerni. A felszínhőmérséklet meghatározásnak pontosítása céljából sugárzásátviteli modellt használtunk fel a légkör hatásának korrekciójára. A MAKA projekt keretében az aktív felszín hőmérsékleti amplitúdójának becslése érdekében vizsgáltuk a napi hőmérsékleti amplitúdó, a hőmérsékleti inercia és a reggeli sugárzás közötti kapcsolatot.

A talajfelszín-hőmérséklet meghatározásához a nagyobb térbeli felbontású NOAA AVHRR képeken alapuló split-

window módszert kezdtük alkalmazni. A számításokhoz szükséges emisszió érték becsléséhez egy vegetációs indexen alapuló módszert használtunk fel. Az emisszió meghatározásához felszíni méréseket is végeztünk egy OTKA pályázat keretében.

Későbbiekben a talajfelszín-hőmérséklet alapján evapotranspirációs térképeket határoztunk meg. A felszíni párolgás meghatározása céljából repülőgépes méréseket is folytattunk.

A vegetációs index minél pontosabb meghatározásához a légköri szórás és elnyelés okozta hatásokat ki kell küszöbölni. Erre egy ún. légköri korrekciós módszert dolgoztunk ki. A vegetációs index felhasználásával elindultak a próbálkozások búzára és kukoricára vonatkozó termésbecslésre. A MAKA projekt keretében kapott 1985-1998 időszakra vonatkozó vegetációs index térkép alapján, valamint a Statisztikai Hivatal által rendelkezésre álló termés mennyiségből statisztikai számításokkal próbáltuk előre megadni a várható termést az aktuális évben.

Vertikális profilok, illetve nyomanyagok mennyiségének vizsgálata (Csiszár Iván, Borbás Éva, Kovács László, Randriamampainina Roger, Kocsis Zsófia) A NOAA holdak szondázási adatainak (TOVS) feldolgozására kidolgozott ITPP, valamint a ICI programcsomagot használtuk fel hőmérsékleti és nedvességi profil, felhőtető hőmérséklet, felhőborítottság, légoszlop teljes ózontartalmának meghatározására. A franciák által kidolgozott 3I programcsomag kezdetekben nem tartalmazott ózonszondázási részt. Statisztikai módszerrel fejlesztettünk ilyet, felhasználva a műholdas spektrális radianciákat és felszínről végzett ózonszámításokat.

Későbbiekben az EUMETSAT által létrehozott Ózon és Levegőkémiai Munkacsoport (Ózon SAF) produktumát verifikáltuk felszíni mérésekkel (egy ŰRKUT pályázat keretében). Napi összózon térképeket állítottunk elő, melyek az OMSZ honlapján tekinthetők meg.

Szélvektor meghatározása (Tóthné Meszlényi Ágota) A METEOSAT adatok alapján vizsgáltuk a szélvektor gyakorlati előállításának lehetőségeit. Egymást követő 3 kép alapján vizsgáltuk a felhők elmozdulását, és ennek alapján próbáltuk meghatározni a szélvektorokat.

GPS (Borbás Éva) A függőleges légoszlopban lévő vízgőz mennyiségét, illetve a vízgőz mennyiségének a magasság szerinti változását számítottuk a GPS adatokból. Az így meghatározott kihullható vízmennyiséget összevetettük rádiószondás mérésekkel, NOAA TOVS-os mérésekkel, valamint numerikus modell outputokkal.

Csapadékbecslés, hidrológiai alkalmazás (Kerényi Judit, Csiszár Iván, Randriamampainina Roger, Lábó Eszter, Putsay Mária) Zivatarfelhők időbeli változását vizsgáltuk radar adatokkal összehasonlítva. E kutatáshoz kapcsolódóan sugárzásátviteli számításokkal vizsgáltuk az alacsony szintű réteg-felhők reflektivitásának érzékenységet a cseppméret eloszlásra. Felhő optikai vastagságot és átlagos cseppméretet számoltunk.

NATO nemzetközi projekt keretében román és amerikai kollégákkal együtt célunk egy programrendszer és GIS

adatbázis létrehozása volt a Körösök vidékére árvíz detektálás céljából. ASTER képek alapján felszínborítottsági térképet készítettünk a vizsgált területre. Az árvíz detektálása MODIS képek alapján történt.

Az EUMETSAT 2002-ben egy hidrológiai témájú nemzetközi munkacsoport (Hidrológiai SAF) létrehozására tett indítványt. Elsősorban a később csatlakozó társult tagok (közép- és kelet-európai országok) számára kívánták ezt a munkacsoportot létrehozni. Magyarország a projektben kidolgozásra kerülő csapadéktermékek verifikálásában vállalta a részvételt. Feladatunk a különböző módszerrel meghatározott csapadéktermékeket összehasonlítani felszíni mérésekkel, illetve radar adatokkal. E projekt jelenleg is folyik.

Nowcasting SAF (Putsay Mária, Diószeghy Márta, Gróbné Szenyán Ildikó, Kocsis Zsófia) Az EUMETSAT létrehozott egy nemzetközi kutatócsoportot (NWC SAF) nowcastingot segítő műholdas termékek előállítására. Ez a munkacsoport folyamatosan fejleszt két programcsomagot: egyet a MSG adatok feldolgozására és egy másikat a poláris műholdak adatainak feldolgozására. Az MSG képek feldolgozására készült SAFNWC/MSG programnak a korai fejlesztésében részt vettünk egy „Visiting Scientist” projekt keretében: összehasonlítottunk 2 módszert az áttetsző cirrusz felhők felhőtető nyomásának meghatározására. Majd a programcsomag béta tesztelésében (2003-ban) vettünk részt. Az MSG képek operatív vételének elindulása óta a programcsomag (újabb és újabb verziója) operatíván fut az OMSZ-ban, és a megbízható termékeket (felhőtípus, felhőtető hőmérséklet, -nyomás, -magasság, csapadékhullás valószínűsége, konvektív felhőből hulló csapadék intenzitása, szélvektor, automatikus műholdkép interpretáció, gyorsan fejlődő zivatarok) továbbítjuk az előrejelzőknek, melyeket a HAWK-ban tudnak megnézni. Több terméket verifikáltunk. „Visiting Scientist” megbízások keretében dolgoztunk együtt a NWC SAF munkatársaival. Verifikáltuk a csapadék termékeit, valamint a parallax korrekciós modul működését. Az OMSZ a NWCSAF egyik legaktívabb felhasználója.

Zivatarvizsgálat (Putsay Mária, Kocsis Zsófia, Diószeghy Márta) Tagjai vagyunk az EUMETSAT szervezte 'Convection Working Group'-nak, így első kézből értesülünk a témakörben elért új eredményekről. A zivartartevékenységet esettanulmányok és projektek keretében is vizsgáljuk, illetve operatív terméket állítunk elő az előrejelzők részére. Az EUMETSAT által előállított MPEF termékek egyike a „Global Instability Indices” (GII), amely a környezet konvekcióra való hajlamát jellemzi. Olvasó és konvertáló programot készítettünk és ezek segítségével a műholdadatból származtatott kihullható vízmennyiség és öt féle légköri instabilitás megjelenik a HAWK megjelenítő szoftverben.

Az EUMETSAT-tól kapott három megbízás keretében vizsgáltuk a műholdadatból származtatott konvekciós környezeti változókat (vízgőztartalom és instabilitási indexek); fejlesztettünk egy programot a zivatarok korai felismerésére (Convective Initiation, CI), a gyorsan fej-

lődő cumulus felhők detektálására; illetve együtt vizsgáltuk a környezeti változókat és a CI eredményeit.

Esettanulmányok keretében érdekes eseteket (többnyire heves zivatarokat) elemeztünk a műhold, radar, villám adatok jellemzőinek alapján, a szinoptikus helyzet elemzésével, esetenként numerikus szimulációval (előrejelző kollegákkal). Ilyen esettanulmányt honlapokra (EUMETSAT, OMSZ, Eumetrain,...) készítettünk, illetve publikáltunk.

EUMeTrain oktatási anyagok készítése (Putsay Mária) Az EUMeTrain (műholdadatokat felhasználását elősegítő INTERNET-es oktató) projekt számára előrejelző kollegával együttműködve esettanulmányt készítettünk egy belgiumi heves zivattarról, valamint műholdadatokról származtatott vízgőztartalom és instabilitási indexek használatáról készítettünk oktató modult. Kompozit képek értelmezéséhez készítettünk segédanyagokat.

A MEANDER részére, és a numerikus előrejelzési modellekre történő asszimilálásához műholdadatokat biztosítása (Gróbné Szenyán Ildikó, Kocsis Zsófia, Putsay Mária, Randriamampainina Roger) A MEANDER részére NWCSAF termékeket továbbítunk: felhőmaszkot, felhőtípus osztályozást, felhőtető magasságot, nyomást és hőmérsékletet. A WRF program részére műholdadatokról származtatott növényborítottságot és albedót továbbítunk. Az ALADIN modell és a LACE együttműködés részére a METEOSAT infravörös csatornák adatait, műholdadatokról származtatott szélmezőt, ATOVS adatokat (olyan szondázó műszerek adatai, amelyekből hőmérséklet és nedvesség profilok származtathatóak), illetve AISI adatokat (szintén szondázó berendezés) adunk.

Ezen felül *Land SAF, Klima SAF, NWP SAF (Putsay Mária, Kocsis Zsófia, Kerényi Judit)* termékeket is továbbítunk a felhasználóknak. Erre a célra olvasó és konvertáló programokat fejlesztettünk. Összehasonlító vizsgálatokat végeztünk Klíma SAF által előállított globál sugárzás térképek és felszíni mérések között.

Szakmai elismerések. A következő részben csak felsorolásképpen szeretném bemutatni mindazokat a díjakat, amelyeket az MKL dolgozói kaptak az évek során: 1992-ben Kerényi Judit, Várnai Tamás, Fejes Edina, Kovács László Kiváló Ifjú Szakember II díjat nyerték el.

1993 november 22-én tartotta meg Major György az MTA levelező tagja akadémiai székházát az MTA székházában „A Föld-légkör rendszer sugárzásháztartásának mérése” címmel.

1994-ben a COSPAR „A” Munkacsoportjának (Space Studies of the Earth's Surface, Meteorology and Climate) Tudományos Bizottsága az 1994. évi Zeldovich Díjat Csizsár Ivánnak ítélte oda. Szintén ez évben Dunkel Zoltánt a „Távérzékelés alkalmazása az agrometeorológiában” elnevezésű (COST-77) munkabizottság Brüsszelben elnökévé választotta.

1995-ben Csizsár Iván elnyerte a WMO fiatal kutatóknak kiadott díját. 1995-ben Tanczer Tibor Pro Meteorologia emléklapet kapott, e díjat kapta szintén Putsay Mária 2011-ben.

Schenzl Guidó díjat adományoztak 2000-ben Major Györgynek, majd 2005-ben Tanczer Tibornak.

1998 májusában Major Györgyöt a Magyar Tudományos Akadémia rendes tagjai közé választotta.

Az MKL fennállása alatt PhD doktori fokozatot öt munkatársunk kapott műhold-meteorológiához kapcsolódó témában: Borbás Éva, Csiszár Iván, Diószeghy Márta, Kerényi Judit, Várnai Tamás

Konferenciák, workshopok, előadás sorozatok, tanfolyamok, amiket mi rendeztünk, tartottunk. Számos nemzetközi és hazai konferenciát, ülés szerveztünk műhold-meteorológia témában:

1992-ben Nemzetközi Űr Év keretében a Meteorológiai Tudományos Napok témája a műhold-meteorológia volt. 1992-ben Közép-Európai Kezdeményezés tudománystechnológiai együttműködésének a keretében a műhold-meteorológia témával foglalkozó szakemberek számára májusban munkautlést tartottunk Budapesten. Az 1995 évi Meteorológus Tudományos Napok témája „Új és intenzív megfigyelő eszközök alkalmazása a meteorológiában”, címet viselte. 6 előadással vettünk e rendezvényen részt: Operatív műholdak új generációja, GPS adatok alkalmazhatósága, agrometeorológiai alkalmazás, felhő és kód detektálás NOAA képekből, operatív felhőosztályozás METEOSAT képekből. Ezen előadásorozat keretében Mr G. Szewach az EUMETSAT Technikai Főosztályának vezetője szintén előadást tartott.

2000 szeptemberében került megrendezésre Budapesten a „11th International TOVS conference”, melyen 94 külföldi vett részt a világ minden tájáról.

2000 decemberében az EUMETSAT-tal közösen tanfolyamot szerveztünk a közép-kelet-európai országok számára. A tanfolyam témája az újgenerációs METEOSAT műhold és műholdadatokról származtatható produktumok ismertetése volt.

2007 októberében szerveztük a második EUMETSAT tanfolyamot Budapesten. A kurzus fő témája a konvekció, valamint radar és műholdadatokról együttes használata volt. Magyar kollégák és a környező országok előrejelzői, műhold-meteorológusai vettek részt a tanfolyamon.

Műhold-meteorológia volt a 2009 évi Meteorológiai Tudományos Napok témaköre. 14 előadás hangzott el főleg az OMSZ és az ELTE munkatársaitól, valamint a külföldön dolgozó volt kollégáinktól.

Hidrológiai SAF projekt validáló meetinget – melyet a résztvevő országok felváltva rendeznek meg – 2007-ben és 2013-ban rendeztünk Budapesten.

Egyetemi oktatás. 1994 és 2000 között Putsay Mária az ELTE Meteorológiai Tanszéken műhold-meteorológiát tanított meteorológus hallgatóknak.

Zárszó. Végezetül szeretném felsorolni mindazok nevét, akik hosszabb-rövidebb ideig az MKL dolgozói voltak:

Borbás Éva, Csiszár Iván, Diószeghy Márta, Wantuchné Dobi Ildikó, Dunkel Zoltán, Fejes Edina, Gróbné Szenyán Ildikó, Gyarmati Györgyi, Kerényi Judit, Kovács László, Tóthné Meszlényi Ágota, Merza Ágnes, Mika János, Putsay Mária, Randriamampianina Roger, Rimócziné Paál Anikó, Tanczer Tibor, Thuma Attila, Töröcsikné Juhász Gabriella, Várnai Tamás. Kocsis Zsófia és Lábó Eszter már akkor jött ide dolgozni, amikor az MKL, mint szervezeti egység hivatalosan nem létezett.

Sokszor emlegették az MKL tagjait, mint a „műholdas lányok”. Ez azért volt, mert – ahogy a névsorban látszik – főleg lányok dolgoznak(tak), a fiúk hamar kimentek dolgozni külföldre, vagy más részlegre kerültek.

Az adatok mennyiségének (így az egyre több feladat) növekedésével sajnos nem hogy növekedett, hanem csökkent az MKL létszáma. Az elmúlt 9 évben szerencsére ez a csökkenés megállt. Talán egyszer még növekedésnek is indul, hiszen egyre jobban látható, hogyan nő a műholdas információk hasznossága.

Most 2014-ben műholdadatokról feldolgozásával foglalkozik: Diószeghy Márta, Gróbné Szenyán Ildikó, Kerényi Judit, Kocsis Zsófia, Putsay Mária.

Köszönetnyilvánítás. Ezúton szeretnék köszönetet mondani Diószeghy Mártának, Gróbné Szenyán Ildikónak, Putsay Máriának a segítő észrevételekért, hogy minél pontosabban vissza tudjuk adni ezen időszak főbb eseményeit.

TÁVÉRZÉKELÉS, RADARMETEOROLÓGIA ÉS A MŰHOLD-METEOROLÓGIA EGYÜTTMŰKÖDÉSI TERÜLETEI

THE CO-OPERATION AREAS OF REMOTE SENSING, RADAR AND SATELLITE METEOROLOGY

Dombai Ferenc

Országos Meteorológiai Szolgálat, 1024 Budapest Kitaibel Pál utca., dombai.f@met.hu

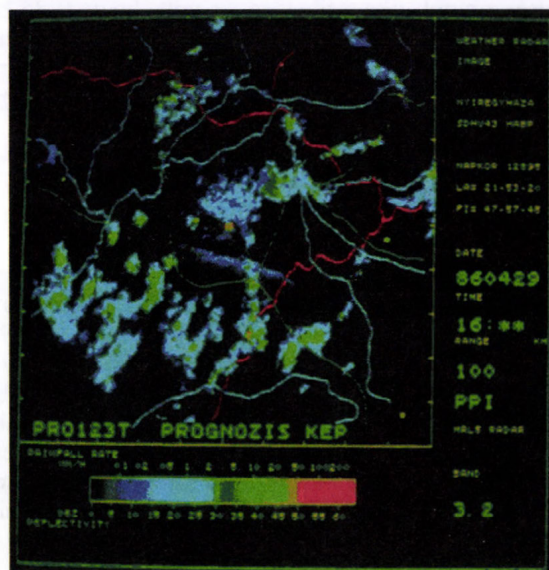
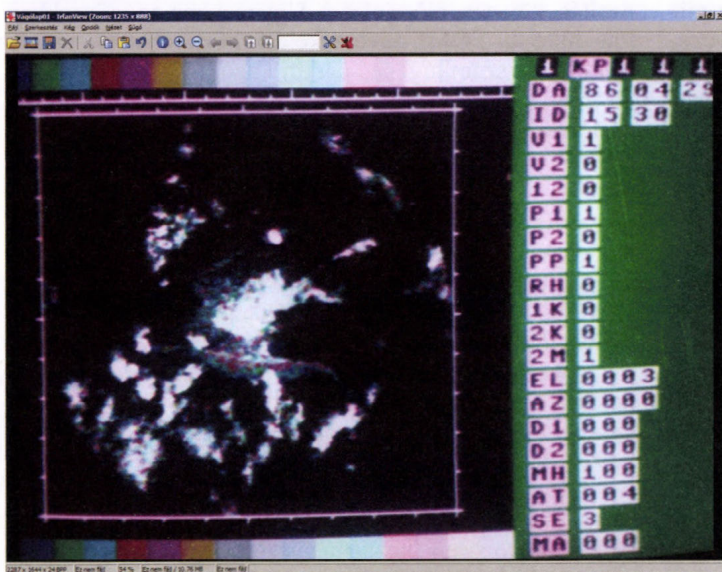
Összefoglalás: Emlékek néhány mondatban az OMSZ 1980-as évek távérzékelési és a nagyszámítógépes projektjeiről és azok kapcsolatairól.

Abstract: Memories in some sentences on OMSZ Remote Sensing and his Mainframe Computer Projects from 1980 years and their relations.

Örömmel vettem Major György felkérését, hogy néhány gondolattal, emlékek felidézésével én is csatlakozzam a Tanczer Tibor 80. születésnapja alkalmából szerkesztett kiadvány szerzőihez. Ugyan nem műhold- meteorológiával, hanem távérzékeléssel foglalkoztam és foglalkozom, így is többször közeli kapcsolatba kerültem Tiborral és a műhold-meteorológiával. Volt olyan időszak is, amikor közvetlen munkatársaként dolgozhattam vele. A kilencvenes évek elején, akkori elnökünk, Mersich Iván kabinetjében, Tibor tudományos kérdésekkel, én pedig műszaki vezetőként az OMSZ műszaki fejlesztési kérdéseivel foglalkoztam. A rendszerváltást követően a közel ezerfős, több intézetet is magába foglaló OMSZ átalakításában kellett részt vennünk, melynek során egy jelentősen kisebb és hatékonyabban működő, korszerű technológiákat és módszereket használó intézménnyé (digitális műholdadatok, automatizált radarhálózat, automata mérőállomások, numerikus modellek, számítógépes rendszerek és távközlés, stb.) vált Szolgálatunk.

sokkal is, még mielőtt teljesen a feledés homályába vesznének. Most a „tér” és idő kevés ahhoz, hogy teljes képet adhassunk erről az időszakról, de én is megpróbálom néhány emlékszállal érzékeltetni azokat az éveket. Ezek sok-sok egykor – és néhány ma is itt dolgozó – kollégát érintenek, és előre is elnézést kérek tőlük, ha egyes esetekben eltérnek emlékeink azonos tényekről vagy eseményekről. Nem ferdítés szándéka, csak az emlékezés bizonytalansága az oka ezeknek. Fontos megemlíteni, hogy a nyolcvanas években az OMSZ több intézményes struktúrában működött: a fej a kis OMSZ (Kitaibel Pál utca) volt, hozzá kapcsolódott a KMI – Központi Meteorológiai Intézet (Kitaibel Pál utca), a KLFI – Központi Légtérfizikai Intézet (Gillice tér), a KEI – Központi Előrejelző Intézet (Hargita tér), az AFK- Alkalmazott Felhőfizikai Központ (Pécs) és az obszervatóriumok.

Friss meteorológus diplomásként 1977-ben kerültem az OMSZ KMI Radarmeteorológiai csoportjába és attól kezdődően radarmeteorológiával foglalkoztam. Akkori-



Digitális radarképek Napkoron 1986 április 29 én a Csernobili esemény után
Balra a radar mellett valós idejű, jobbra előrejelített kép a TPA-PERICOLOR képfeldolgozó rendszeren

Örömmel vettem a felkérést azért is, mert ma már kevesen vagyunk, akik Tiborral együtt megéltük a nyolcvanas, kilencvenes évek OMSZ-beli eseményeit, megoszthatjuk közös emlékeinket egymással és leírva azokat má-

ban az OMSZ főhatósága az OMFB – Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság volt, amelynek vezetői kedveltek bennünket és anyagi támogatásukkal nagyon komoly fejlesztési és tudományos programok indulhattak az OMSZ-

ban. Csak felsorolásszerűen néhány ezekből: jégeső elhárítási rendszerek, többcélú időjárás radarhálózat kiépítése, műhold-meteorológiai fejlesztések és Interkozmosz, analóg műholdvédelmi számítógépesítése, digitális műholdvevő és képfeldolgozó rendszer kialakítása, nagyszámítógépes program OMSZ számítóközpont építésével, konzerv-program, agrometeorológiai mérőhálózat, stb. Egy ilyen program költsége meghaladta az OMSZ akkori évi költségvetését! Mai pénzben ezek több milliárdos befektetést jelentettek egyenként is. Mindezek során jelentősen bővült a létszámunk és sok-sok fiatal került a szolgálathoz. Tibor KLFI-beli műholdas csapata is bővült, ahová csinos fiatal nők is kerültek és talán ekkor alakult ki az a hagyomány, hogy az OMSZ műhold-meteorológiáját tradicionálisan többnyire hölgyek művelik. Major György sugárzási osztályán inkább fiúk voltak és szinte mindnyájan külföldre mentek dolgozni. Nem kell mondanom, hogy „logikusan” az OMSZ KMI radarmeteorológiai csoportja is a KLFI-ben volt, ahol a műholdasok is dolgoztak. Ekkor adódott lehetőségem először megismerkedni műholdas témákkal.

A nyolcvanas évek közepén 1984. január 1-től új igazgatót kapott a KEI, Kapovits Albertet, és mivel ő vitte a radarhálózat témát a KMI-ben, így én is hozzá kerültem. Az OMFB által támogatott műholdas és számítógépes programok is ekkoriban kezdtek realizálódni, azaz megkezdődött az önálló számítóközpont építése a KEI mellett, a digitális műholdvevő (METEOSAT, NOAA) fejlesztése a BME-vel, a számítógépes képfeldolgozó rendszer fejlesztése az SZKI-val. Mindezek fókuszában az előrejelzés, a KEI állt. Ennek során 1986. januártól minden műholdas téma – így Tiborék is – a KEI-hez kerültek, ahol létrehozták a Távérzékelési és Módszerfejlesztési Főosztályt, Bozó Pál vezetésével. Én lettem a helyettese, aminek oka vélhetően az volt, hogy 1985-ben villamosmérnöki képesítést is szereztem és 1986-ban vezetésemmel elkészítettük az első radar-digitalizálási rendszerünket Napkoron, aminek komoly visszhangja lett. Meg kell jegyeznem, hogy az UK MetOffice (angol szolgálat) 1985-ben vette át az első automata radart, szóval próbáltuk tartani a tempót. Kinevezésem után nekem is nyakig bele kellett merülnöm a főosztály koordinálásával zajló fejlesztésekbe. A nagy témák mellett (BME, SZKI) foglalkozni kellett azzal is, hogy a KEI előrejelzői asztalára is kerüljön valós időben műholdkép és műholdfilm is és ne csak a TV-ben lássák azokat. Ez 1986-ban meg is valósult saját analóg WEFAX vevővel és az újonnan érkezett PERICOLOR képfeldolgozó számítógéppel. A főosztályunk nagyon széles témakörökkel foglalkozott. A magot jelentő földfelszíni távérzékelés, képfeldolgozás, a radarhálózat mellett a főosztályon állt össze a Dévényi Dezső vezette numerikus csapat, de hozzánk tartozott a csapadék-előrejelzés is, Takács Ágnes vezetésével.

A nagyszámítógéppel kapcsolatos elképzelések nyomán ugyancsak 1986-ban önálló szervezetként megalakult a Számítóközpont, aminek Titkos Ervin lett a vezetője. Az elképzelések szerint az SZKP-nek minden OMSZ intézményt ki kellett volna szolgálnia, ide összpontosítva a személyi és anyagi erőforrásokat is. A COCOM listás R40 kategóriájú nagyszámítógép, a BASF 1986-ban

üzembe is állt és megkezdődhetett az elképzelés megvalósítása (tanfolyamok, KSH számítógépén futtatott programok átvitele, stb.). A gép teljesítménye megfelelt az ez időben más meteorológiai szolgálatok által is használt nagy számítógépeknek és kapcsolódott hozzá egy PC-s helyi hálózat is. Sajnos nagyon hamar kiderült, hogy az intézmények – KEI, KMI, KLFI – nem voltak abban érdekeltek, hogy forrásaikat elvonják, ezért nem sikerült az SZKP és a KEI rendszerinek összekapcsolása (távközlés, PC hálózatok), a KMI pedig saját számítóközpontot hozott létre egy középkategóriás TPA1140 számítógéppel. Az intézményi viszonyokra jellemzően, például az SZKP objektív frontanalízis nem kellett a KEI-nek. Sajnos e viták egybeestek a rohamos informatikai-technológiai fejlődéssel, a határok megnyílásából adódó lehetőségekkel, az OMSZ helyzetének változásával (370 fő leépítése 1990-ben) és a nagyszámítógépes álmom lassan elfelejtődött és csak a kilencvenes években tért vissza újra; persze már jelentősen átalakulva – szuperszámítógépek, közös IT rendszer, adatbázis, stb.

Távérzékelési főosztályunk 1986-ban az SZKP géptermeiben üzembe helyezte a TPA1148-Pericolor 2000-számítógépes képfeldolgozó rendszert, amelynek MIP elnevezésű (Modular Image Processing) szoftver csomagja műholdas moduljainak kifejlesztésében mi magunk is részt vettünk (Kecskeméti László, Sipos Győző). A tesztelesek során és persze azt követően is nagyon sok távérzékelési és képfeldolgozási témával foglalkoztunk. Csak érintőleg néhány: a LANDSAT műholdak multispektrális felszíni adatainak elemzése, klaszterezési eljárások fejlesztése és alkalmazása, a műholdfelvételek légköri korrekciója, a NOAA TOVS adatok feldolgozása, a különböző vetületi transzformációk, talajfelszín hőmérsékletek, a digitális radarképek első analízisei (cella azonosítás, követés, előrejelzés). Ugyanebben az időszakban jött létre a FÖMI távérzékelési központja is, amely ugyanazt a számítógépes parkot kapta meg, mint mi. Az OMFB célja két – egy meteorológiai és egy természeti erőforrás – kutatást támogató képfeldolgozó központ létrehozása volt.

Az 1986-os év az időszak legjobb éve volt: nagyszabású elképzelések, nagy perspektívájú távlatok. Nagyszámú, felkészült és lelkes fiatal kutató, ill. asszisztens dolgozott a távérzékelésben és a számítóközpontban is. Ez időben, 1986. július 8 és 12 között tett látogatást az OMSZ-ban a WMO főtitkára, G.O.P. Obasi, aki meglátogatta a számítóközpontot és a főosztályunkat is. Nekem adódott a lehetőség ezek bemutatására. Ezekben az években jelentős számú publikációt, tanulmányt készítettünk és kiterjedt volt a nemzetközi kapcsolatrendszerünk is. A főosztályunk jó kapcsolatot ápolt a repülőtérén működő, Szalma János vezette RMK-val (Repülés Meteorológiai Központ) és közösen kezdeményeztük egy „nowcasting” centrum kialakítását, valamint az LRI-vel (Légiforgalmi és Repülőtéri Igazgatóság) egyeztetve javasoltuk a kísérleti radarautomatizálási rendszerünk Ferihegyre való áttelepítését is.

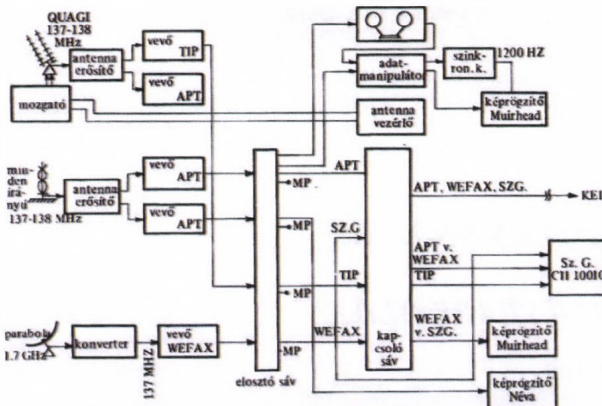
Általam nem ismert okokból a KEI vezetése 1988-tól megszüntette a Távérzékelési Főosztályt, a digitális műholdvevő fejlesztést átadta a Számítóközpontnak. Tőlem

elvonták a radarautomatizálás további fejlesztésére kapott OMFB támogatást és nem engedték meg, hogy kísérleti rendszerünket Ferihegyre vigyük. Mindezek nyomán 1989-től átkerültem a Számítóközpontba üzemeltetési osztályvezetőnek. Ekkor kerültem először egy csapatba Tanczer Tiborral, aki 1989-ben érkezett a Számítóközpontba, amikor Major György lett annak vezetője és ő a helyettese.

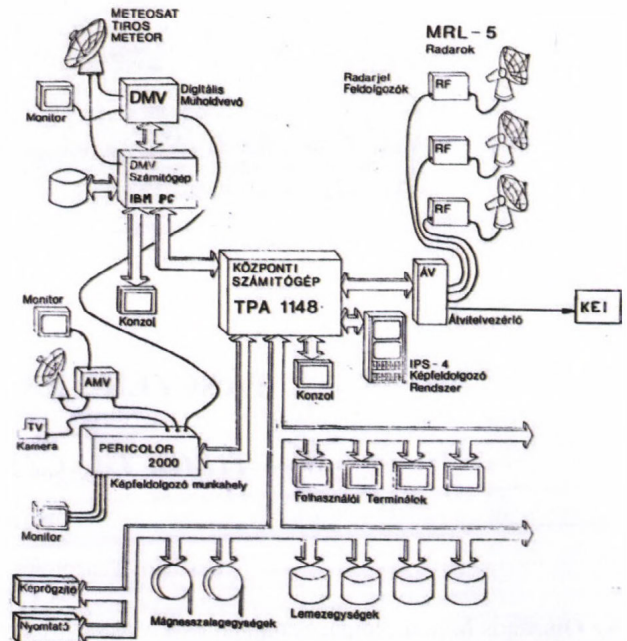
Itt dolgoztam 1991 májusáig, amikor is az OMSZ új elnöke, Mersich Iván Tiborral együtt felkért, hogy legyünk közvetlen munkatársai. Ez időszakhoz tartozik egy Tiborhoz közvetlenül kapcsolódó, máig nem feleltet emlékem. Egy nap, talán 1991 végén, Tibor megkezdte azzal, hogy az OMFB-ből felkérték egy FETIVIZIG által beadott radarpályázat bírálatára.

Megkérdezte mit tudok erről. „Én készítettem” – mondtam. „Akkor támogatom.” – volt a válasz. Ezzel kezdődött radarálom megvalósulása és 1995-ra radarhálózatunk teljesen automatizált lett.

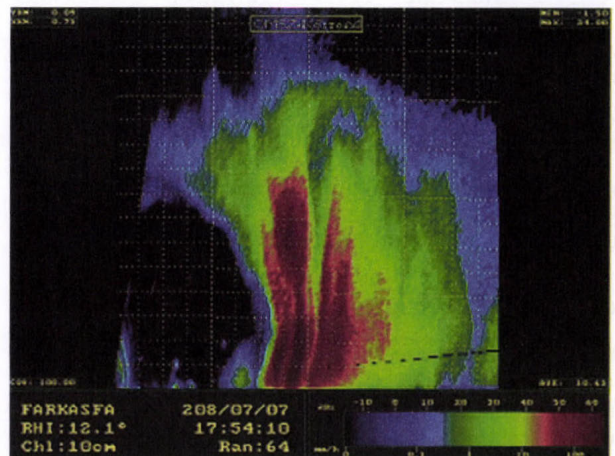
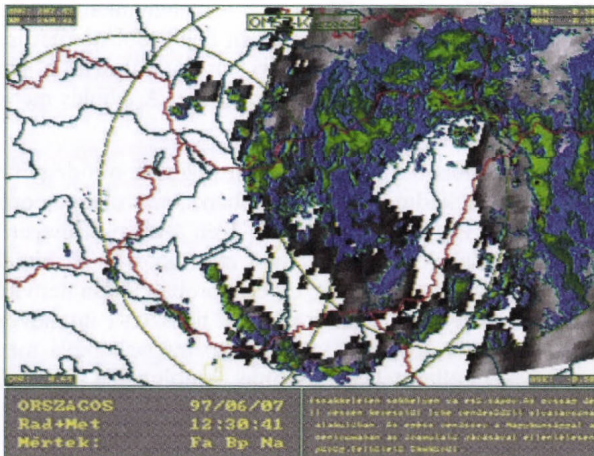
Még egy gondolat befejezésül: magam sajnálom, hogy mind a távérzékelés, mind a számítóközpont, mind a digitális vevő fejlesztés (ez is izgalmas) története úgy alakult, ahogy. Komoly lehetőségek voltak akkor a kezünkben, de az OMSZ akkori szervezete és vezetése nem tudta kihasználni azokat. Annak azonban örülök, hogy máig tartó hatása van ezen időszakban végzett tevékenységünknek. Jó látni néhány akkori kollégát még ma is OMSZ-ban, hogy szinte ugyanazzal a lelkesedéssel folytatják az akkor elkezdett munkáikat.



OMSZ KLF1 műhold művevő rendszere 1984-ből: a KEI-ben csak egy képiró berendezés volt.



OMSZ KEI Távérzékelési Főosztály tervezett informatikai rendszere 1986-ból



Az időjárási radarhálózat teljes automatizálása 1995-re valósult meg, radar és műholdas kompozit egy radar munkahelyén 1997-ben. Ilyen radarképet azóta se láthatunk, üllős zivatarfelhő vertikális metszete Farkasfáról 1998. július 7-én (jobb)



*A WMO főtitkár látogatása a KEI Távérzékelési Főosztályán 1986. július 8-12
Dombai Ferenc, a Főtitkár személyi titkára, Godvin O.P. Obasi WMO főtitkár, Kapovits Albert KEI igazgató*

TÄNCZER TIBOR NYOLCVAN ÉVES

TIBOR TÄNCZER IS 80 YEARS OLD

Sáhó Ágnes

Országos Meteorológiai Szolgálat, saho.a@met.hu

Az Országos Meteorológiai Szolgálat és a Magyar Meteorológiai Társaság 2014. április 28-án, 14:00 órai kezdettel emlékezett meg az OMSZ műholdas tevékenységének 50. évfordulójáról, és ezen a napon köszöntötték dr. Tanczer Tibort, a szakterület egyik legkiválóbb képviselőjét 80. születésnapja alkalmából. Dr. Major György, mint a megemlékezés szervezője, köszöntötte a jelenlévőket, köztük az ünnepeltet, aki előadásában bemutatta az OMSZ műhold-meteorológiai tevékenységének előzményeit, s a fejlesztési eredményeket 1991-ig.

Hogy miként változott ennek a területnek a munkája a további évtizedekben, arról Gerhátné dr. Kerényi Judit beszélt, s ehhez kapcsolódott az OMSZ felszíni távérzékelési tevékenysége, melyet Vadász Vilmos, dr. Dombai Ferenc és dr. Bozó Pál mutatott be.

Tanczer Tibort, aki a műhold-meteorológia tudományának és a hozzá kapcsolódó eszközök és információk operatív felhasználásának hazai úttörője, számos régi kollégája, tanítványa, az általa elért eredmények örökösei köszöntötték a kerek évforduló alkalmából.

Tanczer Tibor 1952-ben érettségizett Újpesten, a Könyves Kálmán Gimnáziumban és 1956-ban végzett az ELTE meteorológus szakán. Hogy kezdődött a műhold-meteorológia iránti szeretete és lelkesedése?

Mindig különös vonzalmat érzett a matematika és a fizika iránt. A meteorológia tudományán belül több terület is érdekelt, de végül az előrejelzési vonalat választotta. Szakdolgozatát is ennek a témának szentelte: A lehülés mértéke frontmentes éjszakán” címmel.

Abban az időben a végzett meteorológusok mindegyike el tudott helyezkedni, hiszen korábban nem volt meteorológusképzés, így óriási hiány volt ezen a téren. Tanczer Tibor kutatónak jelentkezett, mert már akkor is az elméleti problémák foglalkoztatták, de első próbálkozása nem sikerült. Az előrejelző osztályra kapott beosztást, úgynevezett aero-szinoptikusként. Itt a beérkező magaslégköri megfigyeléseket kellett térképre vinnie, feldolgoznia és véleményeznie, hogy mi várható ezek alapján. Ez – bár nem az a terület volt, amit igazán szeretett volna csinálni – mégis meghatározó volt további pályafutása szempontjából.

Tibor életpályáján fontos esemény volt, hogy 1957-ben kiutott a világűrbe az első, ember alkotta tárgy, majd 1960. április 1-én felbocsátották az első meteorológiai műholdat is, amely az amerikai Tiros-1 volt. Dési professzor 1961-ben megbízott egy kollégát a műholdas területnek a művelésével. Ez a kolléga tartott tájékoztatókat a munkatársaknak a műholdak meteorológiai alkalmazhatóságáról.

1962-ben felbocsátották a Tiros-4-et is, annak alapján már úgynevezett NEF-analízisek, felhő-analízisek érkeztek, számkódba fejtve – a műhold pályája miatt korlátozottan. Ez volt az első meteorológiai információ, ami már aktuálisan közölte a műholdról származó, meteorológusokra vonatkozó felhőadatokat – már amennyiben a műhold felettünk haladt el – kb. 800 km magasságban.

1964-től már eljutottak hazánkba is a műholdképek, és ez volt az a lendítő erő, ami Tibort végképp elkötelezte a műhold-meteorológia mellett. Beleszeretett a témába: meglátni ezeket a csodálatos képeket lebilincselő volt számára: óriási lehetőséget érzett az új irány fejlesztésében. Első előadását a témában Sopronban, a vándorgyűlésen tartotta meg, nagy lelkesedéssel. Attól kezdve ezen a fórumon évente kérték föl előadásra.

1964 decemberében jelent meg Tanczer Tibor első tudományos cikke, amiben műholdfelvételek vetítésével mutatta be egy ciklon fejlődési folyamatát. Ez az Intézet saját folyóiratában, az Időjárásban jelent meg, de Amerikába is kikerült ennek a dolgozatnak az összefoglalója.

1966-ban Tibor ENSZ ösztöndíjjal fél évet Moszkvában, majd fél évet az Egyesült Államokban töltött. Jó alkalmat adott ez a tanulmányút arra, hogy a szocialista tábor és a nyugati világ eredményeit és kutatási irányait összehasonlítva, azokat a magyar viszonyokra vetítve, felhasználhasa tapasztalatait.

A műholdtechnika közben évről évre változott. A Tiros-műholdak után már az új típusú műholdak jelentek meg. Részben a Nimbus kutató műholdszéria, részben az ESSA, amely az első olyan operatív műholdcsalád volt, melyet úgy alakítottak ki, hogy részint az egész Földet figyelték, globális adatokat szolgáltatva a felbocsátó ország számára, részint pedig alkalmassá lettek közvetlen sugárzásra.

1980-tól már Tibor a Központi Légkörfizikai Intézet Műhold-meteorológiai Kutató Osztályának vezetője. Irányítása alatt megkezdődött a műholdfelvételek digitális kiértékelése és bemutatása a közszolgálati televízióban. Folytatva kutatásait is, melyek ebben az időben a felhőzeti mezőből származtatható meteorológiai információk meghatározására irányultak. Eredményeiről számtalan helyen jelent meg publikáció: az OMSZ Időjárás kiadványaiban, a Magyar Meteorológiai Társaság Légkör folyóiratában, a COSPAR és Interkozmosz kiadványokban, az Asztronautikai Tájékoztatókban és Közlönyökben. Részt vett az Űrhajózási lexikon, az Űrtan, a Távérzékelési Értelmező Szótár, valamint a Fejezetek a magyar meteorológia történetéből 1971-1995 kiadvány elkészítésében is.

A műhold-meteorológia terén elért külföldi és hazai eredményeket „Műhold-meteorológia” címmel 1988-ban, az Akadémiai Kiadó gondozásában megjelent könyvében

foglalta össze. Ez a mű szolgált később a téma egyetemi oktatásának alapjául, s színvonalával elnyerte a Magyar Meteorológiai Társaság nívódíját. Oktatási tevékenységével 1973-tól 2004-ig hozzásegítette az ELTE meteorológus hallgatóit, hogy a Műhold-meteorológia című tárgy keretében megismerhessék ennek a szakterületnek a szépségeit. Emellett részt vett a Budapesti Műszaki Egyetemen a távérzékelési szakemberek képzésében, és előadóként az Országos Vízügyi Hivatal által hidrológusoknak szervezett nemzetközi posztgraduális továbbképzésben is.

2010-ig tagja volt az MMT választmányának; a Társaságban kifejtett tevékenységét 1988-ban Steiner Lajos-emlékéremmel jutalmazták.

Minden lehetséges műholdmeteorológiával foglalkozó intézménynek, szervezetnek, társaságnak tagja volt: a Magyar Tudományos Akadémia Meteorológiai Tudományos Bizottságának, a Matematikai Fizikai Tudományos Osztálya Űrkutatási Komplex Bizottságának, az Űrkutatási Bizottságnak, majd az Űrkutatási Tudományos Tanácsnak, a COSPAR Nemzeti Bizottságának és az OMFB távérzékeléssel foglalkozó Műszaki Tanácsának. Nemzetközi szinten a COSPAR „A földfelszín, a meteorológia és éghajlat tanulmányozása a világűrből” elnevezésű bizottság légkörrel foglalkozó albizottságának lett tagja. Számos COSPAR ülésen vett részt, az esetek többségében előadással. Az 1980-ban megrendezett budapesti COSPAR kongresszus meteorológiai szimpóziumáról a Pergamon Press által megjelentetett kötet szerkesztője volt. Az 1981-ben Hamburgban a „Mezőskálájú megfigyelések és a rövid távú előrejelzés” témájában rendezett IAMAP (International Association of Meteorology and Atmospheric Physics) szimpóziumon a COSPAR említett bizottságának volt hivatalos képviselője.

1986-tól változás állt be az életében. Ekkor lett tudományos tanácsadó az OMSZ Központi Előrejelző Intézetében, majd 1991-től 1995-ös nyugdíjba vonulásáig az Országos Meteorológiai Szolgálat elnöke mellett tudományos titkári teendőket látott el. Koordinálta a kutatói tevékenységet, de folytatta műholdfelvételekre épülő kutatómunkáját is. Szerkesztette a Szolgálat angol nyelven megjelenő „Időjárás” című folyóiratát. A folyóirat szerkesztőbizottságának több mint harminc éve, jelenleg is tagja.

A szakmai munka mellett széleskörű ismeretterjesztő tevékenységet folytatott, elsősorban az Élet és Tudomány és a Magyarország című hetilapok hasábjain. Munkásságát három ízben miniszteri elismeréssel díjazták: 1986-ban Kiváló dolgozó kitüntetést kapott, 1995-ben Pro Meteorologia emlékéremben részesült és 2005-ben Schenzl Guido-díjjal tüntették ki.

A születésnapjára szervezett megemlékezésen megfogalmazódott, hogy nem csak a műhold-meteorológiával foglalkozó, meteorológus és űrkutató szakemberek, de más szakterületek munkatársai is sokat profitáltak az ő csendes, szerény, de kitartó és hihetetlenül lelkiismeretes, ösztönző munkájából.

Kívánunk jó egészséget és szellemi frissességben, erőben töltött további számos esztendő!

FELMÉRY LÁSZLÓ GYÉMÁNTDIPLOMÁS

LÁSZLÓ FELMÉRY HAS GOT DIPLOMA OF SIXTY YEARS' STANDING

Felméry László 1931-ben született Budapesten. 1953-ban szerzett földrajz-történelem szakos, majd már egyetemi oktatóként matematikus diplomát 1962-ben. „Vizsgálatok a talaj-közelbeli légkör nedvesség viszonyai” című értekezéséért kapott egyetemi doktori fokozatot. 1991-ben bekövetkezett nyugdíjazásáig az ELTE Meteorológia Tanszékének oktatójaként generációkat tanított a klimatológia, az éghajlati adatfeldolgozás tudományára. Egyetemi jegyzeteket írt. A Dobosi-Felméry: Klimatológia (1971) jegyzet sokáig alapvető munkának számított ebben a témakörben. Fő szervezője volt a Magyar Honvédség megbízásából szervezett katonai meteorológiai szaktanfolyamoknak. A Felsőoktatás Kiváló Oktatója. A környezetvédelmi miniszter 1996-ban Pro Meteorologia Emlékplakettal tüntette ki.

A rövid összefoglaló után meséljen Ő maga az életéről.



*Az Eötvös Loránd Tudományegyetem
Szenátusa*

a természettudományok területén

hatvan

éven át kifejtett

értékes szakmai tevékenységének elismeréseként

Dr. Felméry László
részére

GYÉMÁNTOKLEVELET
adományoz.

*Részére ezt a díszoklevelet az Egyetem pecsétjével
és aláírásunkkal megerősítve kiadjuk.*

Budapest, a 2013. év októberében.

h
DEKAN



Rektor
REKTOR



*A személyi nyilvántartásban megőrzött
fénykép*



A gyémántdiploma és átvétele Klinghammer István rektortól

NÉGY EPIZÓD AZ ÉLETEMBŐL FOUR EPISODES FROM MY LIFE

Felméry László

felmeryk@gmail.com

Első epizód. 1944 karácsonya, az ostromgyűrű már bezárult Budapest körül. Szüleimmel, nővéremmel és két öcsémrel a Budai Várban. Édesapámnak baljós sejtései vannak. Az I. világháborúban az olasz fronton harcolt és sebesült meg. Lángszórával fognak innen kifüszölni és megölni minket. Még szilveszter előtt átmentünk a pesti oldalra, az egyik belvárosi közintézmény szilárd boltíves pincelabirintusában találtunk menedékre az épület gondnokának, apám barátjának segítségével. A velünk hozott élelem véges, nagyon is véges készlet volt. Ki számított hosszan elhúzódó ostromra? Rajtunk kívül még három gyermektelen család is itt húzta meg magát. Egyre aggódóbban tekintettek a négygyermekes család egyre szűkülő étkezésére, amikor már nekik is vésszenen fogytak a készleteik. De hogy a szüleim hogyan gondolhattak az éhhalál közeledő rémére? Most is összeszorul a szívem. A segítség váratlan oldalról jött. Egy tábori kórház, talán a 10-es számú telepedett be ebbe a viszonylag biztonságos pincerendszerbe. Hogy 70 év távlatából ez a 10-es szám hogyan ugrott be az emlékezetembe, talán csak a pszichológusok tudnának rá magyarázatot. A váratlan segítség azt jelentette, hogy a kórháznak volt ellátmánya, nagyvonalúan nekünk is csurrant-cseppent belőle. A front talán a Nagykörúton lehetett és az attól néhány száz méterre beljebb lévő kórházba bizony állandóan hozták a sebesülteket. Két olyan fiút, mint engem és a 12 éves nagyobbik öcsémet napokon át pórázon tartani a sötét pincezugokban lehetetlen volt, természetesen szüleink sem tudtak felügyelni ránk. Így többször becserkészttük a kórházi területet és szereztünk életre szóló emlékeket. Látuk, hogy pálinkás butykosok mindig vannak az orvosok keze ügyében, kérdésünkre azt a választ kaptuk, hogy a biztos kezű operációhoz erre szükségük van. Jóval később, már felnőtt korban hallottam a „célzóvízről”. Valamikor január 10-e után a szokásosnál is nagyobb nyüzsgés volt a kórház körzetében, természetes, hogy ott volt a helyünk az öcsémrel. A kórházparancsnok, vezető fősebes (egyébként szülész-nőgyógyász), osztogatta a parancsokat. A tábori kórházat átmentik a budai oldalra. Az áttelepülés után néhány nappal hallottuk a dunai hidak felrobbantását. A két fiú most sem nyughatott (szegény szüleink). Óvatosan behatoltunk az elhagyott kórház területére. Nem volt üres. A néhány halotton kívül még pár súlyosan vagy kevésbé súlyosan sérült beteg várt a sorsára. Csak a mozgatható sebesülteket vitte magával a kórház Budára. A súlyosakat vagy az ellenszeglőket hátrahagyták. Viszont gyógyszerek, kötszerek bőven maradtak utánuk. Számunkra azonban abban a pillanatban a legfontosabb az a két katonai kondérban főtt babfőzelék volt, amit szintén hátrahagytak. Hamarosan segélykérő hangok is eljutottak hozzánk innen-onnan az

egy-egy priccsekről. A pince félhomályából egy-egy hang vizet kért, egy másik hang pedig orvosi segítséget várt a két gyerektől. Fiúk! Az Isten szerelmére kötézzenek át, ez naponta szükséges, mert különben elpusztulok. Nem lettem orvos, ma sem tudom miért szükséges a napi átkötözés, de teljesítettem a kérését az útmutatása alapján. A kórház gyógyszer tárában volt bőven ultraszeptil sebpor, az akkori csodafegyver a sebészetben. És persze lázcsillapító is. Ha lehunyom a szemem ma is látom azt a hasi tájon nagy véres területet. Kezeltünk még egy másik szerencsétlen véres lábat is. És inni s enni (hideg babfőzelék) adtunk néhány szenvedőnek, aki képes volt szót váltani velünk. Érdekes módon víz mindig volt a mély pince részekben. A propos: még sohasem hallottam történeszektől vagy hivatalosaktól arról, hogy kitüntették volna a Vízművek akkori dolgozóit az ostrom alatti helytállásukért. Visszatérve a január közepi napokra és akkori tevékenységünkre nem emlékszem, hogy viszolyogtunk volna a véres sebek látványától. Magamat 14 évesen ki-neveztem kórházigazgatónak, öcsémet pedig segédorvosomnak. Január 18-án a pesti oldalt a Dunáig elfoglalták az oroszok. Pincénkbe is bejöttek és részletesen tájékoztak egy tolmács segítségével. Mivel vízzel tudtuk a vendégeket fogadni, viszonylag barátságosak voltak hozzánk. A tolmács révén a beszélni képes betegektől hallottak orvosi tevékenységemről. Vállveregetés és „brave gyétyi” (derék gyerekek) őrizi az 1944/45-ös sorsfordító napok emlékét.

Második epizód. A budapesti ostrom 1945. február 13-án véget ért. Az európai harcok 3 hónappal később májusban befejeződtek. A halottak meggyászolása és a sebek gyógyítása mellett elkezdődött az újjáépítés, nem akármilyen nehézségek közepette. Még két-három éven át az éhezés a mindennapok része volt. Néhány lelkes szervező és intézmény megszervezte a budapesti gyerekek vidékre telepítését rövidebb-hosszabb időre olyan falvakba, ahol élelem bőven volt. Az akció hasznos volt mindkét fél részére. A gyerekeket felerősítették, a paraszti gazdaságok pedig hasznos segítséget kaptak azzal, hogy a gyerekek szívesen részt vettek a mezőgazdasági munkákban. Néhány hetes, nyáron néhány hónapos akcióról volt szó az iskolaév sérülése nélkül. Így kerültem egy dél-baranyai sváb faluba Szepi bácsiék paraszti gazdaságába. Szeretettel befogadtak és részt vehettem az állatok gondozásában. Egyik felejthetetlen emlékem: Szepi bácsi kint a határban dolgozott, én otthon maradtam az állatokra felügyelni. Városi gyerek létemre nagyon szerettem már akkor is az állatokat. Egyik kedvencem a Bokros nevű tehén volt. Nem csoda hát, ha túlettemem. Egymás után adtam neki az újabb és újabb friss lucerna

adagokat. Eleinte nagyon kedvesen nézett rám, de azután egyre szomorúbban. Hamarosan észrevettem, hogy a hasa rettenetesen felfúvódott és nem akar kérődni. Ha még egy-két villányi adagot beadtam volna neki lufiként kiszállt volna az istállóból. Éreztem, hogy baj lesz. Szerencsére Szepi bácsi időben hazaérkezett. Azt a németnyelvű káromkodást bár nem értettem, de sohasem felejttem. Ezek után egy zseniális megoldásnak lehettem reszkető tanúja. A tehén szájába keresztbe egy vaskos fadarabot kötözött. Ezzel kényszerítette a marha nyelvét munkára és a kérődzés beindult. Mindketten életben maradtunk. A tehén is, én is. Bár a vasvilla kéznél volt az istálló falánál.

Harmadik epizód. 1956. október 23. Ifjú tanársegédként elsőéves hallgatóimmal gyülekeztünk a Károlyi-kertben abból a célból, hogy tüntetéssel fejezzük ki szolidaritásunkat a testvéri Lengyelország mellett. A poznani felkelés óta Lengyelország lázas állapotba került. Még nem dőlt el, hogy Władysław Gomułka (a lengyel Nagy Imre) reformtörekvéseivel hatalomra kerül-e vagy sem. Csodálatos őszi idő volt és ahol sok fiatal van együtt, ott a hangulat is lelkesítő. Bár volt valami bizonytalanság is a levegőben amiatt, hogy az akkori belügyminiszter Piros László, óránként hol engedélyezte, hol betiltotta a tüntetést. Végül is elindulhattunk a tervezett Bem téri nagygyűlésre. Már sokan és sokféleképpen írásban és szóban megemlékeztek erről a csodálatos napról. Az események hiteles leírása a történészek dolga. Én csak arról a két-három óráról szeretnék írni, amelynek aktív résztvevője voltam és arról az egy-két pillanatról, ami máig él bennem. A lelkes menet halad a Bajcsy-Zsilinszky úton különböző jelszavakat skandálva. Az egyik erkélyről a magyar zászlót lengető fiatal nőért aggódunk, hogy ki ne essen ilyen felhevült állapotban. Talán a Vígszínháznál (akkor Néphadsereg színháza) járhattunk, amikor az áradattal szemben – mint egy hídpillér a folyóval szemben – közénk toppan a járdáról egy magas ősz hajú hadfi, talán a Don-kanyart megjárt főtiszt, és akit elérhetett, azzal kezdet fogott. „Hősök vagytok fiúk, hősök vagytok fiúk!” Akkor döbbsentem rá, hogy alighanem történelmet csinálunk. Ellenkező példa is akadt: Már a Margithídon jártunk, amikor a járdáról egy ösbolsevik férfi szidni kezdte a hallgatóinkat. Szégyelljük magukat, a Szovjetunió a felszabadítónk! A békés menetünkre jellemző, hogy az illetőt nem dobták a Dunába. A Bem-téri eseményeket, úgy, mint a Himnusz, a Szózat, az Írószövetség követelésének pontjait az objektív történészekre bízom. Azonban szeretnék megemlíteni egy utolsó emlékezetes pillanatot. A szobor mögött egy laktanya volt (ma kisegítő iskola). A nyitott ablakokban kiskatonák, mögöttük tisztek. Közülünk valaki felkiált: „Magyaroknak magyar ruhát, veszük le a gimnasztyorkát!” Azt a magyar hagyományos katonai viselettől teljesen idegen szovjet egyenruhát. A tömeg harsányan átvette a jelszót és lássunk csodát, egy modern sztriptíz alakult ki az ablakokban: a kiskatonák elkezdtek letépní magukról a gimnasztyorkát és mögöttük a tisztek nem avatkoztak közbe. Elsőszülött kislá-

nyom éppen egy évvel korábban október 23-án született. Óbudai lakásunkban már gyülekeznek a nagyszülők. Egy szál gyertya a szülinapi tortán. Nekem ott a helyem. Elbúcsúztam a hallgatóimtól. Innen már hazataláltok, holnap találkozunk az Egyetemen. A holnapból több hónap lett, és sajnos nem mindenkit láthattam viszont. Máig visszatérő fájó gondolat, hogy velük kellett volna maradnom és óvni, vigyázni kellett volna rájuk.

Negyedik epizód. 1991-ben nyugdíjba mentem és egy meglepő, különleges boldogság várt rám. Első nagyapaként az országban gyesre mentem. A menyem a szakorvosi vizsgájára készült, nem maradhatott állandóan a kicsi mellett, csak etetni ugrott haza. Nagymama feleségem még aktív dolgozó volt. Érdekes látvány volt a postás meglepetése, amikor az első gyes-utalást férfiúi kezembe kézbesítette. Biztos, hogy egy kisdéd az anyukája vagy a nagymamája kezében van a legjobb helyen, de engedtesék meg még nincs nagyszámú tapasztalat arról, hogy a nagyapák nagyobb odafigyelés, koncentráció képessége vetekedhet az ezerfelé foglalt és szorgoskodó anyukákkal, nagymamákkal. Csodálatos évek kezdődtek. Volt úgy, hogy a nap 12 esetleg 24 órájában együtt lehettem előbb Krisztivel, azután Timikével. Mozart egyik kortársa megjegyezte: Istent látni nem lehet, de hallani igen, amikor Mozart zenéjét hallgatja. Én ezt az állítást kiegészíteném. Igen! Látni is lehet. Ha néhány hónapos, egy évnél mindenképpen fiatalabb kisdéd szemébe nézel még túlvilágról áthozott fényekkel is találkozhatasz. Azután napról-napra ezek a fények átadják helyüket az evilági fényeknek. Minden nappal egyre okosabbak lesznek. Az állandó együttlét különleges kapcsolatot eredményezett. Példák sokasága: Ha egy színező füzet állatrázjos alakjait kellett kiszínezni az egyik színes ceruzával ő a nyuszi jobb fülét én egy másik ceruzával a bal fülét voltam köteles kiszínezni. Órákat töltöttünk a szőnyegen hasalva, míg egy farmot pici építményekkel és állatokkal benépesítettük. Ritka alkalom, hogy néha a nagymama is velünk indul sétáin. Amíg zárom a lakás ajtaját, addig ők előre mennek. Mielőtt utolérném őket az utca végénél, kihúzza Timike a kezét a nagymamájából, visszaszalad, és a kezembe kapaszkodik. Persze ez jól esik a gonosz nagypának. Szegény feleségem! De már megszokta. Szülei panaszkodnak, hogy ha beteg vagy éjjel rosszat álmodik a Paput hívja. No és a csúcs: Karácsony délből, ünnepi ebéd. Tizennégyen az asztalnál. A pici lány a szüksége miatt kimegy a legfontosabb helyiségbe, de csak és kizárólag a Papu törölheti ki a popsiját. Bevallom nagyon büszke voltam annak idején, amikor Pozsgay Imre miniszter a felsőoktatás kiváló dolgozója címmel kitüntetett, de ez az eset a popsival minden kitüntetést felülmúlt. A pici lány azóta már érettségiző nagylány, de ha valami lelki bánata van, Paput hívja a Várba vagy valamely erdei sétára.

Epilógus. „A hosszú élet titka a boldog házasság!” (Kopp Mária)

A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG HÍREI NEWS OF HUNGARIAN METEOROLOGICAL SOCIETY

Németh Ákos

Magyar Meteorológiai Társaság, 1024 Budapest, Kitaibel P. u. 1., nemeth.a@met.hu

Rendezvényeink január 1. és december 31. között

Our programmes between 1 January and 31 December, 2013

Január 17.

Bartók Blanka: Az aszályveszély regionális különbségei a Kárpát-medencében a klímaváltozás okán; **Ladányi Zsuzsanna:** A klímaváltozás hatása a Kiskunsági Nemzeti Park tájaira; **Mezősi Gábor:** A regionális léptékű klímaváltozások hatásainak becslése a hazai tájakra (az Éghajlati Szakosztály rendezvénye)

Január 31.

Varga Zoltán: A légkör és az állatok kapcsolatának alapjai; **Kovács Alfréd Pál:** Meteorológiai tényezők hatásai a nagytetű haszonállatok szaporodására és termelésére; **Nagy Júlia Anna, Bartholy Judit, Pongrácz Rita, Hufnágel Levente, Pieczka Ildikó, Breuer Hajnalka:** A XXI. században várható klímaváltozás hatása az Európában vadon élő szárazföldi gerincesek élőhelyére; **Puskás János, Nowinszky László:** Van-e hatása az időjárási frontoknak a rovarok aktivitására? (Éghajlati és az Agro- és Biometeorológiai Szakosztály közös rendezvénye)

Február 21.

Wantuch Ferenc: Légköri elektromosság, villámok, villám-megfigyelő rendszerek (a Nyíregyházi Csoport rendezvénye)

Február 26.

Páldy Anna, Apatini Dóra, Mátyóki Gergely, Magyar Donát, Józsa Edit, Novák Edit: A 2012-es parlagfű pollenszezon általános értékelése, összehasonlítva a 2010-2011. évi pollenterheléssel; **Mátyóki Gergely, Elekes Péter, Páldy Anna:** A Parlagfű Pollen Riasztási Rendszer fejlesztései és céljai 2012-ben; **Hubik Irén, Nádor Gizella, Surek György:** Parlagfű felmérés eredményei 2007-2012-ig a PIR szerver adatai alapján; **Surek György, Nádor Gizella, Hubik Irén:** Új eredmények a parlagfű távérzékeléses felderítésében (az Agro- és Biometeorológiai Szakosztály rendezvénye)

Matisz Attila: India csillagászati emlékei (a Szombathelyi Csoport rendezvénye)

Február 27.

Kovács Győző: Repülésmeteorológiai előrejelzések beválásának ellenőrzése az MH Légi Vezetési és Irányítási Központban (a Repülésmeteorológiai Szakosztály rendezvénye)

Március 7.

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 – Makroszinoptikus jellegzetességek, veszélyes időjárási helyzetek; **Bálint Gábor, Szalai József, Varga György:** A hazai vízfolyások és állóvizek vízjárása, valamint a talajvíz változásai 2012-ben (az Éghajlati Szakosztály rendezvénye)

Március 19.

Dobány Zoltán: A monszun jelenség és tanításának problémái (a Nyíregyházi Csoport rendezvénye)

Március 26.

Kardos Péter, Kurunczi Rita, Gyöngyösi András Zénó: UAV-meteorológia, Időjárás előrejelző rendszer fejlesztése pilóta nélküli repülések meteorológiai biztosítására (a Repülésmeteorológiai Szakosztály rendezvénye)

Április 9.

Adina-Eliza Croitoru: Recent climatic changes in Romania (a Debreceni Csoport rendezvénye)

Kovács Erik: Az éghajlatváltozás hatása a Mura mente mezőgazdaságára (a Szombathelyi Csoport rendezvénye)

Április 16.

Kovács Jenő: A Retyezáttól a Madarasi Hargitáig (a Szombathelyi Csoport rendezvénye)

Április 23.

Tatai-Szabó Miklós: Evolúció, klíma és a „végtelen” (a Szombathelyi Csoport rendezvénye)

Április 29.

Koppány György: Éghajlat és történelem (a Szegedi Csoport rendezvénye)

Április 30.

Sümei Brigitta: Mediterrán varázs (a Szombathelyi Csoport rendezvénye)

Május 2.

Göcz Lajos: Eredmények és ellentmondások a hazai megújuló energiák gyakorlati alkalmazásában;

Alföldy-Boruss Márk: Megújuló Cselekvési Terv keretében 2020-ig várható intézkedések és pályázatok (a Nap- és Szélenergia Szakosztály rendezvénye)

Május 7.

Hérincs Dávid: Speciális időjárási helyzetek az Alpoknál (a Szombathelyi Csoport rendezvénye)

Május 14.

Mika János: Az éghajlatváltozás kihívásai (a Nyíregyházi Csoport rendezvénye)

Május 30.

Havasi Ágnes: A Richardson-extrapoláció elméleti vizsgálata és alkalmazásai (a Léghődinamikai Szakosztály rendezvénye)

Október 2.

Bottyán Emese, Lehoczky Annamária, Sábitz Judit, Zsebeházi Gabriella: Beszámoló a külföldi nyári iskolákról, az ott szerzett tapasztalatokról, élményekről (a Róna Kör rendezvénye)

Október 15.

Dobány Zoltán: Helyi szelek Földünkön; **Tar Károly:** Kárpátok és az Alföld légcseréjének szélenergetikai vonatkozásai (a Nyíregyházi Csoport rendezvénye)

Büki Ádám Salamon: „Légtüneménytan...”, avagy emlékezés Berde Aronra, az első magyar nyelvű meteorológiai szakkönyv írójára (a Szombathelyi Csoport rendezvénye)

Október 16.

Major György: Az Országos Meteorológiai Szolgálat napenergiás tevékenységének áttekintése; **Bartók Blanka:** A globálsugárzás változásai Európában (a Nap- és Szélenergia Szakosztály rendezvénye)

November 12.

Barcza Attila: A Yellowstone, Death Valley és Grand Canyon nemzeti parkok természetföldrajzi és turisztikai sajátosságai (a Szombathelyi Csoport rendezvénye)

November 14.

Bartholy Judit, Mika János, Szépszó Gabriella: Az éghajlatváltozás tudományos alapjai, Az IPCC szeptember 27-i jelentése (az Éghajlati Osztály rendezvénye)

November 19.

Hérincs Dávid: Hurrikánok a Földközi-tengeren? (a Szombathelyi Csoport rendezvénye)

November 25.

Varga Zoltán: Az éghajlat változékonyságának hatása az élőlényekre és a mezőgazdaságra (a Szombathelyi Csoport rendezvénye)

December 3.

Horváth Katalin: „A szauna a szegény ember patikája”, avagy aranyfűstöt lélegeztem Kemiben (a Szombathelyi Csoport rendezvénye)

December 12.

Páldy Anna, Apatini Dóra, Mányoki Gergely, Magyar Donát, Józsa Edit, Novák Edit: *A 2012-es parlagfű pollenszezon általános értékelése; Pálmai Ottó:* *A parlagfű-mentesítés Fejér megyei tapasztalatai; Surek György, Nádor Gizella:* *Távérzékeléses parlagfű felmérési eredmények 2013-ban?* (az Agro- és Biometeorológiai Szakosztály rendezvénye)

A Társaság május 22-én tartotta meg soron következő Közgyűlését. A Közgyűlés legfontosabb napirendi pontjai az Alapszabály módosítása, a 2013-as költségvetés elfogadása, valamint a társasági díjak átadása volt. 2013-ban a következő tagtársak vehették át a kitüntetések:

- **Steiner Lajos Emlékéremet** kapott **Pappné Ferenczi Zita**, a levegőkémiai mérések, valamint a levegőkörnyezeti modellezés területén nagy szakmáért, magas hozzájárulással és szorgalommal végzett munkájáért.
- **Szakirodalmi Nívódíjat** vehetett át **Bartholy Judit, Bozó László és Haszpra László**, „Klimaváltozás-2011. Klímaszcenáriók a Kárpát-medence térségére” könyv szerkesztőiként és szerzőiként végzett tevékenységükért.

– **Berényi Dénes Emlékdíjjal** jutalmazta az MMT Közgyűlése **Kovács Alfréd Pált**, a zoometeorológiai kutatásokban elért kiemelkedő eredményeiért, valamint a zoometeorológia oktatásában végzett több éven át tartó lelkiismeretes munkájáért.

– **Hegyfokyi Kabos Emlékéremet** 2013-ban Magyarország éghajlatának megismeréséért, az éghajlat kutatásában és oktatásában, valamint a tudományos ismeretterjesztésben végzett kiemelkedő, több évtizedes munkájáért **Mika János** kapta.

– **Róna Zsigmond Alapítvány** 2012. évi *kamatait* **Csonka Tamás** kapta kiemelkedő tudományos tevékenységének elismeréséért.

Társaságunk évzáró Közgyűlését december 16-án tartotta, melynek legfontosabb napirendi pontja a 2013-as Hille Alfréd Ifjúsági Pályadíj átadása volt.

A 2013-as **Hille Alfréd Ifjúsági Pályadíjat** a „Zivatar rendszerekben fellépő villámlási anomáliák” című dolgozatáért **Mona Tamás** kapta.

IDŐJÁRÁS ÉS ÉGHAJLAT: AZ IFJÚSÁGGAL A HOLNAPÉRT METEOROLÓGIAI VILÁGNAP 2014

WEATHER AND CLIMATE ENGAGING YOUTH WORLD METEOROLOGICAL DAY 2014

Sáhó Ágnes

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

Michel Jarraud-nak, a Meteorológiai Világszervezet (WMO) főtitkáranak üzenetét idézve, melyet a 2014. évi Meteorológiai Világnap alkalmából tett közzé, a Világszervezet, felismerve a fiatalok szerepét a jövő kialakításában, az ideai Meteorológiai Világnap témájaként az *„Időjárás és éghajlat: az ifjúsággal a holnapért”* címet választotta. A 15-24 év közötti fiatalok a világ lakosságának egyhatodát teszik ki. 85 százalékuk – kb. 1 milliárd fő – a fejlődő országokban él. Ötven évvel ezelőtt élt elődeikhez képest a mai fiatalok átlagban egészségesebbek, képzetesebbek, és tehetségesebbek. A technológia átszövi az életüket, lehetővé téve, hogy környezetükkel folyamatos kapcsolatban legyenek. Mégis, nagyon sok fiatal szenved a szegénységtől, diszkriminációtól, egyenlőtlenségtől és a kiszolgáltatottságtól; sokan közülük nem jutnak hozzá az oktatáshoz, egészségügyi és más alapellátáshoz. Ezeket a problémákat tovább súlyosbítják az éghajlatváltozásból és a szélsőséges időjárási eseményekből fakadó kockázatok, amelyek sok fiatal életét befolyásolják ma is, az elkövetkezendő évtizedekben pedig még inkább. A légkör és az óceán hőmérséklete tovább növekszik, a jégsapka és a gleccserek tovább olvadnak, a tengerszint emelkedik, a szélsőséges időjárási és éghajlati események egyre gyakrabban fordulnak elő, és/vagy egyre nagyobb intenzitással bírnak. Az emberi tényező szerepe az éghajlatváltozásban nem kérdéses. A szén-dioxid és más üvegházhatású gázok légköri koncentrációja töretlenül növekszik, és az emberi történelem során eddig soha nem látott mértéket ér el. A fosszilis energiahordozók használata jócskán felmelegíti bolygónkat: az évszázad végére a hőmérséklet 4 °C-kal lesz magasabb, mint az iparosodás előtti időben. A melegedés 2 °C alá szorítása még elérhető, de csakis az üvegházhatású gázok kibocsátásának drasztikus mértékű csök-

kenésével. Ennek a célnak a megvalósítása gyors, határozott és bátor cselekvést igényel. A világ ifjúsága erőteljes szerepet tölthet be ennek a változásnak a véghezvitelében. Az éghajlatért való törekvés nem csak a CO₂-kibocsátás csökkentését jelenti, hanem a közös értékeket, és mindannyiunk szándékát a közös értékek megóvása érdekében. A fiatalok az új ötletek, és a problémák újszerű megközelítésének és megoldásának forrásai. Igazságos és méltányos megoldásokra vágnak.

A következő generáció fiataljaiban megvan a képesség arra, hogy az időjárás és az éghajlat változásaira való felkészülés során aktívan részt vegyenek a mostani, és a jövőbeli időjárási és éghajlati események megfigyelésében, megértésében, és az alkalmazkodásban. Képesek arra, hogy előmozdítsák az éghajlatváltozás tudatosítását, mérés-kelését, és az alkalmazkodást, de ahhoz, hogy a fiatalok teljes erejét kiaknázhassuk, képesnek kell lennünk arra, hogy a most őket érintő, és a jövőben az ő életüket befolyásoló szabályozások kialakításába és megvalósításába is bevonjuk őket.

Az időjárást és az éghajlatot alakító légkör-óceán-szárazföld-víz kölcsönhatás a tudományos kutatások számára egyre ismertebb; ez lehetővé teszi az időjárás és az éghajlat egyre pontosabb előrejelzését.

A WMO közössége által kifejlesztett eszközök, melyek lehetővé teszik az időjárás és az éghajlat megértését, és jobb előrejelzését, az elkövetkezendő évtizedek során még pontosabbak lesznek, és egyre szélesebb körben fognak elterjedni. Az éghajlat előrejelzéseire alapuló információk és szolgáltatások hozzájárulnak ahhoz, hogy az éghajlatváltozás hatásait csökkentjük, és jobban tudjunk ezekhez alkalmazkodni.



A Világnapi ünnepség közönsége, elől az „Év MET-ÉSZ észlelője”
Bajkai Csaba kisbéri esperes-plébános



Unger János tszv. egy. tanár (SzT Éghajlattani és Tájföldrajzi Tsz.,
Szakács Györgyné Farkas Amália ny. igh., az MMT tagja 1945 óta



Bartholy Judit (háttal) átveszi az elismerést
Rácz András helyettes államtitkártól és az
OMSZ elnökétől



Dohány László átveszi észlelői elismerését



Haszpra László szakmai előadása

Emellett, a fenntartható fejlődés útján is segítenek minket abban, hogy szembenézzünk a viharokkal, árvizekkel, hullámokkal; hogy a földművelők hatékonyabban tervezhessék a vetés és aratás idejét; valamint, hogy a vízi- és légi közlekedés biztonsága tovább növekedhessen. A fiatalok, akik a meteorológia, hidrológia, vagy éghajlatkutatás területén helyezkednek el, fontos szerepet tölthetnek be ezekben a folyamatokban, és nagyban hozzájárulhatnak a saját közösségük és országuk jólétének és biztonságának elősegítéséhez.

Habár az éghajlatváltozás a jövőnkkel kapcsolatban elbizonytalanít minket, mégis egy dologban biztosak lehetünk: társadalmunk nem csak önmagáért felel, hanem az utánunk következő generációkért is. A mai fiatalság az évszázad második felében fog felnőni, és ha nem teszünk sürgősen valamit, már az ő életükre is súlyos következményei lesznek az éghajlatváltozásnak, melyeket az Éghajlatváltozási Kormányközi Testület legújabb jelentése vetít előre. A mostani döntéseink eredményeképpen a fiataloknak döntő

szerpe lesz a Föld sorsának meghatározásában. Óriási kihívások állnak előttük, de számtalan lehetőség kínálkozik, hogy ezekkel a kihívásokkal szembenézzenek.

Világnapi ünnepség az Országos Meteorológiai Szolgálatnál. Az idei Világnapot március 21-én, pénteken ünnepelte az Országos Meteorológiai Szolgálat. Az esemény háziasszonya Fejes Edina volt. Radics Kornélia OMSZ elnök köszöntő szavai után Rácz András környezet- és természetvédelemért felelős helyettes államtitkár utalt a Vidékfejlesztési Minisztériumnak, s jogelőd intézményeinek az OMSZ-szal való, hosszú évekre visszanyúló kapcsolatára, mely nem mindig volt egyértelműen szoros, vagy egységes elveket valló, mostanra viszont sok minisztériumi vezető is egészen másképp viszonyul ehhez az intézményhez, az általa művelt tudományterülethez. Sokkal inkább saját ügyüknek tekintik a magyar meteorológia jövőjét, mint a korábbi évek során bármikor. A vezetői köszöntők után a miniszteri kitérítések átadása történt. Elsőként az idei év Schenzl Guidó Díjazottai vehették át kitüntetésüket:

Dr. Bartholy Judit professzor asszony az Eötvös Loránd Tudományegyetem Meteorológiai Tanszék vezetője, kiemelkedő kutatói és publikációs, valamint példaértékű, iskolateremtő oktatói tevékenységéért.

Dr. Dunkel Zoltán címzetes egyetemi tanár, több mint négy évtizeden át a meteorológia különböző tudományterületein végzett eredményes kutatói és szervezői munkájáért s a legnehezebb időkben vállalt, felelősségteljes, innovatív vezetői munkájáért.

Pro Meteorológia Emlékplakettet kapott

Kovács László, az MH Geoinformációs Szolgálat alezredese, szolgálatvezető-helyettes, a Katonameteorológiai Szolgálat, s ennek civil elfogadása érdekében kifejtett tevékenységéért, valamint a társszervezetekkel folytatott folyamatos kapcsolat ápolásáért.

Pappné dr. Ferenczi Zita, az OMSZ levegőkémiai szakértője – az Országos Meteorológiai Szolgálat levegőszennyezési modellezési feladatainak mind az operatív modellfelügyelet, mind a kutatás területén végzett lelkiismeretes és eredményes ellátásáért.

Sáho Agnes az OMSZ személyügyi referense – az Országos Meteorológiai Szolgálatnál két évtizeden át végzett személyügyi és szervezési munkájáért.

Zárbok Zsolt, a földfelszíni hálózat osztályvezetője – a különböző típusú meteorológiai észlelőhálózatok létrehozása, kialakítása, fejlesztése, valamint a munkatársi közösség és intézeti elkötelezettség érdekében kifejtett közel négy évtizedes munkájáért.

Miniszteri Elismerő Oklevelet kapott

Énekes Lászlóné az Időjárás Előrejelző O. meteorológiai technikus – az OMSZ meteorológiai tájékoztatásában végzett több évtizedes megbízható, pontos munkájáért.

Márfai László az Országos Vízügyi Főfel. osztályvezetője – az OMSZ és a Vízügy együttműködése, a hidrometeorológiai mérőhálózat automatizálása, valamint az adatok operatív felhasználása terén elért eredményes munkájáért.

A Világnapon minden évben megemlékezünk azokról a munkatársainkról is, akik a háttérben évtizedeken át részt vesznek a megfigyelőmunkában, az adatgyűjtésben, névtelenül, de nagy-nagy kitartással, szorgalommal. Idén is négy társadalmi észlelő kapott díjazást és elismerő oklevelet.

Ferenczi Lajos, aki a Fejér megyei *Előszállás*on 49 éve vezet a csapadékmérő állomást. Itt 1906-1945-ig éghajlatkutató, majd 1952-től napjainkig csapadékmérő állomás működik. Észlelőnk 1954-ben került az akkori Községi Tanács alkalmazásába, mint hivatalsegéd, „kisbíró”. Már ekkor többször helyettesítette az akkori megbízottakat, majd 1965. március 11-én az állomást az akkori hálózati ellenőr, Rajnoha János a kertjébe telepítette és megbízta Ferenczi Lajost az állomás vezetésével. Családi okok és idős kora miatt nem vállalta az utazást, a kitüntetést keresztfia, Hell Zoltán vette át helyette.

Kocsis Józsefné, a közigazgatásilag Balmazújvároshoz tartozó *nagyháti* állomáson 42 éve végzi a csapadékmérést. A településen 1947-ben létesült csapadékmérő állomás, amikor még a tanyán volt iskola is, és a méréseket és megfigyeléseket a tanárok végezték. Tőlük vette át a csapadékmérő állomás vezetését 1972-ben Kocsis Józsefné, Mária néni, aki ezt a feladatot a mai napig ellátja.

Dohány László 38 éve méri a csapadékot a *Budapest, X. kerület*, Maglódi u. 8. sz. alatti állomáson. Az állomás elődje

Budapest Kőbányai Szőlőtelep néven éghajlatkutató állomásként működött 1908 és 1923 között, majd észlelőnk édesapja a 60-as évek elején elkezdte a méréseket, egy iskola területén. Édesapja halála után vette át észlelőnk ezt a tevékenységet.

Luksik András a Komárom-Esztergom megyei *Csatkáról* érkezett, ahol 1954-ben létesült csapadékmérő állomás az akkori iskola területén. A méréseket az igazgató, majd utána egy tanító végezte. A mai helyére az állomás 1974 körül került, amikor is észlelőnk édesapja végezte a méréseket. 1978-ban aztán fia, Luksik András tanár úr vette át az állomás vezetését, amit a mai napig – 36 éve – töretlenül ellát.

A Szolgálat Tudományos Tanácsa minden évben Szakirodalmi Nívódíjjal jutalmazza az év legszínvonalasabb szakmai publikációs termékét. Az idei „Szakirodalmi Nívódíjat” *Csirmaz Kálmán, Polyánszky Zoltán és Simon András*, valamint társszerzőik (A., Pistotnik, G., Neštíak, M., Nagykovácsi, Zs., Sokol, A. (2013)): *A study of rotation in thunderstorms in a weakly- or moderately-sheared environment c. az Atmospheric Research folyóiratban* 2013-ban publikált cikkének ítélte a Tudományos Tanács. A Meteorológiai Szolgálatnál dolgozó három szerzőnek *Dr. Horváth László*, a TuTa elnöke adta át az okleveleket.

Az Országos Meteorológiai Szolgálat idén először egy *észlelői* és egy *fotópályázatot* is meghirdetett.

A közel egy évvel ezelőtt indított MET-ÉSZ észlelőhálózatban, az észleléseket nap mint nap továbbítók közül az „*Év MET-ÉSZ észlelője*” címet *Bajkai Csaba* kisbéri észlelőnknek adományoztuk. Bajkai Csaba kisbéri plébános a komáromi és a tatai kerület esperese. 2008-tól ellátja a bakonyi sárkányi és az ászári plébániákat is – s mindemellett hosszú évek óta küldi megbízott társadalmi észlelőként is az adatokat az OMSZ hálózatába. 2749 észleléssel, kiváló, színvonalas munkával érdemelte ki ezt a címet.

Meteorológiai Fotópályázat. Az idei világnap mottójának szellemében a fotópályázatunk fiatalok számára íródott, ahova időjárással, éghajlatváltozással kapcsolatos fotókkal lehetett pályázni. A szakmai zsűri első helyezettje: *Pintér András*, aki környezetmérnöki mesterszakon tanul Sopronban az Erdőmérnöki Karon. A nyertes fotót 2013 nyarán készítette lakhelyén, Mihályiban, kedvenc témakörében, mely a légkör optikai jelenségekhez kötődik. A halo jelenséget nem könnyű fotózni, hisz célszerű kitakarni a fényforrást egy tereptárggyal, amely jelen esetben egy mezei vadvirág volt. A kép egy manuális halszem objektívvel készült. A közönség szavazatai alapján *Tábori Gábor* kapott díjat, aki egy villámfotóval vívta ki a legtöbb like-ot. Nagykőrösről érkezett hozzánk, idén végez, mint adóigazgatási szakügyintéző. Második éve fotózik hobbi szinten, ma már egy tükörreflexes fényképezőgéppel készíti kiváló képeit. A közönségdíjas fotó augusztus 9-én készült; egy széteső squall line még aktív része szolgáltatja a témát; a villámokat.

Az idei Világnapon két szakmai előadás is elhangzott: *Molnár László*, a Szolgáltatási Osztály vezetője: „*Időjárás és éghajlat: az ifjúsággal a holnapért*” címmel tartott előadást, míg *Haszpra László* címzetes egyetemi tanár, levegőkémiai szakértő, a „*Jövő meteorológusai címmel*” mutat be a jövő generációjának meteorológiai kötődését.

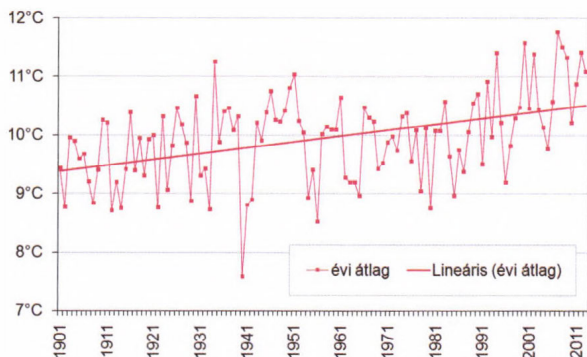
A 2013. ÉV IDŐJÁRÁSA WEATHER OF 2013

Vincze Enikő

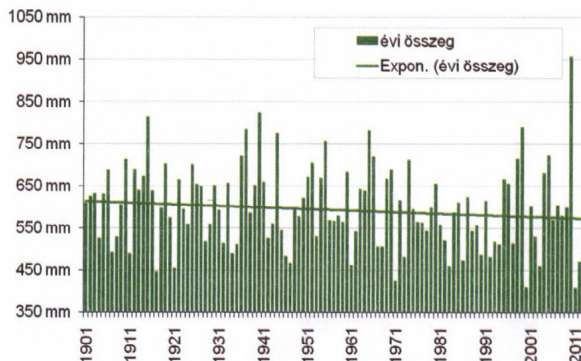
Országos Meteorológiai Szolgálat, H-1525 Budapest, Pf. 38., vincze.e@met.hu

Bevezetés. A megszokottnál jelentősen melegebb és egyben aszályosabb 2011-es és 2012-es évek után 2013 a 9. legmelegebb évek adódott hazánkban az elmúlt 113 évben, a csapadékmennyiségek szempontjából pedig egy éven belül mind a jelentős csapadéktöbbletet, mind a súlyos szárazságot megtapasztalhattuk. Az 1901-től kezdődő hőmérsékleti idősort látva (1. ábra) elsődleges

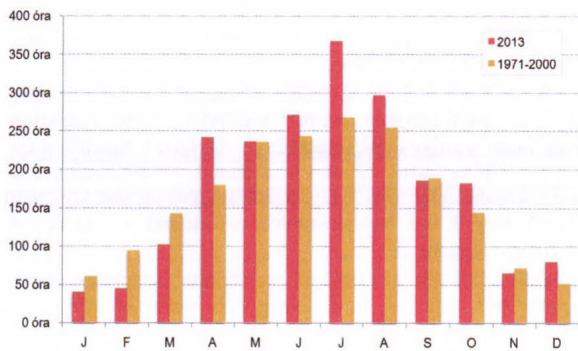
meg. A legnagyobb területen 2100-2300 óra közötti napsütés volt jellemző (4. ábra). ÉNy-DK irányú növekedés figyelhető meg. A legtöbb napsütés általában júliusban jellemző, mely tendenciát a 2013-as év is követte a jegyzett 366 órával. Április és augusztus között minden hónapban többet sütött a nap a szokásosnál, de év vége felé, októberben és decemberben is magasabb értékeket kap-



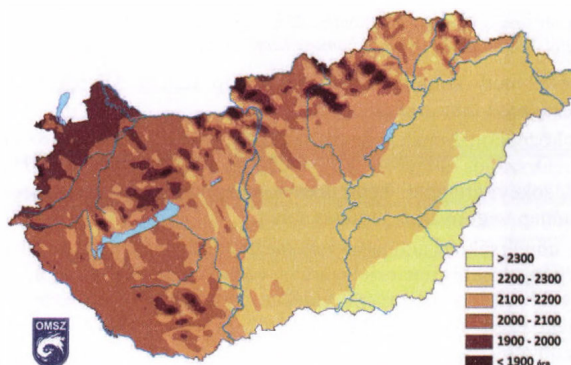
1. ábra: Az országos évi középhőmérsékletek 1901 és 2013 között (15 állomás homogenizált, interpolált adatai alapján)



2. ábra: Az országos évi csapadékösszegek 1901 és 2013 között (58 állomás homogenizált, interpolált adatai alapján)



3. ábra: A napsütéses órák havi összegei 2013-ban és 1971-2000 között



4. ábra: A napsütéses órák száma 2013-ban

képet kapunk a 2013-as év átlaghőmérsékletének elhelyezkedéséről az elmúlt 113 év sorában. Az országos, évi középhőmérséklet a homogenizált, interpolált adatok alapján 11,08 °C volt, ami 1,08 °C-kal magasabb az 1971-2000-es normálnál. Az adatokhoz illesztett lineáris trend egyértelműen emelkedést mutat, mely az elmúlt 113 évben +1,12 °C-nak, az elmúlt 33 évre vonatkozóan pedig +1,35 °C-nak adódik.

Az év elején tapasztalt jelentős csapadéktöbblet, majd a folyamatosan visszatérő csapadékhányi átlagosan egy normálnál valamelyest magasabb évi csapadékösszeget eredményeztek (2. ábra). 2013-ban az országos átlagos csapadékösszeg a homogenizált, interpolált adatok alapján 649,6 mm, mely a megszokott mennyiség 114%-ának felel meg. Az elmúlt 113 év adataihoz exponenciális trendet illesztve 6,8%-os mérsékelt csökkenés jelentkezik, míg az elmúlt 33 évet tekintve 12,7%-os növekedés figyelhető meg az évi csapadékösszegekben (azonban ezek egyike sem szignifikáns).

Napfénytartam. 2013-ban országos átlagban 2123 napsütéses órát élvezhettünk, ami az 1971-2000-es normál 110%-ának felel

tunk eredményül (3. ábra). A legnagyobb pozitív anomália decemberben adódott (157%).

Hőmérséklet. Az elmúlt évekhez hasonlóan 2013-ban is melegebb volt a megszokottnál. 5. ábránk szerint mindössze két hónap, a március és a szeptember volt hűvösebb a normálnál, a fennmaradó 10 hónap során rendre magasabb középhőmérsékleteket jegyeztünk országos átlagban. A legnagyobb anomália novemberben jelentkezett, az országos átlaghőmérséklet ekkor 3 °C-kal is meghaladta a szokásos értéket.

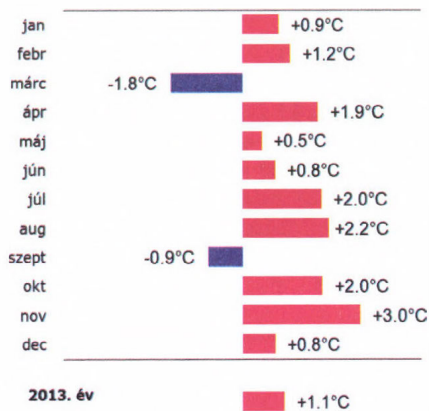
Az átlagosnál zömmel jelentősen melegebb hónapok az elmúlt 113 év viszonylatában is kiemelkedőnek bizonyultak: augusztus a 7., július és október a 12., november a 15. és április a 19. legmelegebb augusztus, július, október, november, illetve április 1901 óta. 2013 nyara a 10. legmelegebb nyár volt 1901 óta, az ősz pedig a 20. legmelegebbnek bizonyult. Mindezek eredményeként a homogenizált, interpolált adatok alapján a 2013-as évet 1901 óta a 9. legmelegebb évként tartjuk számon hazánk területén, az évi, országos átlagho-

mérséklet (melynek értéke 11,08 °C a homogenizált, interpolált adatok alapján) 1,1 °C-kal haladta meg az 1971-2000-es normált.

A január országos átlagban 0,8 °C-kal melegebb volt a megszokottnál. A legnagyobb pozitív eltérés Szeged és Mohács környékén volt megfigyelhető (+2-2,5°C).

Országos átlagban 2013 februárjának középhőmérséklete 1,8 °C volt, ami 1 °C-kal magasabb az 1971-2000-es normálnál; a nyugati országrészben a sokévi átlagnál valamelyest (0-1 °C-kal) hűvösebb volt jellemző, keleten 2-3 °C-kal melegebb volt a megszokottnál.

A márciusi középhőmérséklet az ország nagy részén 3-4 °C között alakult. Az 1971-2000-es normálhoz viszonyítva a március az egész országban hidegebb volt a megszokottnál. A hónap első felében egy átlagosnál jóval melegebb periódus volt megfigyelhető 5-e és 13-a között; az időszak – s egyben a hónap – legmelegebb napján, 8-án 10,7 °C-os országos középhőmérsékletet mértünk, mely áprilisa jellemző érték. Ezután azonban egy igen erőteljes lehűlés következett, jóval átlag alatti középhőmérsékleteket ered-



5. ábra: Az országos havi középhőmérséklet eltérése a sokévi (1971-2000-es) átlagtól 2013-ban (15 állomás homogenizált, interpolált adatai alapján)

ményezve, mely zömmel kitarzott a hónap végéig. Új rekordok születtek a napi minimumhőmérsékletre.

Április középhőmérséklete az ország nagy részén 11-13 °C között alakult. Országos átlagban 1,7 °C-kal melegebb volt az 1971-2000-es sokévi átlagnál. Több országos napi melegrekord is megdőlt a hónap végi nyári időjárás során.

Pozitív hőmérsékleti anomália jellemezte hazánkat májusban (0-1 °C), néhány kisebb határszéli terület volt csak kivétel ez alól. A legnagyobb eltérés a Körösök vidékén, valamint Szeged térségében jelentkezett, itt meghaladta a +1 °C-ot. A havi középhőmérséklet zömmel 15-18 °C között alakult.

Júniusban a havi átlaghőmérséklet 18-20 °C között alakult. Az 1971-2000 közötti normálhoz viszonyítva DNY-ÉK irányú anomália-növekedés rajzolódott ki: a DNY-i területeken 0-0,5 °C-kal volt melegebb az átlagnál, ÉK-en pedig már 1,5-2 °C-kal is magasabb átlaghőmérsékleteket kaptunk eredményül a szokásosnál. Egy hőhullámnak köszönhetően több napi rekordot is jegyeztünk a hónapban.

Hazánk legnagyobb részén a július havi középhőmérséklet 21-23 °C között alakult, a hónap országos átlagban több mint másfél fokkal melegebbnek bizonyult a megszokottnál. A legnagyobb, 3 fokot is meghaladó eltérés a nyugati országrészben, Ajka – Zirc környékén lépett fel. Országosan a legmelegebb júliusi nap ismét egy hőhullám ideje alatt, 29-én jelentkezett, ekkor három új napi hőmérsékleti rekord is született hazánkban.

2013 augusztusa kivétel nélkül mindenhol melegebb volt a megszokottnál. A 22° C-os országos átlag több mint 2 °C-kal magasabb az 1971-2000 közötti normálnál. A havi átlaghőmérséklet 21-23 °C között alakult. A legmelegebb DK-en, a Dunántúl kisebb területein és Budapesten volt, itt 23-24 °C közötti átlaghőmérséklet volt jellemző a hónapban.

A középhőmérséklet országszerte elmaradt az 1971-2000-es sokévi átlagtól szeptemberben. Értéke zömmel 14-16 °C között alakult.

Októberben országszerte 11-13 °C-os középhőmérséklet volt jellemző. Az 1971-2000-es sokévi átlaghoz képest a legtöbb területen 1,5-2,5 °C-os pozitív anomália jelentkezett. A hónap elején öt napon jegyeztünk új minimumhőmérsékleti rekordot.

Hazánk nyugati és északi területein 6-7 °C-os középhőmérséklet volt jellemző novemberben, a középső és északkeleti térségben 7-8 °C-os, míg délkeleten volt a legenyhébb a hónap, itt 8-9 °C közötti középhőmérséklet jelentkezett. Országszerte melegebb volt a sokévi átlagnál.

A megszokottnál melegebbnek bizonyult 2013 decembere hazánk legnagyobb részén. A havi középhőmérséklet jórészt +1 és +2 °C között alakult. ÉNy-on ennél melegebb (2-3 °C), ÉK-en pedig hidegebb (0-1 °C) volt.

Az ország legnagyobb részén 11-12 °C között alakult az éves középhőmérséklet (10. ábra). Északon és a nyugati országrészben ettől alacsonyabb, 9-11 °C közötti értékeket kaptunk eredményül, míg Szeged környékén, az ország délkeleti sarkában 12 °C-nál is magasabb értékek figyelhetők meg. A téli félévet jellemző hideg küszöbnapok száma egy átlagosnál enyhébb télről tanúskodik: országos átlagban mind zord nappól ($T_{min} \leq -10^\circ\text{C}$), mind fagyos nappól ($T_{min} \leq 0^\circ\text{C}$) és téli nappól ($T_{max} \leq 0^\circ\text{C}$) is kevesebbet jegyeztünk a normálnál az év során. A legnagyobb eltérés a zord napok számában mutatkozik; az 1971-2000-es időszak alapján átlagosan várt 9 nap helyett 2013-ban mindössze 2 nap felelt meg a kritériumnak.

A meleg küszöbnapokat illetően a várt 75 nyári nap helyett ($T_{max} \geq 25^\circ\text{C}$) 85-öt jegyeztünk, forró nappól ($T_{max} \geq 35^\circ\text{C}$) a normál szerinti 1 helyett 8-at, a legnagyobb különbség azonban a hőség napok számában mutatkozott: 2013-ban 33 hőség napot regisztráltunk, mely 13-mal több mint a sokéves átlag. 2013-ban is több hőhullámos periódust éltünk át. Budapest Pestszentlőrinc állomásunk adatai alapján az első hőhullám június végén éreztette hatását. Ezt követően július 24-én 2. fokú, 25-29. között 3. fokú; augusztus 2-5. között 2. fokú, 6-9. között pedig ismét 3. fokú hőségi-radiót rendelt el a tisztai főorvos.

Csapadék. A 2013-as év a csapadékszálsőségek éve volt hazánkban: egy éven belül megtapasztalhattuk mind a jelentős csapadéktöbbletet, mind a súlyos csapadékhányt. Az igen csapadékos évkezdetnek, majd a nyári súlyos szárazságnak köszönhetően a 3. legcsapadékosabb telet és a 2. legcsapadékosabb tavaszt követően 2013-hoz köthetjük a 9. legszárazabb nyári időszakot is az elmúlt 113 év viszonylatában.

Csapadéktöbblettel zárult az első hónap, zömmel a szokásos mennyiség 140-260%-a hullott le. A legnagyobb pozitív eltérést a Vas megyei Vasvár állomásunkról jelentették: itt az 1971-2000 közötti átlagérték több mint négyszeresét regisztráltuk a hónapban (410%). 2013 januárja a 6. legcsapadékosabb január 1901 óta.

Februárban átlagosan a megszokott mennyiség 261%-a hullott le az országban. A legnagyobb havi csapadékösszeget a Zala megyei Kehidakustányból jelentették (148,1 mm), mely a település környékén megszokott februári összeg mintegy négyszerese. A hónap utolsó napjaiban az országban többfelé árvízvédelmi készültséget rendeltek el. 2013 februárja a 4. legcsapadékosabb februárnak adódott 1901 óta.

2013 legcsapadékosabb hónapja a március volt. Az ország nagy részén 3-4-szeres összegek jelentkeztek, de a legkisebb eltérést mutató területeken (DNY-on, ÉNy-on és ÉK-en) is 1,5-2-szeres értékek adódtak. Országos átlagban 7-7 havas, illetve hótakarós napot jegyeztünk (a sokéves átlag 3, illetve 0 nappal szemben). Igen ritka, ám nem példa nélküli időjárási helyzetként a hónap közepén jelentkező havazást említhetjük, melyről bővebben www.met.hu oldalon közzétett tanulmányaink között olvashatnak. 1901 óta ez volt a második legcsapadékosabb március hazánkban.

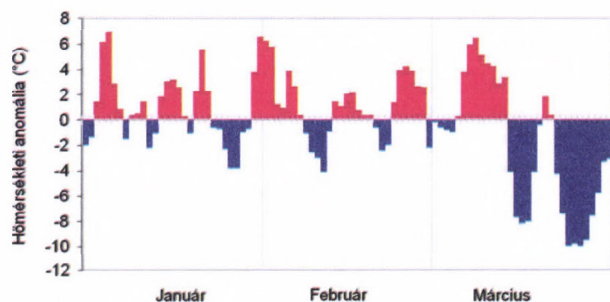
Áprilisban a hónap elején folytatódott a márciusban tapasztalt csapadékos időjárás, az egész hónap csapadékosan ~98%-a 14-éig hullott le. A hónap második fele ezzel szemben igen száraz volt,

egy napon sem haladta meg az országos átlagban vett napi összeg az 1 mm-t sőt, 9 napon egyáltalán nem regisztráltunk csapadékot az országban.

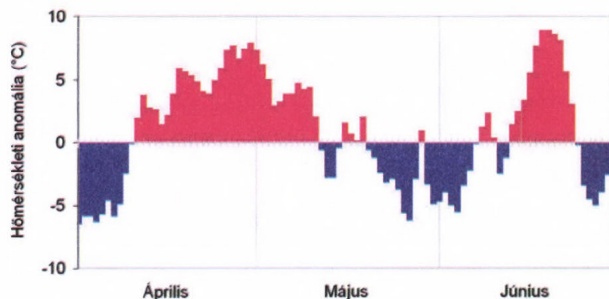
Májusban a legtöbb csapadékot a déli területek, valamint az Északi-középhegység és az Alföld északi térsége kapta, itt 100 mm fe-

lott. Az ország többi részén jellemzően 25-50 mm közötti mennyiségeket regisztráltunk.

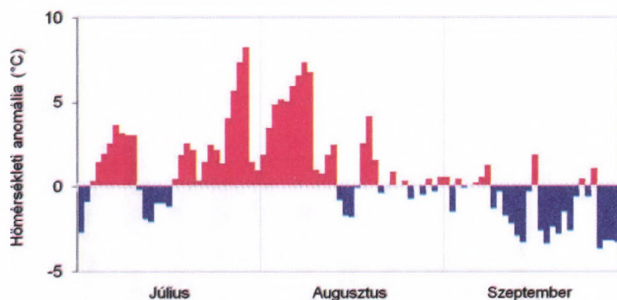
Országos átlagban az 1971-2000-es, sokévi átlagnál kevesebb csapadék hullott októberben. A legnagyobb negatív eltérések a délnyugati határszélen jelentkeztek, itt a normál mindössze 15-



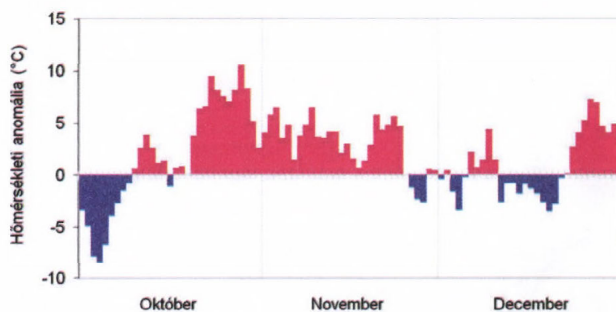
6. ábra: Napi országos középhőmérsékletek eltérése az (1971-2000) átlagtól; 2013. január, február, március



7. ábra: Napi országos középhőmérsékletek eltérése az (1971-2000) átlagtól; 2013. április, május, június



8. ábra: Napi országos középhőmérsékletek eltérése az (1971-2000) átlagtól; 2013. július, augusztus, szeptember



9. ábra: Napi országos középhőmérsékletek eltérése az (1971-2000) átlagtól; 2013. október, november, december

letti értékek voltak jellemzőek. A Dunántúl és a keleti térség szárazabbnak bizonyult, a legkevesebb, 50 mm alatti összegeket az ország középső részén, a Duna mentén, valamint ÉK-en regisztráltuk.

Hazánk túlnyomó részén a megszokott csapadékmennyiség 60-90%-a hullott le júniusban; DNy-on 30-50%, ÉK-en pedig 160-240%- közötti ez az érték. 2013 májusának utolsó és júniusának első napjaiban rövid idő alatt nagy mennyiségű csapadék hullott le a Duna felső vízgyűjtőjében, elsősorban Győr és Linz között, mely a Duna megáradásához vezetett. A 2013-as dunai árvízről bővebben honlapunk (www.met.hu) tanulmányai között olvashatnak.

A forrásokat hozó hóhullám telulmájusi a szárazság is igen meghatározónak bizonyult hazánkban: 1901 óta ez volt a 6. legszárazabb július. Főleg az ország középső részén, de északon is többfelé szinte nem hullott mérhető csapadékmennyiség az egész hónap során (0-5 mm között), a legnagyobb területeken is 0-10 mm közötti a jegyzett mennyiség. Országos átlagban a normál mindössze 26%-át jegyeztük. Csak elszórtan találunk olyan területeket, ahol a lehullott csapadékmennyiség a sokéves átlag közelében van.

A júliusi szárazság után az augusztus jó részét is a kiterjedt csapadékhiány jellemezte; bőven akadt olyan terület a hónap folyamán, ahol szinte egyáltalán nem, vagy csak alig esett eső. A legkevesebb csapadék D-en és ÉK-en hullott (0-25 mm között), a legcsapadékosabbnak pedig a nyugati határszél, a Balaton környéke és a Tiszántúl középső területe bizonyult (60-120 mm).

A szeptember havi csapadékösszegek tekintetében térben igen nagy különbségek adódtak az ország különböző tájai között. Hazánk nyugati-délnyugati felében 70-120 mm közötti havi összegeket jegyeztünk, míg Heves és Jász-Nagykun-Szolnok megyében, valamint a főváros térségében mindössze 20-25 mm csapadék hul-

30%-át regisztráltuk. Átlagot meghaladó értékeket a keleti ország-részben figyelhetünk meg (kis területen 200% feletti aránnyal), ugyanakkor az ország legnagyobb területén negatív eltérés volt jellemző.

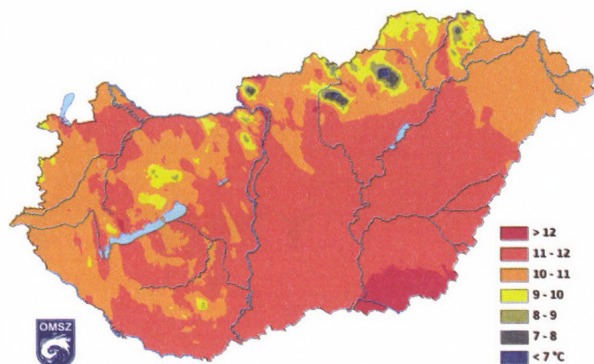
Novemberben a legtöbb csapadék a Dunántúl nyugati felében esett, itt 100 mm feletti értékeket regisztráltunk, a legkisebb csapadékösszegek pedig északkeleten, valamint a déli határszélén adódtak. A Dunántúl nyugati felében a sokévi átlagos csapadék több mint másfélszerese hullott, míg az ország többi részében jellemzően átlag körüli, illetve azt meghaladó értékek (100-140%) jelentkeztek.

Rendkívül kevés csapadék hullott decemberben: a teljes hónapban jegyzett csapadékmennyiség jellemzően 0-5 mm között alakult az ország legnagyobb részén. A 2013 decemberében jegyzett átlagos havi csapadékösszeg jellemzően a normál mindössze 0-10%-át teszi ki, mellyel 2013 decembere a 2. legszárazabb decembernek számít 1901 óta. ÉNy-on jelentkeztek csak 50%-ot megközelítő értékek.

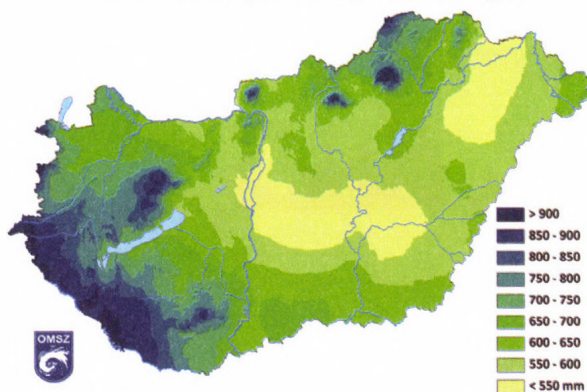
A csapadékos napok számának országos átlaga (melyeken mérhető mennyiségű, 0,1 mm-t meghaladó csapadék hullott) 2013-ban 125 volt, mely 12-vel meghaladja az 1971-2000-es normál értékét – ugyanakkor az éven belüli erős differenciálódást is érdemes figyelembe venni. Az 1 mm-t elérő csapadékos napok számából a normál 84 helyett 93-at figyeeltünk meg. 5 mm feletti napból 6-tal jegyeztünk többet a megszokottnál (normál: 38, 2013: 44), 10 mm feletti csapadékból pedig 4-gyel adódott több. 20 mm feletti napból 5 jelentkezett a teljes időszak alatt, és egy alkalommal 30 mm-t elérő csapadékösszeget is regisztráltunk. Havas napból 7-tel volt több a megszokottnál (normál: 23, 2013: 30), ezen kívül országos átlagban egy hófűvások napot is jegyeztünk.

Légnyomás. A havi átlagos légnyomás értékek alapján a nagytér-ségű nyomási képződmények gyakoriságára következtethetünk. A

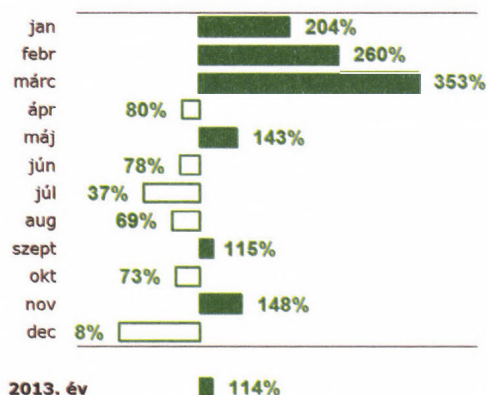
szokásoshoz képest jóval nagyobb érték jelentkezett decemberben, mely anticiklonális helyzetek uralmát jelzi – ugyanez a decemberi,



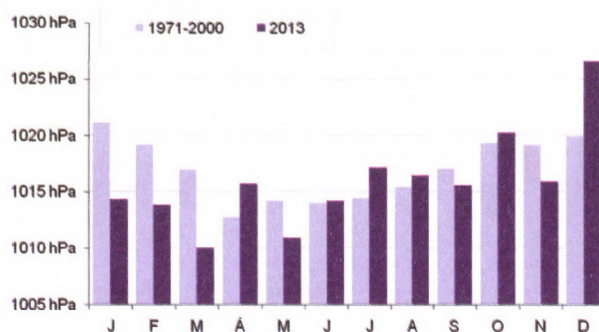
10. ábra: 2013. évi középhőmérséklet, °C, (57 állomás homogenizált, interpolált adatai alapján)



12. ábra: A 2013. évi csapadékösszeg (177 állomás homogenizált, interpolált adatai alapján)



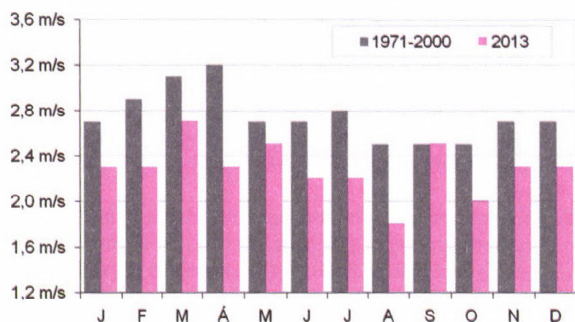
11. ábra: Havi csapadékösszegek 2013-ban az 1971-2000-es normál százalékában (58 állomás homogenizált, interpolált adatai alapján)



13. ábra: A tengerszinti légnyomás havi átlagai Budapest-Pestszentlőrincen 2013-ban

mindössze 3,5 mm-es országos átlagos csapadékösszegben is tetten érhető (2. legszárazabb december 1901 óta). Márciusban szembetűnően alacsony átlagos légnyomás volt jellemző, mely intenzív ciklontevékenységre utal (2. legcsapadékosabb március 1901 óta). Jelentős különbség adódott még januárban és februárban is, mely szintén megmutatkozott a havi nagy csapadékösszegekben is.

Szél. Országos átlagban a szélesebbesség évi átlaga 2-3,5 m/s között változik, ez alapján hazánk mérsékelt szelű területnek minősül. A havi átlagos szélesebbesség éves menetében (14. ábra) általában áprilisban jelentkezik a maximum, míg a legalacsonyabb értékeit augusztus és október között veszi fel. 2013-ban a megszokottól eltérően alakult az éves menet, melyet a Budapest-Pestszentlőrinc állomásunkon jegyzett értékekkel mutatjuk be. A legnagyobb szélesebbességeket márciusban jegyeztük, melyet a május és a szeptember követ. A legkisebb szélesebbességeket tekintve mindössze a szeptemberi átlag lóg ki a sorból.



14. ábra: A szélesebbesség havi átlagai Budapest-Pestszentlőrinc, 2013

I. táblázat: Az Országos Meteorológiai Szolgálat mérései szerint a 2013-as év szélsőségei, a mérés helye és ideje

Elem	Érték	Mérés helye	Mérés ideje
A legmagasabb mért hőmérséklet	40,6 °C	Győr Likócs	augusztus 8.
A legalacsonyabb mért hőmérséklet	-18,2 °C	Vásárosnamény	március 17.
A legnagyobb évi csapadékösszeg	1083,1 mm	Alsószentmárton	
A legkisebb évi csapadékösszeg	469,1 mm	Szentes	
A legnagyobb 24 órás csapadékösszeg	94,0 mm	Nagyiván	október 16.
A legvastagabb hótakaró	106 cm	Kékestető	március 30.
A legnagyobb évi napfényösszeg	2321,7 óra	Debrecen	
A legkisebb évi napfényösszeg	1883,1 óra	Mosonmagyaróvár	

A 2013-2014-ES TÉL IDŐJÁRÁSA WEATHER OF WINTER 2013/2014

Kovács Tamás

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

A 2013-2014-es tél szokatlanul enyhe volt, mindhárom hónap a sokévi átlagnál magasabb hőmérsékletekkel telt, és a csapadék eloszlása igen rendszertelen volt: az egyes hónapok, illetve különböző országrészek csapadékmennyisége között nagy eltérések voltak.

December. Az első téli hónap középhőmérséklete az ország legnagyobb részén +1 és +2 °C között változott. Északnyugaton ennél melegebb (2-3 °C), északkeleten pedig hidegebb (0-1 °C) viszonyok alakultak ki. A legalacsonyabb hőmérsékletek az Északi-középhegységben, valamint a magasabban fekvő területeken jelentkeztek. A tél első hónapja hazánk legnagyobb részén a megszokottnál melegebbnek bizonyult: mindössze Baja környékén maradt el a középhőmérséklet az átlagtól. Északnyugaton jelentkezett a legnagyobb pozitív anomália, itt 1,5-2 °C-kal is melegebb volt a normálnál, míg délen és a keleti határszáron legfeljebb 0,5 °C-kal adódtak magasabb átlaghőmérsékletek az 1971-2000-es értékeknél. A legjellemzőbb eltérés átlagosan +0,5-1 °C közötti volt. A hideg küszöbnapok száma elmaradt a normáltól. Országos átlagban ugyan a megszokott 21 helyett 23 fagyos napot regisztráltunk, téli napból ugyanakkor az átlagos 7 helyett csak 5-öt, zord napot pedig a szokásos 2-vel szemben egyet sem.

A hónap során mért legmagasabb hőmérséklet:

15,5 °C, Békéscsaba (Békés megye), december 27.

A hónap során mért legalacsonyabb hőmérséklet:

-12,0 °C, Zabar (Nógrád megye), december 4.

A decemberi havi csapadékösszeg rendkívüli mértékben elmaradt a sokévi átlagtól. A teljes hónapban jegyzett csapadékmennyiség jellemzően 0-5 mm között alakult az ország legnagyobb részén, mindössze északnyugaton láthatunk 5-25 mm közötti értékeket. Az 1971-2000 közötti időszak sokévi átlagához viszonyítva is egyértelműen látszik, hogy a 2013 decemberében jegyzett átlagos havi csapadékösszeg rendkívül kevésnek számít hazánkban: jellemzően a normál mindössze 0-10%-át teszi ki. Az interpolált adatok alapján a hónap a 2. legszárazabb december volt 1901 óta: a 3,8 mm-es országos átlagos havi csapadékösszeg alig haladja meg az elmúlt 113 év legalacsonyabb decemberi átlagát (1972. december, 3,2 mm). Érdemes kiemelni továbbá, hogy a hónap során a lent feltüntetett Bánkút állomásunk mellett további 27 mérőhelyen egyáltalán nem hullott mérhető csapadék. A csapadékos napok száma jelentősen elmaradt a sokéves átlagtól (11 nap), országos átlagban 4 napon jegyeztünk mérhető mennyiségű csapadékot. A hónap során a megszokott 5 helyett egyetlen havas nap adódott, hótakarós nap pedig összesen kettő.

A hónap legnagyobb csapadékösszege:

22,3 mm, Harka (Győr-Moson-Sopron megye)

A hónap legkisebb csapadékösszege:

0,0 mm, Bánkút (Heves megye)

24 óra alatt lehullott maximális csapadék:

14,7 mm, Kőszeg (Vas megye), december 26.

Január. A középhőmérséklet zömmel 2-3 °C között alakult hazánkban, ugyanakkor délnyugat-északkelet irányú átlaghőmérséklet-csökkenés is megfigyelhető: a délnyugati területeken 3-4 °C közötti értékek voltak jellemzőek, északkeleten pedig 1-2 °C közötti átlagokat jegyeztünk. A hónap jelentősen melegebbnek bizonyult a megszokottnál: az ország legnagyobb részén a havi átlaghőmérséklet a sokéves normálnál 3-4 °C-kal is magasabbnak adódott. A keleti határszáron alakult ki a legnagyobb anomália, itt átlagban 4-4,5 °C-kal is melegebb volt a szokásosnál. Az interpolált

adatok alapján hazánkban az ideje volt a 7. legmelegebb január 1901 óta. A hideg küszöbnapok átlag alatt alakultak. A normáltól (25) elmaradva csupán 15 fagyos nap fordult elő, 0 °C-nál alacsonyabb maximumhőmérsékletű téli napból 6-at regisztráltunk (a normál 11 nap), míg -10 °C alatti zord nap országos átlagban egy volt (a szokásos 4 helyett).

A hónap során mért legmagasabb hőmérséklet:

16,8 °C, Sellye (Baranya megye), január 18.

A hónap során mért legalacsonyabb hőmérséklet:

-17,4 °C, Sellye (Baranya megye), január 27.

A rendkívül száraz december után januárban javultak a csapadékvizonyok, az ország nagy részén 20-35 mm közötti értékeket jegyeztünk. Ugyanakkor a nyugati területeken még mindig a csapadékhiány dominált, északnyugaton mindössze 5-10 mm közötti havi csapadékösszegek voltak jellemzőek. Hazánk legnagyobb területén a megszokott csapadékmennyiség 60-100%-a hullott le a hónap folyamán. A nyugati országrész esetében csapadékhiányról számolhatunk be (a normál 60-80%-át jegyeztük), keleten ugyanakkor többlet jelentkezett. Az országos átlagos csapadékösszeg januárban (32,8 mm) az 1971-2000-es normál alapján (33,5 mm) megszokottnak mondható.

A csapadékos napok száma (14 nap) meghaladta a sokévi átlagot (9 nap). Havas nap 5 volt (a normál 6), hótakarós nap 6.

A hónap legnagyobb csapadékösszege:

102,0 mm, Szőlőszárd (Borsod-Abaúj-Zemplén megye)

A hónap legkisebb csapadékösszege:

9,7 mm, Dunakiliti Erzsébetmajor (Győr-Moson-Sopron megye)

24 óra alatt lehullott maximális csapadék:

40,7 mm, Páprád (Baranya megye), január 24.

Február. A középhőmérséklet az ország legnagyobb részén 3-5 °C között alakult. Ennél melegebb Szeged, Szigetvár és Balatonederics környékén adódott, valamint az északi országrészben elszórtan (5-6 °C között). Hidegebb északkeleten, valamint a magasabban fekvő területeinken volt megfigyelhető (-1 és 0 °C között). Az előző két hónaphoz hasonlóan a február is jelentősen melegebb volt a megszokottnál: 3,3 °C-os pozitív anomália adódott országos átlagban (havi országos átlaghőmérséklet: 4,1 °C; sokévi átlag: 0,8 °C). Jellemzően 3-4 fokkal volt melegebb a megszokottnál szerte az országban. Az interpolált adatok alapján 2014 februárja a 9. legmelegebb február volt országos átlagban 1901 óta.

Az enyhe időjárásnak köszönhetően a hideg küszöbnapok száma februárban is elmaradt az átlagostól. Fagyos napból az átlagos 20 helyett csupán 10-et regisztráltunk, míg téli nap országos átlagban csak 1 volt (a sokévi átlag 5 nap). A minimumhőmérséklet összesen egyszer csökkent -10 °C alá, az átlagos 2 zord nap helyett.

A hónap során mért legmagasabb hőmérséklet:

19,2 °C, Sellye (Baranya megye), február 16.

A hónap során mért legalacsonyabb hőmérséklet:

-15,3 °C, Vásárosnamény (Szabolcs-Szatmár-Bereg megye), február 4.

A februárban jegyzett csapadékmennyiségeket tekintve az egyes országrészek között jelentős eltérések voltak: míg nyugaton zömmel 70-150 mm összeget regisztráltunk, a keleti határszáron mindössze 10-15 mm közötti csapadék hullott. Ennek megfelelően Ny-K irányú csökkenés látható a havi összegekben. Or-

szágos átlagban a megszokott csapadékmennyiség majdnem 180%-a hullott le februárban, mely eredmény leginkább a nyugati területek bő csapadéktöbbletének köszönhetően alakult ki.

A nyugati határszáron több helyen az adott területre vonatkozó normál közel négyszeresét jegyeztük, míg keleten 30% és 120% között változtak az értékek. Az országos átlagban mért 14 csapadékos nap felülmúlta a 9 napos normált. A havas napok száma azonban elmaradt a sokévi átlagtól (5 nap), országos átlagban

csupán 1 napon észleltünk hócsapadékot, melynek köszönhetően 5 hótakarós napot jegyeztünk.

A hónap legnagyobb csapadékösszege:

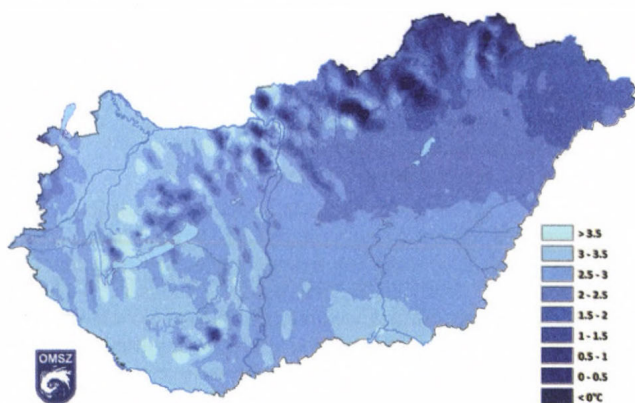
152,5 mm, Csurgó (Somogy megye)

A hónap legkisebb csapadékösszege:

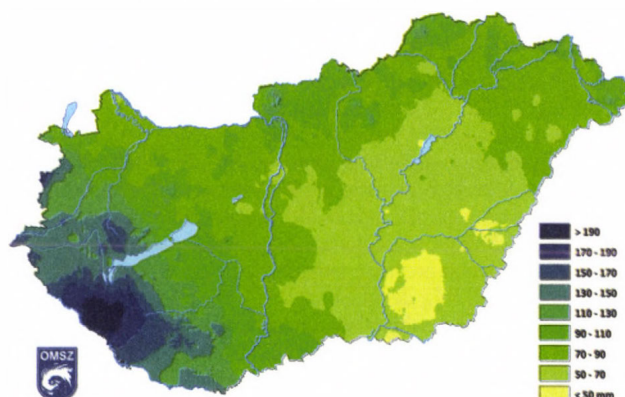
7,7 mm, Körösszakál (Hajdú-Bihar megye)

24 óra alatt lehullott maximális csapadék:

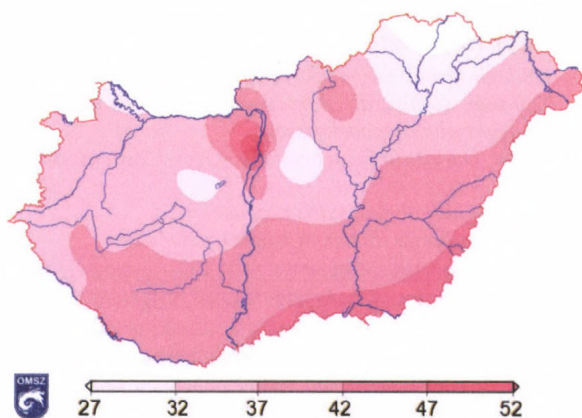
44,3 mm, Bakonya (Baranya megye), február 22.



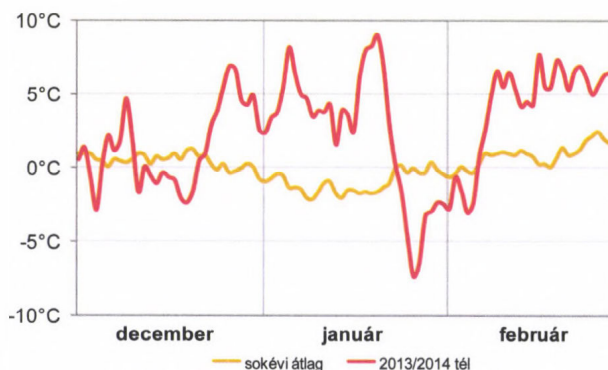
1. ábra: A 2013/2014-es tél középhőmérséklete (°C)



2. ábra: A 2013-2014-es tél csapadékösszege (mm)



3. ábra: A 2013/2014-es tél globálisugárzás összege (kJ/cm²)



4. ábra: A 2013-2014-es tél napi középhőmérsékletei és a sokévi átlag (°C)

A 2013-2014-es tél időjárási adatainak összesítője

Állomás	Napsütés (óra)		Globálisugárzás összeg kJ/cm²	Hőmérséklet (°C)						Csapadék (mm)			Szél Viharos napok
	Évszak összes	Eltérés		Évszak közép	Eltérés	Max.	Napja	Min.	Napja	Évszak összes	Átlag %- ban	> 1mm napok	
Szombathely	182	-33	35	2,9	2,7	12,7	12,25	-9,0	01,26	108	138	18	4
Nagykanizsa	-	-	37	3,1	2,6	16,1	02,16	-12,0	01,26	184	156	21	2
Siófok	-	-		2,9	2,3	13,7	12,25	-9,9	01,26	95	90	21	5
Pécs	213	-26	40	2,9	2,1	17,7	02,16	-14,7	01,26	119	108	23	3
Budapest	192	-20	34	3,3	2,7	12,7	01,06	-10,7	01,27	67	73	16	5
Miskolc	142	-30	29	2,0	3,1	11,7	02,26	-10,8	01,27	79	105	18	2
Kékestető	273	-3	40	-0,4	2,8	7,7	12,12	-10,4	01,26	110	84	24	31
Szolnok	165	-42		2,5	2,5	14,2	02,19	-13,3	01,27	46	53	13	4
Szeged	259	53	43	3,0	2,7	17,2	02,16	-10,2	01,27	54	63	16	7
Nyíregyháza	-	-	35	2,1	2,9	13,5	02,12	-11,9	02,05	58	68	14	7
Debrecen	247	56	36	2,3	2,7	15,9	02,12	-12,8	02,04	59	59	16	2
Békéscsaba	-	-	42	3,0	3,0	16,8	02,19	-9,7	02,04	59	56	15	3

TÖRTÉNELMI ARCKÉPEK

HISTORICAL PORTRAITS

Varga Miklós

MARCZELL GYÖRGY

Pozsony. 1871. április 10. – Budapest. 1943. február 1.

Marczell György 1889-ben reálgimnáziumban tett érettségi vizsgát. Tanulmányait folytatva Budapesten az Egyetem bölcsészeti karának volt a hallgatója. Már ekkor érdeklődött a csillagászat és a meteorológiai megfigyelések iránt. Tanulmányainak befejezése előtt rövid ideig báró Podmaniczky csillagdájában – Kiskartalon – dolgozott. Konkoly-Thege Miklós azonnal felismerte benne az éleslátású, a műszerek téren nagy gyakorlati érzékkel bíró embert. 1894. január 15-én az OMFI kötelékébe lépett, és Konkoly igazgató németországi obszervatóriumokba küldte tapasztalatcserére, építészeti és műszerezettségi ötletek gyűjtésére. Konkoly és Marczell tervei szerint épült fel Ógyallán a meteorológiai és földmágnességi, majd később a földrengési obszervatórium, amelynek ő lett az első vezetője. Nevéhez fűződik a földmágnességi-, lélegektromos- és napsugárzás megfigyelések rendszeresítése.

Munkájáért a Koronás arany érdemkereszt kitüntetését kapta 1900. szeptember 30-án.

1912-ben Róna Zsigmond igazgató Münchenbe küldte a Bajor Meteorológiai Intézetbe, ahol Schmauss professzornál megismerte a magaslégköri kutatás legújabb módszereit és műszereit.

Hazatérve 1913 januárjában elindította a rendszeres hazai magassági szél /pilot/ méréseket, valamint a műszeres ballonszonda felszállásokat.

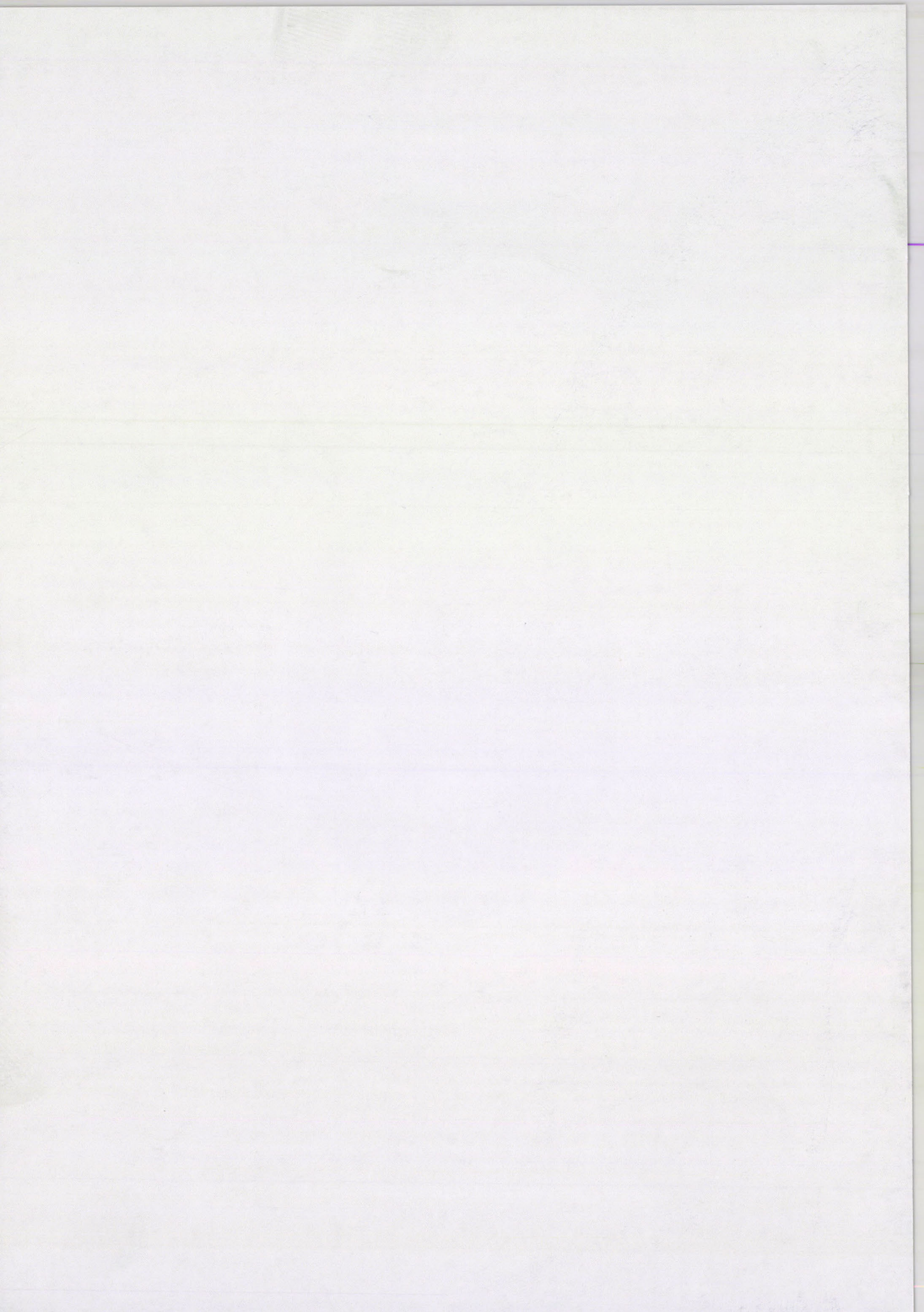
Személyesen végezte a Bosch-Hergesell gyártmányú meteográfok érzékelőinek felszállás előtti kalibrálását, és a regisztrátumok kiértékelését. 1914-től a háború miatt ritkultak, majd szüneteltek a polgári célú magaslégköri

mérések. Marczellt behívták katonának, az olasz frontra került, ahol Steiner Lajos későbbi igazgatóval együtt magassági szélméréseket végzett a katonai repülés részére. A háborút a Ferenc József Rend Lovagkeresztje kitüntetés birtokában fejezte be.

1922-ben, mint az Aerológiai Osztály vezetőjét megbízták a hazai légiforgalom időjárási tájékoztatásának biztosításával. 1927-ben aligazgató lett, majd Steiner Lajos utódként az MTA és a miniszter javaslatára 1932. június 28-án a Kormányzó kinevezte az Intézet igazgatójává. Alig két év múlva 63 éves korában 1934. április 30-án nyugdíjazták. Nyugállományban sem volt tétlen. Felvidék 1938-ban történő visszacsatolása után az

Ógyallai Obszervatóriumban földmágneses méréseket végzett, műszereket javított, tanította a fiatalokat. 1942 végén visszatért Budapestre. Rövid betegség után 1943. február 1-én hunyt el 72 éves korában. A hazai magaslégköri kutatás úttörő személyisége. Emlékére róla nevezték el az OMI 1952-ben Pestszentlőrincen épült új létesítményét és az Obszervatórium kertjében 1957. október 4-én avatták fel mellszobrát, Cseh István szobrászművész alkotását.





L É G K Ö R

59. évfolyam

2014. 2. szám





Az Országos Meteorológiai Szolgálat által meghirdetett 2014. évi **Meteorológiai Fotópályázat** Meteorológiai Világnapon díjazott és bemutatott **legjobb képei**

HALO

*Fotópályázat első helyezett: Pintér András
(A kép szerkesztett változata a címlapon látható.)*

VILLÁMOK

Fotópályázat közönség díja: Tábori Gábor



NYÁRI ZIVATAR. Fotópályázat második helyezett
Szemán Viktor



A TÉL TŰSKÉI. Fotópályázat harmadik helyezett
Pécsi Linda (2014/1 LÉGKÖR címlapképe)

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 *kiegészítésül* 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 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

Sághó Ágnes technikai szerkesztő
Somfalvi-Tóth Katalin kisleksikon
Térey János olvasószerkesztő
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

TARTALOM

CÍMLAPON: „Meteorológiai fotópályázat 2014” 1. helyezett képe, szerző: Pintér András: Halo (szerkesztett változat). A kép 2013 nyarán készült, Mihályiban, manuális halszem objektívvel (Peleng 8mm), 1/640-es záridővel, F5 blendével, ISO 100	
Szerzőink figyelmébe	46
Németh Ákos: Előszó az orvosmeteorológiai kongresszus számához	48

TANULMÁNYOK

Wantuchné Dobi Ildikó: Globális éghajlati szolgáltatások fejlesztése az egészségügy számára	49
Gyarmati Renáta és Tar Károly: Időjárási helyzeteken alapuló statisztikai születéselemzés	53
Puskás János, Horváth Ágnes, Kóbor Jenő és Nagy Éva: A makroszinoptikus időjárási típusok kapcsolata az epilepsziás rohamokkal	58
Gyarmati Renáta, Puskás János és Nagy Éva: Az időjárás hatása a magyarországi közlekedési balesetek előfordulására	61
Pintér Ferenc: Orvosmeteorológiai és humánmeteorológiai kutatások: a METEO KLINIKA projekt	64
Trájer Attila János és Bede-Fazekas Ákos: A klímaváltozás hatása a canine leishmaniasis vektorainak és azok növényi indikátorainak elterjedésére	66
Fülöp Andrea, Mika János és Düll Andrea: A Kérdő-féle frontérzékenységi teszt vizsgálata és kísérlet a továbbfejlesztésére	74
Kovács Attila és Unger János: A turizmus klíma-index módosítási lehetősége a közép-európai klimatikus viszonyokhoz	78
Fejős Ádám és Kolozsi-Komjáthy Eszter: A Meteo Klinika műsorelem média tapasztalatai	86
Pintér Ádám és Samu Krisztián: Mérőműszer fejlesztése az időjárás emberi szervezetre gyakorolt hatásának mérésére	90

KRÓNIKA

Rybár Olivér: A Magyar Meteorológiai Társaság egykori elnökének, Cholnoky Jenőnek (1870-1950) szobrát avatták fel Veszprémben	65
Fülöp Andrea: A 2014-es tavasz időjárása	93
Varga Miklós: Történelmi arcképek: Aujeszky László	95

LIST OF CONTENTS

COVER PAGE: “Meteorological Photo competition 2014” Placed first: author: András Pintér: Halo (edited version). Picture was taken in the summer of 2013 by manual fisheye lens (Peleng 8mm), lock time: 1/640, diaphragm: F5, ISO 100	
Instructions to authors of LÉGKÖR	45
Ákos Németh: Preface to the Medical Meteorology Conference Issue	48

STUDIES

Ildikó Wantuchné Dobi: Development of Global Climate Services for Health Sector	49
Renáta Gyarmati and Károly Tar: Statistical Evaluation of Birth Based on Weather Situation	53
János Puskás, Ágnes Horváth, Jenő Kóbor and Éva Nagy: The connection of the macro-synoptic weather types with the epileptic attacks	58
Renáta Gyarmati, János Puskás and Éva Nagy: The Effects of the Weather on the Hungarian Road Accidents Occurrence	61
Ferenc Pintér: Medical and Human Meteorological Researches: the METEO CLINIC Project	64
Attila János Trájer and Ákos Bede-Fazekas: The Potential Effect of Climate Change on Future Occurrence of the Vectors of the Canine Leishmaniasis and the Distribution of their Plant Indicators	66
Andrea Fülöp, János Mika and Andrea Düll: Survey of Kérdő's Weather Sensitivity Test and an Attempt for its Improvement	74
Attila Kovács and János Unger: Possibility of Modification of Tourism Climatic Index to Central European Climatic Conditions	78
Ádám Fejős and Eszter Kolozsi-Komjáthy: Media Experiences of Meteo Klinika TV Program	86
Ádám Pintér and Krisztián Samu: Instrument Development for Measuring Effects of the Weather on Human Heart Signals	90

CHRONICLE

Oliver Rybar: Former President of Hungarian Meteorological Society, Jenő Cholnoky's Sculpture was Inaugurated in Veszprém (1870-1950)	65
Andrea Fülöp: Weather of Spring 2014	93
Miklós Varga: Historical Portraits: László Aujeszky	95



ORVOSMETEOROLÓGIAI KONFERENCIA - 2013

Budapest, 2013. május 23-24.

ELŐSZÓ AZ ORVOSMETEOROLÓGIAI KONFERENCIA SZÁMHOZ PREFACE TO THE MEDICAL METEOROLOGY WORKSHOP ISSUE

Németh Ákos

Országos Meteorológiai Szolgálat, Éghajlati Osztály, 1024 Budapest, Kitaibel P. u. 1. nemeth.a@met.hu

„Abból, hogy nálunk ez az első ilyen jellegű konferencia, nem szabad arra következtetni, hogy az orvometeorológia egészen fiatal és új tudományág lenne, sem arra, hogy hazánkban nem lettek volna régi művelői.” Ezek dr. Schulhof Ödön szavai, aki az ötven évvel ezelőtt (1963. május 16-17-én) megrendezett I. Orvometeorológiai Konferencia előadásait tartalmazó kötet előszavát jegyzi. Ez a gondolat azonban, úgy tűnik, örökérvényű. Abból tehát, hogy majd’ ötven évig nem volt nálunk ilyen jellegű konferencia, nem szabad arra következtetni, hogy az orvometeorológia, mint tudományág elhalt volna, sem arra, hogy hazánkban ne lennének művelői. Ennek ellenére az orvometeorológia hazai története erősen hullámzó ívet mutat. Bár már a Magyar Meteorológiai Társaság alapítóokiratának 23.§-a kimondta, hogy „egészségügyi és élettani szakosztály alakítható”, erre az eseményre 25 évet kellett várni. Az 1950-ben létrejött Orvometeorológiai 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 és az 1956-os második Orvometeorológiai Tanfolyam, majd az 1963-as I. Orvometeorológiai Konferencia. Ez utóbbi sikerein felbuzdulva 1966-ban Nemzetközi Biometeorológiai Konferenciát szerveztek Budapesten. Ennek megvalósulása mutatja, hogy a hazai orvometeorológia abban az időben a világ élvonalához tartozott. A sikerekhez az is hozzájárulhatott, hogy Aujeszky 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 orvometeorológiai előrejelzések. Talán nem túlzás azt mondani, hogy ez volt az „aranykor”. A lassú hanyatlás első jele volt, hogy a 70-es évek közepén megszűnt az Országos Meteorológiai Szolgálat 1958 óta működő Biometeorológiai Osztálya. Bár 1982-től átmenetileg ismét volt Biometeorológiai Csoportja a Szolgálatnak, de a téma a 90-es évek végére, a 2000-es évek közepére fokozatosan elhalt mind az OMSZ-nál, mind a Meteorológiai Társaságnál. A Magyar Meteorológiai Társaság XXVIII. Vándorgyűlésén Örményi Imre fájdalmasan jegyezte meg: „*Sajnos az orvometeorológiának ma sincs hivatalos otthona hazánkban!*” Csak apró vigasz, hogy 2008. február 12-én a korábbi Orvometeorológiai Szakosztály jogutódjaként létrejött az MMT Agro- és Biometeorológiai Szakosztálya. Pedig napjainkban az atmoszférikus környezet és az emberi egészség közötti kapcsolat a nagyközönség számára is az érdeklődés homlokterébe került. A városi légszennyezettség, az allergén pollenek jelenléte a levegőben, a klímaváltozás következtében egyre gyakrabban előforduló hőhullámok, illetve az népesség körében az időjárás-érzékenység általánossá válása mind-mind azt mutatják, hogy az orvometeorológiai ismeretekre egyre nagyobb szükségünk van. Ilyen előzmények után a Magyar Meteorológiai Társaság, a Magyar Balneológiai Egyesület és a Magyar Higiénikusok Társasága elérkezettnek látta az időt, hogy tudományos konferencia keretein belül megvitassa az orvometeorológia, illetve tágabb értelemben a humán biometeorológia jelenlegi helyzetét. E rendezvénnel lehetőséget kívántunk nyújtani mindazon hazai (esetleg határon túli) szakemberek számára, akik az orvometeorológia és a humán biometeorológia bármely területén dolgoznak, kutatnak, hogy megismerhessék egymás munkáját. Nem titkolt célunk volt, hogy az orvos- és egészségtudomány, valamint a meteorológia és klimatológia közötti párbeszéd hosszú szünet után újrainduljon. Abban a hitben álltunk neki a szervezésnek, hogy egy konferencia hozzájárulhat közös kutatási programok, kutatói együttműködések létrehozásához. Fontos célként tűztük ki továbbá, hogy méltó módon emlékezzünk a kiváló humán biometeorológusra, Örményi Imrére, halálának 10. évfordulóján. A résztvevők száma, a bemutatott előadások mennyisége, minősége és szerteágazósága mutatja, hogy nem volt hiábavaló a konferencia megszervezése. A helyszínen tapasztalt családias légkör, az élénk és inspiratív szakmai beszélgetések, valamint a visszajelzések alapján elmondhatjuk, hogy a céljainkat nagyrészt megvalósítottuk. Ahhoz, hogy a szakterületek között most megkezdett párbeszéd folytatódhasson, elengedhetetlen, hogy ne kelljen újabb ötven évet várni a következő találkozóra. **A konferenciára 38 fő regisztrált, ők 5 poszter- és 21 szóbeli előadást kísérhettek figyelemmel. A tervezett program kiegészült még 3, előre nem tervezett előadással is.**

Felhívásunkra a konferencia után 10 előadás szerzői küldték be kéziratukat, ezeket most közreadjuk.

GLOBALIS ÉGHAJLATI SZOLGÁLTATÁSOK FEJLESZTÉSE AZ EGÉSZSÉGÜGY SZÁMÁRA DEVELOPMENT OF GLOBAL CLIMATE SERVICES FOR HEALTH SECTOR

Wantuchné Dobi Ildikó

Országos Meteorológiai Szolgálat, 1525 Budapest Pf. 38., dobi.i@met.hu

Összefoglalás. Az éghajlatváltozás veszélyezteti az egészségügy jelenlegi ellátó rendszereit. A Meteorológiai és az Egészségügyi Világszervezet (WMO, WHO) a Globális Éghajlati Szolgáltatások (GFCS) Program keretében olyan internetes, szabad hozzáférésű szolgáltatási csomagot fejleszt a szektor számára, amely segíti a felkészülést. A 2014-től elérhető link: <http://www.wmo.int/gfcs/health>. A cikk áttekinti az egészségügyi kockázatokat és az egészségügybe integrálható meteorológiai információkról nyújt rövid áttekintést.

Abstract. Climate change threatens the current health care systems. World Meteorological Organization (WMO) and World Health Organizations (WHO) cooperate in the Global Framework for Climate Services (GFCS) Health Program to develop an online, free service package for the health sector in order to assist their preparation. Link is available since 2014: <http://www.wmo.int/gfcs/health>. This paper reviews the health risks and provides a brief overview about weather information which can be integrated in health care systems.

Az időjárás és az egészség számtalan módon összefügg. A klíma befolyásolja az életkörülményeket, behatárolja a fertőzések előfordulását. A szélsőséges hőmérséklet, az extrém kevés vagy túl sok csapadék, illetőleg több ritka meteorológiai jelenség együttes bekövetkezése egyre növekvő kockázatot jelent az ivóvízbázisok mennyiségére és minőségére, az élelmiszerbiztonságra. Világszerte növekszik a fertőző megbetegedések száma, eltolódtak a fertőzéses zónák határai, a vírusos járványok előfordulási ideje kitolódott, továbbá az időjárási katasztrófák és egészségügyi következményeik is megszorodtak az elmúlt évtizedek során.

A klímaprognózisok szerint egy sor ismert egészségügyi kockázat gyakoribbá és súlyosabbá válik a jövőben. A „Lancet” orvosi szaklap az egészségügy számára a globális felmelegedést a 21. század legnagyobb kihívásának tartja. Az érintett hatóságok szerint az éghajlatváltozás veszélyezteti a jelenleg működő ellátó rendszereket. „Amíg a klímaváltozás hatásainak enyhítése hosszú távú és az egész földre kiterjedő, addig az egészségügyi következmények lokálisak és azonnali cselekvést kívánnak”, nyilatkozta Margaret Chan, az Egészségügyi Világszervezet főtitkár asszonya 2009-ben.

A leginkább veszélyeztetettek a fejlődő országok szegényei, azonban a 2003-as párizsi hőhullám és a 2005-ös Katrina hurrikán jelzi, hogy a fejlett országok éppúgy érdekeltek a megelőzésben. A probléma kezelésére kizárólag nemzetközi összefogással van esély. *A megoldás kulcsa az érintett szervezetek nemzetközi hálózatba szervezése, tevékenységi körük, feladataik összehangolása.* A meteorológia szerepe a felkészülésben, kármegelőzésben, a mentés során és az enyhítésben egyaránt nélkülözhetetlen. Az egészségügyi szervek a helyi hatóságokkal és a katasztrófavédelemmel már kialakítottak szabályozott szoros együttműködést, de a meteorológia ennek a riasztási hálózatnak sokáig nem volt szerves része.

Az egészségügy részéről az éghajlati adatok, információk és komplex szolgáltatások iránti igény 1996 óta nemzetközi fórumok sorát indította el. *Felmérések készültek, melyek feltárták a klíma és az egészségügyi hatások közötti ok-okozati összefüggéseket és pontokba szedték az egészségügy sajátos igényeit.* Mindezek eredményeként a Meteorológiai és az Egészségügyi Világszervezet között

együttműködés jött létre. A WMO prominens programja, a *Globalis Klíma Szolgáltatások (GFCS¹)* keretében szektorspecifikus szolgáltatásokat fejleszt, melyek között az egészségügy az egyik kiemelt terület. Tervek szerint a felhasználói igényeikhez igazodó szolgáltatásokat 2014-től lehet az interneten elérni. A GFCS kapcsolatot biztosít a fejlődő és fejlett országok fejlesztői és felhasználói között, a nemzeti meteorológiai szolgálatok számára is egészségügy orientált feladatokat határoz meg.

Közös kiadványok sora ismerteti a legfontosabb tudnivalókat és példákkal illusztrálja a szerte a világban már működő szolgáltatásokat. A rövidtávú időjárás-előrejelzések operatív feladatok megoldását, a középtávúak az előkészítést segítik, a hosszú távúra szóló éghajlati jövőképek a felkészülést és a beruházásokat támogatják.

Az éghajlat és egészségügy kapcsolata. Az elméleti meteorológiai ismeretek mellett egyre nagyobb igény merül fel az alkalmazott meteorológiára, amely a különféle tudományágak – fizika, kémia, orvos-tudomány, műszaki és társadalomtudományok stb. – időjárással, ill. klímával összefüggő, sajátos problémáira keres megoldást. Egy ilyen határterület a biometeorológia, amely a Magyar Nagylexikon megfogalmazása szerint az időjárás élő szervezetekre gyakorolt hatásával foglalkozik. Ezen belül egyik jelentős szakterület a mezőgazdasági termelés éghajlati feltételeit feltáró agrometeorológia. Másik speciális részterület – jelen konferencia tárgya – az orvos-meteorológia, amely az időjárás emberi szervezetre gyakorolt hatásait vizsgálja. Az ismeretek mélyülésével ezen a tudományágon belül is sajátos szűk specifikációk alakultak ki. A humán bioklimatológia, amely magába foglalja a légköri tényezők (időjárási viszonyok, éghajlat, levegőminőség) emberi szervezetre gyakorolt fiziológiai és patológiai hatásainak a vizsgálatát (Unger et al., 2012). Ez a határterület a klimatológia, orvostudomány, pszichológia, ergonómia, sőt a turizmus szempontjait is elemzi. A meteoropatológia az időjárás és a betegségek közti összefüggések feltárását célozza. A városi humán bioklimatológia tárgya pedig az eltérő városi mikro-környezetek hatása a humán komfortra. Az egészségügyi ellátó rendszer szempontjából közelítve azonban az ég-

¹ GFCS-Global Framework of Climate Services

hajlat és az egészség közötti kapcsolat oly mértékben összetett, hogy az orvosepidemiológia mellett a meteorológia tudomány által nyújtott összes ismeret hasznosítását szükségessé teszi.

Ez a komplexitás *szélsőséges időjárás* esetén a legszembetűnőbb. Nyilvánvalóan az időjárás és a klíma erősen befolyásolja az egészséges életfeltételeket meghatározó három alapelemet: *a levegőt, vizet és élelmet*. Az intenzív, nagy mennyiségű csapadék következtében kialakuló áradások közvetlen egészségügyi következményei az ivóvíz és a szennyvíz keveredése miatt kialakuló hasmenéses járványok. Trópusi országokban a monszun velejárója a kolera járványok megjelenése. A meleg, nedves levegőben a gyorsabban kifejlődő és elszaporodó fertőzött szúnyogok pl. maláriás megbetegedéseket okozhatnak. Az élelem megsemmisülése mellett az egészségügyi ellátó infrastruktúra szintén sérülhet vagy megsemmisülhet.

Tények és tendenciák. Az extrém időjárás által okozott közvetlen és közvetett károk mértéke növekvő tendenciát mutat. A legsérülékenyebbek a fejlődő országok és a kis szigetek. Az 1. táblázat a 2012-ben a világon bekövetkezett öt legnagyobb időjárási katasztrófa következményeit összegzi (WMO Statement, 2012). Az érintettek száma több százmillió volt, az anyagi kárt milliárd dollárokra becsülték.

delem operatív tevékenységébe. Ez jelentős előrelépés volt, hiszen az addigi katasztrófáknál csak utókövetésre használt éghajlati információs szolgáltatás mellett megjelent a megelőzésbe történő aktív bekapcsolódás. Másrészt bővült a korai riasztások köre is, sorra jelentek meg az UV-, a hőség- és a pollenriasztások világszerte.

Az éghajlat hosszú távú változását illetően mérföldkő volt a *Lancet* című neves orvosi szaklap 2009 májusában közölt „*Managing the Health effects of Climate change*” című tanulmánya. A szerzők a cikkben együttműködésre szólították fel az érintett kutatókat, civil szervezeteket, döntéshozókat, politikusokat és konkrét ajánlásokat fogalmaztak meg a klímaváltozás egészségügyi kockázatainak csökkentése érdekében. A WHO az IPCC tanulmányokra alapozott becslései szerint a klímaváltozás tovább súlyosbítja az időjárással összefüggő egészségügyi problémákat: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs266/en/>.

A globális felmelegedés következményeként számolni kell a *vektorok által okozott fertőzések* (pl. malária, kolera, dengue láz) növekedésével. A *hőhullámok* intenzívebb, hosszabb és gyakoribb előfordulása a nagyvárosokban, különösen a trópusi megacitykban megelőző intézkedések kidolgozását teszi szükségessé. A káros UV-B sugárzás és a különféle allergiát okozó pollenek esetén az elkerülés a leghatékonyabb védekezés, amely folya-

1. táblázat: A 2012-ben bekövetkezett öt legnagyobb időjárási katasztrófa (WMO Statement, 2013)

Esemény	Hely	Idő	Sérültek	Érintettek	Kár (US \$)
Sandy hurrikán	Karib térség és USA	Október vége	kb. 230	~62 millió	~70 milliárd
Bopha tájfun	Mindanao, Fülöp-szigetek	December eleje	>100 halott, ~900 eltűnt	~6 millió	kb. 49 millió
Hideghullám	Európa nagy része Észak-Afrika	Január közepétől február elejéig	kb. 650	–	~660 millió
Áradások	Nyugat-Afrika	Július-szeptember	340	~3 millió	5,8 millió
Aszály	USA határvidéke	Egész évben		164 millió	sok-milliárd

Az Egészségügyi Világszervezet nyilvántartása szerint napjainkban maláriában évente kb. 900 ezren halnak meg. A kolera áldozatainak száma évente átlagosan 2 millió fő. Csak a légszennyezés 1,2 millió áldozatot követel, a szálló por és pollen okozta allergiás megbetegedések száma nagyságrendekkel nagyobb.

A különféle megbetegedések, ill. halálozások és az időjárás közti ok-okozati összefüggések utólagos elemzése nagy hagyományokkal bír, az orvosepidemiológia ez irányú szakirodalmi bőséges. Az előrejelzések és riasztások felhasználása a szektorban sokkal rövidebb múlttal rendelkezik. A 2004. december 26-ai dél-kelet ázsiai szökőár 200 ezer embert érintett. Az esemény hatására az UNESCO a csendes-óceáni térség területére riasztási rendszer kiépítését határozta el. A tervezett rendszer akkoriban csak néhány fejlett országban működött (pl. USA és Japán). Ezzel összefüggésben a WMO új, a katasztrófák megelőzését célzó programot indított (DRR, Disaster Risk Reduction, <http://www.wmo.int/pages/prog/drr/>). A DRR keretében az egész földre kiterjedő riasztási rendszerek hálózatát hozták létre az elmúlt évtized során, amely lehetővé tette, hogy a meteorológiai előrejelzések és riasztások világszerte beépülhessenek a katasztrófavé-

matos meteorológiai információkat igényel. Új problémák jelennek meg, sok helyen gondot okoz az óceánok felmelegedése következtében megjelenő *mérgező algák* elterjedése. A mediterrán térségben a szálló *por és homokviharok* váltak gyakoribbá az utóbbi évtizedben, ráadásul a korábbinál nagyobb területeken okoznak tömeges légzési és keringési problémákat. A WHO aktuális felmérése szerint a klímaváltozással összefüggésbe hozható halálozások száma évente 140 ezerrel nő. A felsorolt lista ugyan közel sem teljes, de érzékelteti, hogy mindegyik esetben a *meteorológiai információk integrálása* bizonyos döntéshozatali eljárásokba, az ellátó hálózatok kármegelőzési folyamataiba *elősegíti az egészségügyi feladatok hatékonyabb ellátását, az élet és a vagyon védelmét*.

Globális klímaszolgáltatások (GFCS) az egészségügy számára. A GFCS létrehozásáról 2009-ben a 3. Világ Klíma Konferencián (WCC-3) született meg a döntés. Az új kezdeményezés abból indul ki, hogy a folyamatban lévő globális változások mindenre kihatnak és mindenkit érintenek. Az élővilág részeként az emberiség mindenkor túlélésének a kulcsa a környezetéhez történő alkalmazkodás. A Föld lakossága meghaladta a 7 milliárd főt,

ezért a tét nagyobb, mint valaha. A felkészüléshez előre kell tervezni, amely széles körben szükségessé teszi a klímaadatokhoz és információkhoz történő általános hozzáférést és szükségessé teszi szektorspecifikus klímaszolgáltatások kifejlesztését.

A klíma szcenáriók szerint jelentős regionális különbségekre lehet számítani. A legsérülékenyebb térségek a már említett LCD (Least Developed Countries) országok, köztük a kis szigetek, éppen azok a régiók, ahol a legkevesebb éghajlati információ és pénzügyi forrás áll rendelkezésére. Ezért az új nemzetközi szolgáltatás legfőbb prioritása, hogy *a fejlettek segítsenek a klíma-érzékeny fejlődőknek*. A rendszer háromszintű: globális, regionális és nemzeti szinten kapcsolódik össze. Összefűzi a szolgáltatásokat, a felhasználókat és a döntéshozókat, az állami szervek, az egyetemek és a privát szféra részéről egyaránt. *Felhasználó-orientált*, alapvetően az alkalmazók formális és tartalmi igényei szerint fejlesztik. A GFCS főként az *évszakos vagy annál hosszabb klíma-előrejelzések* fejlesztését támogatja igen jelentős pénzügyi forrásokkal. *Az eredményei az interneten szabad hozzáféréssé lesznek*. A tervek szerint 2014-ben három szektorral indul a rendszer, melynek részei az egészségügy, az agrárium és a katasztrófavédelem.

Egészség és klímaatlasz. 2012-ben a WMO és a WHO közösen megjelentetett kiadványa, az „Atlas of Health and Climate” rendszerezetten áttekinti azokat a leggyakoribb kockázati tényezőket (2. táblázat) és a megelőzésükre kifejlesztett éghajlati szolgáltatásokat, melyeket az egészségügyben a világ valamely pontján már használnak, és potenciálisan adaptálhatók más térségekre. A WMO „Climate exchange” (2012) kiadvány a GFCS tervezett működésének illusztrálására mutat be szektoronként működő klímaszolgáltatásokat a tagállamok gyakorlatából. Az alábbiakban részben a kiadványokból vett példák illusztrálják a közös fejlesztések gondolatmenetét.

Malária. Napjainkban 106 országban évente 200-500 millióan betegszenek meg benne. A fertőzött szűnyog élettere az Egyenlítő körüli zónában húzódik, ahol a hőmérséklet legalább 20-30 °C, a páratartalom pedig legalább 60%. A rovar életterének a határát azok a területek jelentik, melyeken a téli középhőmérséklet nem éri el a 15 °C-ot.

Magyarországon a mocsaras-lápos területen élő szűnyogok évente rengeteg maláriás megbetegedést okoztak, volt olyan év, hogy hetvenezen betegeket meg. Az 1927-ben létrehozott Országos Közegészségügyi Intézet szakembereinek köszönhetően az 1940-es évek végre hazánkban teljesen eltűnt ez a betegség, járványügyi szakemberek szerint azonban a malária bármikor újból megjelenhet:

www.weborvospro.hu/cikkek/velemeny/ketyegamalariabomba.html

A hőmérséklet kismértékű emelkedése is felgyorsítja a parazita fejlődését. 2-3 fokos hőmérséklet emelkedés következtében a malária kockázata 3-5%-kal nő. A klímaszimulációk szerint a globális felmelegedés hatására a maláriával fertőzött sáv mindkét féltekén kiszélesedik. Becslések szerint az évszázad végére a halálozások aránya legalább ötvenszeresére nőhet. A jelenlegi évi 900 ezerről 50–80 millióra (Martens et al., 1995), amire időben fel kell készíteni a potenciálisan érintett területek egészségügyi ellátórendszeit.

Malária korai riasztási rendszer működik jelenleg egy sor afrikai és dél-amerikai országban (Dél-afrikai Köztársaság, Namíbia, Angola, Botswana, Etiópia, Madagaszkár, Sváziföld, Zambia, Zimbabwe) és több helyen fejlesztés alatt áll (Burkina Faso, Chile, Panama, Peru.) A csapadék, a hőmérséklet és a nedvesség folyamatos monitoringja, a naprakész térképek és előrejelzések hasznos információt jelentenek a moszkító fejlődésének és lokális térbeli és időbeli vonulásának felismerésében. A rendszer hasznosítja a nemzetközi WMO adatbázist, a DEMETER (Development of a Seasonal-to-Interannual Climate Prediction) projekt eredményeit, továbbá az ECMWF évszakos prognózisait, amelyre alapozva rendszeresen szervezett (ún. Malaria Outlook Forum) fórumok keretében ké-

sztítenek valószínűségi becsléseket a fertőzésre. Az El-Niño által érintett területeken sikeresnek bizonyult az évszakos előrejelzéseken alapuló malária előrejelző rendszer.

Aszály. Tartós csapadékhiány bárhol a világon bekövetkezhet. Az ivóvíz hi-

2. táblázat: Egészség és Klíma kockázati tényezői
(Atlas of Health and Climate, 2012)

FERTŐZÉSEK (közvetett, ökológiai hatás)	KATASZTRÓFÁK (közvetlen, azonnali hatás)	KÖRNYEZETI VÁLTOZÁSOK
Malária Kolera Agyhártyagyulladás Dengue-láz	Áradások Aszály Erdőtűz + „Fertőzések” + egészségügyi ellátás infrastruktúra károsodása	Hőhullám UV Pollenek Légszennyezés (por, homok vihar) Toxikus algák

nya összetett egészségügyi és szociális problémákat gerjeszt. Többnyire éhínséggel jár együtt, krónikus és akut egészségügyi következményeket idéz elő. Pl. növeli az 2. táblázatban a fertőzéseknel felsorolt megbetegedések tömeges előfordulását, a kiszáradást, megsokszorozza a gyermekhalálozást, a kényszerű migráció véres társadalmi összetűzéseket idézhet elő. Ezért a felkészülés jelentősége igen nagy. Az afrikai Száhel övezetben a NASA és a NOAA közreműködésével létrehozott internetes riasztási szolgáltatás (FEWS NET–Faine Early Warning System Network; <http://www.fews.net/>) 2011 végén kiadott veszély jelzésében 2012-ben a szokásosnál súlyosabb aszályra figyelmeztetett, ezzel lehetőséget teremtett az ENSZ számára, hogy felkészüljön az érintett 18 millió ember ellátására.

Európában az Európai Aszály Observatórium (EDO) felelős a kontinens aszály információs rendszeréért (Horieon et al., 2012). A leginkább veszélyeztetett országok regionális szervezeteket hoztak létre. Egyik ilyen központ a délkelet-európai Aszály Központ (DMCSEE), melynek tevékenységében az OMSZ Éghajlati Osztálya-

nak munkatársai is részesei: <http://www.dmcsee.org/hu/>. A monitoring-hálózaton alapuló korai veszélyjelzési rendszer alkalmas az aszály negatív hatásainak csökkentésére a mezőgazdaságban, a vízgazdálkodásban: www.met.hu/doc/DMCSEE/DMCSEE_zaro_kiadvany.pdf. A fejlesztési program 2012-ben zárult.

Hőhullám. Az extrém magas, tartós hőmérséklet különösen a zsúfolt nagyvárosokban egyre jelentősebb egészségügyi kockázati tényező. A 2003 nyarán bekövetkezett tartós kánikula idején a halálozások száma az átlagos érték 4-5-szörösére nőtt. Tizenkét európai országban összesen 70 ezer áldozatot követelt a kánikula. A napokon át 30 °C fokot meghaladó csúcshőmérséklet következtében víz- és energiaellátási problémák léptek fel a kontinensen. A hőhullám negatív hatását mindenkor fokozza az erős UV-sugárzás, továbbá a légszennyezés, különösen a talajközeli ózonkoncentráció és a szálló por megnövekedése. A klíma modellek számításai szerint az európai városokban kialakuló magas hőmérsékletű napok száma, gyakorisága és fennmaradásának időtartama és intenzitása a jövőben növekedni fog.

A hőhullámnak kitett legsérülékenyebb társadalmi rétegek a kisgyermekek, az idős korosztály és a szabadban dolgozók. A demográfiai statisztikák szerint a veszélyeztetett 65 év feletti aránya háromszorosára nő 2050-re. A nyári hőhullámok előfordulásának várható növekedése különösen a trópusi megalopoliszokban idézhet elő kritikus állapotokat, ahol a maximum hőmérséklet időnként már napjainkban is meghaladja az európai humán komfortérzet mai tűréshatárát.

A városi hősziget fokozza a hőhullámok negatív hatását. A megfelelő várostervezési és építészeti megoldások hozzájárulnak a hőhullámok káros egészségügyi hatásainak megelőzéséhez. Nyolc közép-európai város a közös UHI projekt (<http://www.eu-uhi.eu/>) keretében a negatív hatású jelenségek előfordulásának csökkentésére, a kockázatok megelőzésére és kezelésére irányuló stratégiákat dolgoz ki. A konzorcium tagjai: Modena-Bologna nagyvárosi régió, Pádva és Velence között kialakult lakott területek, Bécs, Stuttgart, Varsó, Ljubljana, Prága és Budapest. A projekt sajátossága, hogy a résztvevők különböző intézmények szakértői: meteorológusok, várostervezők, építészek, helyi közigazgatási szervek munkatársai, politikai döntéshozók.

Hasonló összetételű hazai grémium a Városhatár Műhely, melynek tevékenysége a városhatár ismeretek felhasználásának elősegítése, a városfejlesztés gyakorlatába való átültetése. A szervezet gondozásában megjelent Városhatár Kalauz egybeként a városi hősziget téma-

körben a léghőmérséklet éghajlati ismereteket összegzi és ajánlásokat fogalmaz meg:

www2.sci.u-szeged.hu/eghajlatan/pdf/varosklima_kalauz.pdf.

Időben történő riasztás és hatékonyan szervezett akciólánccal a hőhullám okozta potenciális károk jelentős mértékben csökkenthetők. Európában 17 ország ún. "hőség-egészség" akciótervet dolgozott ki. A hőmérsékleti küszöb elérésekor a meteorológiai riasztás azonnal eljut a katasztrófavédelem illetékes szerveihez,

akik prioritási sorrend szerint értesítik az egészségügyi hatóságokat, az érintett önkormányzatokat, szociális ellátó hálózatokat stb. A riadóláncban lényeges szerepe van a médiának keresztül a lakosság, különösen az említett sérülékeny rétegek értesítésének. Az 1. ábra mutatja azokat az országokat, ahol hasonló rendszer részben vagy egészben operatíván üzemel.

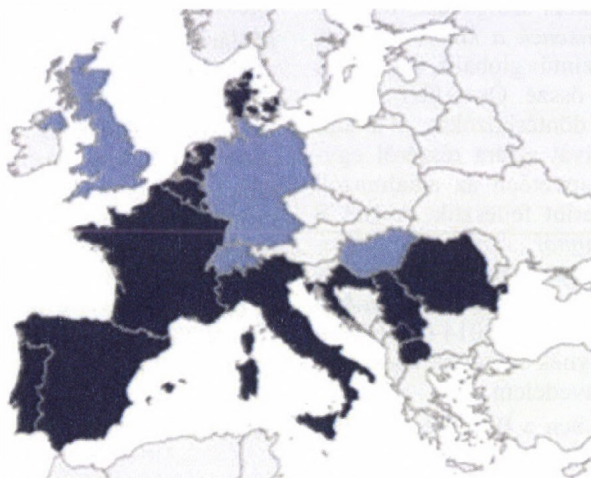
A német szolgálat (DWD) 2005-ben vezetett be hőség esetén (HHVS–Heat Health Warning System) riasztást. Az értesítési lánc tagjai az egészségügyi hatóságok és

a média, folyamatos az információ szolgáltatása az interneten. Ezek együttesen biztosítják, hogy minden potenciális érintett időben felkészülhessen. A hazai hőségriasztást Páldy Anna kezdeményezésére az ÁNTSZ és az OMSZ együtt dolgozta ki. A hőségriadó 2005 óta operatíván működik, jelenleg a veszélyjelző riasztás része: <http://www.met.hu/idojaras/veszelyjelzes/riasztas>.

Köszönetnyilvánítás. Az anyag összeállítását az EU Közép-Európai Projekt 3CE292P3 (UHI projekt) támogatta.

Irodalom

- Atlas of Health and Climate*, 2012: WMO-No. 1098
 EEA Report on Urban adaptation to climate change in Europe, 2012, No 2, 18-34 pp.
 Griffiths, J. Rowlands, C and Witthaus, M. (eds.), 2012: Climate ExChange, 2012, A WMO publication for GFCS. Tudor Rose, Leicester (UK), pp. 290. ISBN 978-0-9568561-3-5
 Horieon, S., Carrão, H., Singleton, A., Barbosa, P. and Vogt, J., 2012: JRC experience on the development of Drought Information Systems. IRC 68769
http://www.wmo.int/pages/gfcs/casestudies_en.php
 Martens, W.J.M., Jetten, T.H., Rotmans, J., Niessen, L.W., 1995. Climate change and vector-borne diseases: a global modelling perspective. *Global Environmental Change* 5(3), 195-209.
 Unger, J., Sümegehy, Z., Kántor, N., and Gulyás, Á., 2012: Kisléptékű környezet klimatológia. *JAEXPress*, Szeged, pp.221
WMO Statement on the Status of the Global Climate in 2012, 2013, WMO-No.1108



1. ábra: Operatív „hőség-egészség” akció tervvel rendelkező országok Európában, (*Atlas of Health and Climate*, 2012)

IDŐJÁRÁSI HELYZETEKEN ALAPULÓ STATISZTIKAI SZÜLETÉSELEMZÉS

STATISTICAL EVALUATION OF BIRTH BASED ON WEATHER SITUATION

Gyarmati Renáta¹, Tar Károly²

¹Debreceni Egyetem, ²Nyíregyházi Főiskola, gyarmatireni@gmail.com

Összefoglalás: Az élővilág szaporodási ciklusának tanulmányozásáról számos biológiai, ökológiai tanulmány készült már, statisztikai módszereken alapuló vizsgálatokkal azonban csak kisebb mértékben találkozhatunk. Az a tény, hogy a szaporodási ciklusban a környezeti tényezők változása jelentős szerepet játszik, már többszörösen bizonyítást nyert. A megfigyelések jelentős részében a szülészeti események és az egyes légköri tényezők változásainak az összefüggései kimutathatóak voltak, bár többször készültek olyan tanulmányok, amelyek a korábban megfogalmazott nézeteket és leírt eredményeket cáfolták meg. Mindezek, valamint az éghajlatváltozás miatt egyre gyakrabban előforduló szélsőséges időjárási helyzetek – melyek jelentős többletterhet rónak az emberi szervezetre – alátámasztják a további kutatások fontosságát és a humán bioklimatológiai tanulmányok jelentőségét. Vizsgálatunkban statisztikai módszerekkel elemeztük az 1971-2010 közötti időszakra eső debreceni napi születési adatokat a Péczy-féle makroszinoptikus tipizálással összefüggésben. Célunk az alapstatisztikai jellemzők meghatározásán túl az volt, hogy választ kapjunk a következő kérdésekre: vajon az egyes makroszinoptikus helyzetben a születések számának eloszlása különbözik-e szignifikánsan egymástól, a születés napjának vagy az előtte lévő napnak a típusa, ill. ezek különböző átmenetei befolyásolják-e a napenkénti születések számát.

Abstract. Although several biological and-, ecological studies have been made on the reproductive cycle of the wildlife, studies based on statistical methods are quite hard to find. It has been repeatedly proven that the changes of the environmental factors play an important role in the reproductive cycle. A large number of observations detected a correlation between the obstetric data and the changes of some atmospheric conditions; however, studies that disproved the previously drafted views and results have been made several times. All of this and the more frequently occurring extreme weather conditions caused by climate change - with a significant additional burden on the human body - confirmed the importance of further researches and the significance of the studies on human biometeorology. In our research we analysed the daily birth rate in Debrecen in period 1971-2010 with statistical methods in view of Péczy's macrosynoptic types. Apart from the determination of the basic statistical features our aim was to elicit the answers to the following questions: could the distribution of the number of births differ from each other significantly in particular macrosynoptic situations, if the type of the birth or the previous day, furthermore the different transitions of these have an impact on the daily birth rate or not.

Bevezetés. Köztudott, hogy az időjárási tényezők önmagukban is befolyásolják az élőszervezetek fizikai és pszichés állapotát, aktivitását, egészségét. A humán bioklimatológiai vizsgálatok többsége az időjárás egyes betegségtípusokra kifejtett hatását, illetve az állatok és az emberi szervezet viselkedésében, életfolyamataiban bekövetkezett változásokat követi nyomon (Möbius et al., 1989, Höppe, 1997, Puskás és Nowinszky, 1996). Az élővilág szaporodási ciklusának tanulmányozásáról számos biológiai, ökológiai tanulmány készült már (Hirsch et al., 2011; Driscoll, 1995), statisztikai módszereken alapuló vizsgálatokkal azonban csak kisebb mértékben találkozhatunk.

Az eddigi tanulmányok a meteorológiai hatásokat, mint a születés megindulás idejét, illetve a magzati halálozást (Mészáros et al., 1990) befolyásoló tényezőket vizsgálták, valamint azt, hogy a légköri nyomás és a környező hőmérséklet (Troxel és Gadberry, 2012) befolyásoló hatással lehet-e például a nemek arányára (Dixon et al., 2011). A megfigyelések jelentős részében a szülészeti események és az egyes légköri tényezők változásainak az összefüggései kimutathatóak voltak, bár többször készültek olyan tanulmányok, amelyek a korábban megfogalmazott nézeteket és leírt eredményeket cáfolták meg. Mindezek, valamint az éghajlatváltozás miatt egyre gyakrabban elő-

1. táblázat: A Péczy-féle makroszinoptikus helyzetek kódjai, betűkódjai és rövid jellemzésük

Meridionális irányítású helyzetek északias áramlással (MN csoport)		
1	mCc	ciklon hátoldali áramlásrendszere
2	AB	anticiklon a Brit-szigetek térségében
3	CMc	mediterrán ciklon hátoldali áramlásrendszere
Meridionális irányítású helyzetek délies áramlással (MS csoport)		
4	mCw	ciklon előoldali áramlásrendszere
5	Ae	anticiklon Magyarországtól keletre
6	CMw	mediterrán ciklon előoldali áramlásrendszere
Zonális irányítású helyzetek nyugatias áramlással (ZW csoport)		
7	zC	zonális ciklonális helyzet
8	Aw	nyugatról benyúló anticiklon
9	As	anticiklon Magyarországtól délre
Zonális irányítású helyzetek keleties áramlással (ZE csoport)		
10	An	anticiklon Magyarországtól északra
11	AF	anticiklon Fennoskandinávia térségében
Centrumhelyzetek		
12	A	anticiklon a Kárpát-medence fölött
13	C	cikloncentrum a Kárpát-medence fölött

2. táblázat: Az 1971-2010 között Debrecenben született gyerekek alapstatisztikai összefoglalója

Összesen született	239319
Napi minimum	2
Napi maximum	38
Napi átlag	16,4
medián	16,0
szórás	4,78
alsó kvartilis	13,0
felső kvartilis	19,0

4. táblázat: A 13 makroszinoptikus helyzet gyakorisága, az azokon a napokon született gyerekek száma és a napi születési átlagok

helyzet	gyakoriság	gyerek-szám	napi átlag
mCc	1597	25374	15,89
AB	1121	18450	16,46
CMc	310	5330	17,19
mCw	993	16476	16,59
Ae	1879	30862	16,42
CMw	1090	17837	16,36
zC	407	6842	16,81
Aw	2050	33842	16,50
As	759	12050	15,88
An	1535	25365	16,53
AF	684	10971	16,04
A	1684	27752	16,48
C	501	8168	16,30

3. táblázat: Naponta született gyerekek számának gyakorisági eloszlása

gyerek /nap	gyakoriság (nap)	relatív gyakoriság	gyerek szám	relatív gyerek-szám
0-5	62	0,42	279	0,12
5-10	1417	9,70	12398	5,18
10-15	5036	34,47	66665	27,86
15-20	5330	36,48	94892	39,65
20-25	2236	15,30	50322	21,03
25-30	467	3,20	12754	5,33
30-35	58	0,40	1861	0,78
35-40	4	0,03	148	0,06
Σ	14610	100	239319	100

6. táblázat: Makroszinoptikus helyzetcsoportok szerint kategorizálás alapstatisztikai jellemzői

	teljes időszak	helyzetcsoportok				centrumhelyzetek	
		MN	MS	ZW	ZE	ciklonális	anticiklonális
minimum	2	3	2	2	2	2	2
maximum	38	38	36	36	38	36	38
átlag	16,4	16,2	16,5	16,4	16,4	16,3	16,4
szórás	4,78	4,68	4,88	4,79	4,85	4,79	4,78
var. eh.	0,29	0,29	0,30	0,29	0,30	0,29	0,29
medián	16	16	16	16	16	16	16
alsó kvartilis	13	13	13	13	13	13	13
felső kvartilis	19	19	20	19	19	19	19

5. táblázat: Makroszinoptikus helyzetek szerinti napi születések alapstatisztikái

	teljes időszak	helyzetek												
		mCs	AB	CMc	mCw	Ae	CMw	zC	Aw	As	An	AF	A	C
minimum	2	3	5	3	2	3	5	3	2	4	4	2	4	5
maximum	38	32	38	35	36	32	35	34	36	31	38	33	35	32
átlag	16,4	15,9	16,5	17,2	16,6	16,4	16,4	16,8	16,5	15,9	16,5	16,0	16,5	16,3
szórás	4,78	4,59	4,69	4,96	5,14	4,83	4,73	4,60	4,84	4,73	4,85	4,84	4,64	4,69
var. eh.	0,29	0,29	0,28	0,29	0,31	0,29	0,29	0,27	0,29	0,30	0,29	0,30	0,28	0,29
medián	16	16	16	17	16	16	16	17	16	16	16	16	16	16
alsó kvartilis	13	13	13	14	13	13	13	13	13	12	13	13	13	13
felső kvartilis	19	19	19	21	20	19	19	20	20	19	20	19	19	19

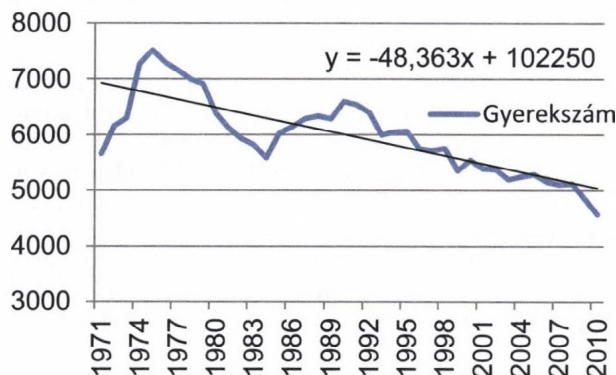
forduló szélsőséges időjárási helyzetek – melyek jelentős többletterhet rónak az emberi szervezetre – alátámasztják a további kutatások fontosságát és a humán bioklimatológiai tanulmányok jelentőségét. Vizsgálatunk célja az volt, hogy statisztikai és időjárási megfigyeléseken alapuló tanulmányt készítsünk, melyhez 40 évi debreceni születési adatsort használtunk fel az 1971-2010-es időszakra vonatkozóan. Meghatároztuk az adatsor alapstatisztikai jellemzőit, továbbá arra kerestük a választ, hogy a 13 nagytérségi időjárási helyzetben a napi születések eloszlása tekinthető-e homogénnek, azaz van-e közöttük szignifikáns különbség. Tanulmányoztuk azt is, hogy

melyek a leggyakrabban előforduló makroszinoptikus helyzet átmenetek, és ezek összefüggését a naponkénti születések számával.

Anyag és módszer. A Központi Statisztikai Hivatal adatbázisából az 1971 és 2010 közötti 40 év Debrecenre vonatkozó szülészeti adatait használtuk fel. Az egyes napok időjárását a Péczely-féle nagytérségi időjárási helyzetek szerint csoportosítottuk. Az akciócentrumokban keletkező, majd az áramlás miatt tovább sodródó alacsony vagy magas nyomású légköri képződmények jellemző tulajdonságaik révén alapvetően meghatározzák az általuk érintett vagy hosszabb időn át uralt térségek időjárását. A tipizálást Péczely György kezdte el, majd 1983 után

Károssy Csaba folytatja és publikálja az időjárási helyzetek napi kódszámait. A fenti időszakra vonatkozó kódok Péczely (1983) és Károssy (1993, 1998, 2001) munkáiból, valamint Károssy (2012) közléséből származnak.

A 13 makroszinoptikus helyzet közül 6 ciklonális és 7 anticiklonális típust különböztethetünk meg. A mérsékelt övre 5 cirkulációs alaphelyzet jellemző: meridionális északi, meridionális déli, zonális nyugati, zonális keleti és centrum helyzetek. E makroszinoptikus tipizálás kategóriáit az 1. táblázat mutatja be. Az adatsorok statisztikai

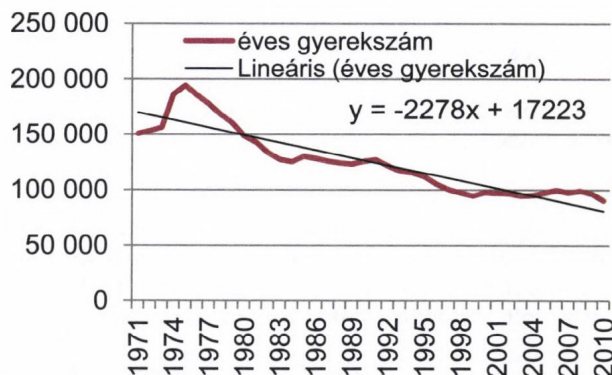


1. ábra: Az évenkénti születések számának csökkenő trendje Debrecenre vonatkozóan

ben, 4573 gyerek. Az adatbázisunkat 20-20 évre bontva (1971.01.01.–1990.12.31. illetve 1991.01.01.–2010.12.31.) és így összehasonlítva a születések számát azt tapasztaltuk, hogy a második időintervallumban 18365 gyerekkel kevesebb született, mint az elsőben. A születések száma a teljes időszakban az

$$y = -48,363x + 102250$$

egyenest mentén mutat csökkenő trendet (1. ábra). A készített ábrán könnyen követhető az említett negatív trend, mely szerint évente megközelítőleg 50-nel csökkent a



2. ábra: Az évenkénti születések számának csökkenő trendje országos adatok alapján

jellemzőinek meghatározásához a Microsoft Excel-t és saját Basic programokat használtunk.

Eredmények. A Központi Statisztikai Hivatal adatbázisa alapján 1971 és 2010 közötti 40 évben – amely 14610 napot jelent – Debrecenben összesen 239319 gyerek született. Az időszakra jellemző napi átlagos születésszám 16,38 volt. A legkevesebb gyerek 2002. 10. 22-én, 2006. 05. 27-én illetve 2009. 08. 21-én született, ezeken a napokon mindössze 2 gyerek látta meg a napvilágot. A legmagasabb napi születésszám, 38 gyerek 1975. 04. 30-

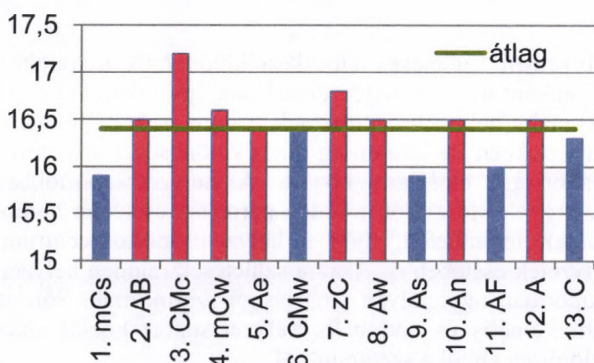
gyerekszületések száma Debrecenben. Ugyanebben az időszakban az országos születési statisztika is csökkenést mutat az

$$y = -2278x + 17223$$

egyenest mentén (2. ábra). Magyarországon a 40 év alatt 5020744 gyerek született. Míg 1971-ben 150640, addig 2010-ben 90334. A negyven év alatt 40,03%-os a csökkenés trendje. Mint láttuk, Debrecenben ez idő alatt összesen 239319 gyerek született. 1971-ben 5655, a 2010-es évben 4573. Tehát a gyerekszületések számában a debreceni adatok alapján 19,13%-os csökkenés tapasztalható a 40 év alatt.

A naponta született gyerekek eloszlásának meghatározásával az mondható el, hogy a leggyakrabban a 15-20 fő közötti napi születés szám fordult elő, a gyerekek 39,65%-a, azaz 94892 gyerek született olyan napon, amikor a 15 és 20 gyerek született naponta. Mindösszesen 4 alkalommal fordult elő a 35-40 kategória, a gyerekek 0,06%-a (148 gyerek) született ezeken a napokon. A további részleteket ld. a 3. táblázatban.

Ahogy korábban már említettük, a 14610 nap időjárásának jellemzéséhez a Péczely-féle kategorizálást használtuk. Az egyes időjárási helyzetekre jellemző meteorológiai sajátosságok az előfordulásuk gyakoriságától, illetve fennmaradásuk időtartamától függően érvényesülnek, ezért fontos a hosszú időszakra vonatkozó átlagos gyakoriságok figyelembevétele. A 4. táblázatban megadjuk az egyes makroszinoptikus helyzetekkel jellemezhető napok számát, az ezeken a napokon született gyermekek számát és a születések napi átlagát. Utóbbit a 3. ábrán külön is közöljük.



3. ábra: A 40 évi adatsorból adódó napi születési átlag és a makroszinoptikus helyzetek pozitív és negatív

án és 1975. 07. 31-én volt megfigyelhető. A további alapstatisztikákat a 2. táblázat tartalmazza.

A legmagasabb évi születésszám 1975-ben volt, ekkor 7518-an születtek városunkban, a legkevesebben 2010-

Legtöbbször az Aw (nyugatról benyúló anticiklon, 1. táblázat) makroszinoptikus helyzet fordult elő, a 40 év alatt 2050 napon. Ez az Azori anticiklon északabbra kerülésekor, elsősorban nyáron alakul ki, többnyire enyhe hidegfront átvonulásával kapcsolatos. Nyáron időnként fűledt, ősszel és tavasszal kellemesen meleg, derült, párárs, télen enyhe, párárs és ködös időjárás jellemzi. Legkevésbé az a nagytérsegi időjárás helyzet alakult ki, amikor a Kárpát-medence területén gyors mozgású mediterrán ciklon hidegfronti áramlásrendszere halad át (CMc). Az év túlnyomó részében lehűlést idéz elő, télen viszont általában enyhülést okoz. Minden évszakban csapadékos, télen hózáporokkal, tavasszal zivatarokkal. Többnyire szeles, fennállásakor a napi hőingás gyakran aperiodikus. Bár ez a makroszinoptikus helyzet fordult elő legtrikábban, a 3. ábra szerint legnagyobb pozitív anomália a napi születési átlagban itt figyelhető meg. 5330 gyerek született ekkor, amely figyelembe véve a nagytérsegi helyzet előfordulási gyakoriságát, 17,19-es napi születési átlagot eredményezett. A legnagyobb negatív anomália a napi átlag születésirátában az As helyzetben volt, ilyenkor a ciklonpályák északabbra húzó-

tó (relatív szórás) maximális értéke (0,31 az mCw helyzetben) is csak 0,04-dal nagyobb ennek minimális értékénél (0,27 a zC helyzetben). A medián, az alsó és felső kvartilis értékeiben is 1-2 születésszám eltérést tapasztalunk.

Megvizsgáltuk azt is, hogy vajon változnak-e szignifikánsan az alapstatisztikai jellemzőkben meglévő differenciák a makroszinoptikus helyzetcsoportokban (meridionális északi, meridionális déli, zonális nyugati, zonális keleti és centrum helyzetek). A 6. táblázat szerint nem.

Ezért továbbléptünk, és a napi születések eloszlását hasonlítottuk össze. Az volt a kérdés, hogy ezek tekinthetők-e homogénnek, azaz a makroszinoptikus helyzettől függetlenül nincs közöttük szignifikáns különbség. A páronként elvégzett homogenitás vizsgálat eredményét a 7. táblázat mutatja. Eszerint 15 olyan eset van (az összes 19,2 %-a), amikor a helyzetpárok-ban a születésszámok eloszlása inhomogén. Ezt a táblázatban + jellel jelöltük. Legjobban az mCw (ciklon előoldali áramlásrendszere)

7. táblázat: A homogenitás-vizsgálat eredménye (+: inhomogén eloszlások)

	mCs	AB	CMc	mCw	Ae	CMw	zC	Aw	As	An	AF	A	C
mCs	-----												
AB	+	-----											
CMc	-	-	-----										
mCw	+	+	+	-----									
Ae	+	-	-	+	-----								
CMw	-	-	-	+	-	-----							
zC	+	-	-	-	-	-	-----						
Aw	+	-	-	-	-	-	-	-----					
As	-	-	-	+	-	-	+	-	-----				
An	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-----			
AF	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-----		
A	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-----	
C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-----

nak, frontrendszerük hazánkat nem érintik. A napi hőmérsékleti ingás nem jelentős, nyáron rendszerint fűledt, a légáramlás gyenge, a csapadékhözam alacsony. 759-szer fordult elő ez a helyzet a feldolgozott időintervallumban, 12050 gyerek született ekkor, ami 15,88-as napi születési átlaggal. Két makroszinoptikus helyzetben, az Ae (16,42) és CMw (16,36)-ben kapott születési átlagok közel megegyeznek az 1971-2010 közötti 16,38-as születési átlaggal.

A napi születések számának további alapstatisztikai jellemzői az 5. táblázatban láthatók a teljes időszakra és az egyes makroszinoptikus helyzetekre. Eszerint nem volt olyan nap egyik helyzetben sem, amikor egyetlen születés sem volt, a minimális születések száma ugyanis egyenlő vagy nagyobb (2-5) a teljes időszakra vonatkozó 2 napi születésnél. A maximális születésszám azonban csak két anticiklonális helyzetben (AB, An) éri el a teljes időszakra vonatkozó maximumot (38), a többiben ennél kisebb. Az átlagokról már az előzőekben szöveltünk. Az átlag körüli ingadozás mértékét mutató variációs együttha-

helyzetbeli születések eloszlása különbözik a többitől. Egyébként az inhomogén eloszlások egy kivétellel mind ciklonális helyzethez tartoznak, vagyis az anticiklonális helyzetekben statisztikailag nincs különbség a születések gyakorisági eloszlása között. A helyzetcsoportokban megfigyelt eloszlások minden párosítás esetében homogénnek tekinthetők, még a helyzetcsoportok-centrum-helyzetek esetében is. Azaz a születések minden helyzetcsoportban ugyanolyan eloszlásból származnak. Sőt, az anticiklonális és ciklonális helyzetcsoport között sincs különbség ebből a szempontból.

Úgy tűnik tehát, hogy a születés napján megfigyelhető időjárás, azaz az áramlási helyzetek, vagyis a ciklonok (frontok) közeli vagy távoli jelenléte vagy hiánya (anticiklon) nem befolyásolja a napi születések számát. De vajon igaz-e ez a születést megelőző nap helyzeteire is? Erre úgy kaphatunk választ, ha a naponkénti születések számát a helyzetek átmeneteinek függvényében vizsgáljuk.

Elsőként csak a makroszinoptikus helyzetek idősorát elemeztük az egyik napról a másik napra történő átmenetek szempontjából. A feltételes valószínűségekre vonatkozó eredményeink jó egyezést mutatnak *Mika és Domonkos* (1994) sokkal részletesebb vizsgálatával. A gyakoriságokat tekintve azt tapasztaltuk, hogy minden helyzet saját magába megy át legtöbbször. Leggyakrabban az 5-ből az 5-be (Ae). A 12-7 (A-zC) átmenet viszont egyszer sem fordul elő. Az átmenet-valószínűségek esetében azonban a maximum a 2-2 (AB) átmenethez kerül, ami 0,532. Ez azt jelenti tehát, hogy a AB helyzet esetében a következő nap is ilyen helyzetű lesz átlagosan minden második napon.

8. táblázat: A napi születésszám megoszlása az előző nap makroszinoptikus helyzete szerint

előző napi helyzet	születésszám	%
8: Aw	33633	14,1
5: Ae	31354	13,1
12: A	27918	11,7
10: An	25185	10,5
1: mCc	24868	10,4
2: AB	18329	7,7
6: CMw	17590	7,4
4: mCw	16651	7,0
9: As	12393	5,2
11: AF	11142	4,7
13: C	7995	3,3
7: zC	6923	2,9
3: CMc	5327	2,2

Ha a születés napjának helyzetét nem vesszük figyelembe, akkor a 8. táblázat szerint a legtöbb gyerek akkor születik, amikor a szülést megelőző nap 8-as (Aw) helyzetű (az összes születés 14,1%-a).

Ha viszont a születés napjának a helyzetét is figyelembe vesszük, akkor a legtöbb gyerek az 5-5 (Ae) átmenetnél születik, 16000 fő, azaz az összes születés 6.69%-a. Ezt a 8-8 (Aw) átmenet követi 6,44%-kal. A 3-as (CMc) helyzetet (8. táblázat), valamint a 13-7 (C-zC) átmenetet nem szeretik a babák!

Következtetések. Az átlagos születésszám az egyes helyzetekben nem különbözik egymástól szignifikánsan. Sőt az esetek több mint 80%-ában a napi születésszám gyakorisági eloszlása is egyformának, homogénnek tekinthető. Vagyis a születés napjának időjárása kevésbé hat a születések számára. Ha viszont az előző nap makroszinoptikus helyzetét is figyeljük, akkor a következőket állapíthatjuk meg: A gyerekek közel 60%-a akkor születik, amikor a megelőző napon az Aw, Ae, A, An, mCs helyzetek valamelyike fordul elő, döntően tehát anticiklonális helyzet. A legtöbb gyerek viszont az Ae

Ae (anticiklon Magyarországtól keletre) átmenetnél születik, 16000 fő, azaz az összes születés 6.69%-a. Ezt a Aw-Aw (nyugatról benyúló anticiklon) átmenet követi 6,44%-kal.

Irodalom

- Dixon, B.J., Haywood, J., Lester, P.J., Ormsby, D.K., 2011: Whatever the weather: ambient temperature does not influence the proportion of males born in New Zealand. *PLoS ONE*, Ed.Samuli Helle. Vol.6. Issue 9.
- Driscoll, D. M., 1995: Weather and childbirth: A further search for relationships. *Int J Biometeorology* 38, 152-155
- Hirsch, E., Lim, C., Dobrez, D., Adams, M.G. and Noble, W., 2011: Meteorological factors and timing of the initiating event of human parturition. *Int J Biometeorology* 55, 265-272
- Höppe, P., 1997: Aspects of human biometeorology in past, present and future. *Int J Biometeorology* 41., 19-23
- Károssy, Cs. 1993: A Péczely-féle makroszinoptikus tipizálás és a helyzetek katalógusa 1951-92 In: Nowinszky, L. (szerk.): A fénycsapdás rovargyűjtést módosító abiotikus tényezők, I. *OSKAR Kiadó*, Szombathely, 113-126
- Károssy, Cs., 1998: Péczely's classification of macrosynoptic types and catalogue of weather situations 1992-97. In: Nowinszky, L.(ed.): Light trapping of insects influenced by abiotic factors. II, *Savaria Univ.Press*, 117-130
- Károssy, Cs. 2001: Characterisation and catalogue of the Péczely's macrosynoptic weather types 1996-2000. In: Nowinszky, L.(ed.): Light trapping of insects influenced by abiotic factors. III. *Savaria Univ. Press*, 75-86
- Károssy, Cs. 2012: Szóbeli közlés.
- Mészáros, Gy., Herczeg, J. és Bártfai, E., 1990: Meteorológiai hatások és a magzati halálozás. *Népegészségügy* 71, 301-303
- Mika, J. and Domonkos, P., 1994: Statistical characteristics of local weather within Péczely's macrosynoptic classification and its modified version. *Annales Univ. Scient. Budapest., Sec. Geophys. Meteorol*, X, 73-91
- Möbius, C, Günther, U., Klinker, L. and Putzke, H.P., 1989: Meteoropathologische Einflüsse auf die Ausbildung tödlicher Lungenembolien. *Z Gesamte Hyg* 35, 391-392
- Péczely, Gy., 1983: Magyarország makroszinoptikus helyzeteinek katalógusa (1881-1983). *Országos Meteorológiai Szolgálat Kiseb Kiadványai*, 53. kötet, Budapest.
- Puskás, J. és Nowinszky, L., 1996: A vetési bagolylepke fénycsapdázásának eredményessége időjárási frontok idején. *Léggör* 41(2), 29-32.
- Troxel, T.R. and Gadberry, M. S., 2012: Relationship of barometric pressure and environmental temperature with incidence of parturition in beef cows. *J Anim Sci*. 90, 1583-1588

A MAKROSZINOPTIKUS IDŐJÁRÁSI TÍPUSOK KAPCSOLATA AZ EPILEPSZIÁS ROHAMOKKAL

THE CONNECTION OF THE MACRO-SYNOPTIC WEATHER TYPES WITH THE EPILEPTIC ATTACKS

Puskás János¹, Horváth Ágnes², Kóbor Jenő³, Nagy Éva⁴

¹Nyugat-magyarországi Egyetem Földrajz- és Környezettudományi Intézet, 9700 Szombathely, Károlyi G. tér 4.

²Markusovszky Kórház EEG Diagnosztikai és Epilepszia Centrum, 9700 Szombathely, Markusovszky Lajos u. 5.

³Szegedi Tudományegyetem Gyermekgyógyászati Klinika 6720 Szeged, Korányi fasor 14-15.

⁴Geomed Kft. Háziorvosi Szolgálat 9700 Szombathely, Ifjúság u. 2/A, pjanos@gmail.com

Összefoglaló. Az orvosepidemiológiai kutatások megerősítik, hogy az időjárás az emberi szervezetre jelentős hatással van. Számos kutatás bizonyította az időjárás összefüggéseit a szív és az agy keringési betegségeivel, a traumák, koraszülések kialakulásával. Az epilepsziás rohamok kiszámíthatatlanul, váratlanul jelentkeznek. A betegek által jelzett egyik leggyakoribb rohamprovokáló tényező a meteorológiai frontok jelenléte. A szakirodalom kevés figyelmet szentelt az epilepsziás betegek görcshajlama és az időjárás összefüggéseinek kérdésére. Ezért célunk volt, hogy bizonyítsuk a meteorológiai tényezők hatását a görcskészésre. Munkánkban kivizsgált, gondozott epilepszia-betegek rohamadatait vetettük össze a Kárpát-medencében érvényes 13 Péczy-le makroszintoptikus időjárási típussal. A roham-adatok a Vas Megyei Markusovszky Kórházból és Szegedi Tudományegyetem Gyermekgyógyászati Klinikájáról származtak, a 2004 és 2007 közötti időszakból. A 4 évben összesen 1611 epilepsziás rohamot vizsgáltunk meg. A feldolgozáskor a napi makroszintoptikus típusokat az epilepsziás rohamok számával vetettük egybe. A típusok napjain történt epilepsziás rohamok számának és az adatszámának a hányadosa adta az adott típushoz tartozó rohamok napi átlagát. A négy évben a napi roham átlaga 1,1 volt. A kapott eredmények szerint az anticiklonális típusok közül 5 esetben volt az átlagnál alacsonyabb, 2 típusnál magasabb érték. E két utóbbi típus hozott szignifikáns különbséget. Ezek a „An” – anticiklon a Kárpát-medencétől északra és „A” – anticiklon a Kárpát-medence fölött. A ciklonális helyzetekben megoszlottak az eredmények, 3-3 esetben találtunk az átlagnál alacsonyabb, illetve magasabb értékeket. Eredményeink további vizsgálatok után hasznosíthatók lehetnek az epilepsziás betegeknek nyújtott tanácsadás során.

Abstract. The medical meteorology researches confirm that the weather has a considerable effect on the human organization. Number of research proved the connection of weather with the cardiovascular disease of the heart and the brain or with the development of prematurity. The epileptic attacks unpredictably, they present themselves unexpectedly. The main reason of the epileptic attack is weather front according to the patients. Only few papers could be found in the literature about the connection of epileptic attacks and weather. Our goal was proving the influence of meteorological conditions on the occurrence of epileptic attacks. The data of epileptic patients were compared with in Carpathian Basin valid 13 Péczy-type macro-synoptic situations. The data base originated from Markusovszky Hospital of Vas County and from Paediatrician Clinic of Szeged University originated, for the period of 2004 and 2007. We examined altogether 1611 epileptic attacks in the 4 years. Processing the daily macro-synoptic types we compared it with the number of the epileptic attacks. Happened on the days of the types his quotient provided the daily average of the attacks belonging to the given type to the number of epileptic attacks and the data number. The average of the daily attack was 1.1 in the examined four years. According to the results the number of anti-cyclonic types was in 5 cases below and in case 2 types above the average. These two latter types brought a significant difference: An – anticyclone from Carpathian Basin to the north and A – anticyclone above Carpathian Basin (daily averages: 1.22 and 1.27). In case of cyclonic types we have found 3 lower and 3 higher than average values. The results will be exploitable for the epileptic patients in the course of counsel after additional examination and evaluation.

Bevezetés és irodalmi áttekintés. Az agyi keringési zavarok (stroke) után a második legnagyobb neurológiai betegségszámot az epilepszia, ezért célunk volt, hogy bizonyítsuk a meteorológiai tényezők hatását a görcskészésre. Az epilepszia nem egységes betegség, kórereditet, tüneteit, kezelhetőségét, prognózisát illetően számos formája létezik. Kialakulásuk hátterében lehet genetikailag meghatározott ok vagy szerzett idegrendszeri betegség (Kóbor, 2006a, 2006b és 2006c). Közös vonásuk, hogy az idegrendszer normál működését biztosító izgalmi és gátló folyamatok egyensúlya megbomlik és kóros izgalmi irányba tolódik el, ami az érintett agyterülettől függően változatos epilepsziás rohamtüneteket eredmé-

nyez. A rohamok legtöbbször kiszámíthatatlanul, váratlanul jelentkeznek, egyes betegek azonban különböző kiváltó tényezőről számolnak be (Rajna et al., 1997). Az egyik leggyakrabban említett rohamprovokáló tényező a meteorológiai frontok jelenléte. A szakirodalom kevés figyelmet szentelt az epilepsziás betegek görcshajlama és az időjárás összefüggéseinek kérdésének. Spatt et al. (1998) a betegek körében végzett kérdőíves felmérés alapján megállapítja, hogy megfigyeléseik szerint az epilepsziás roham kiváltó okai között az időjárás változása jelentős szerepet kap (30%). Doherty et al. (2007 és 2009) a légköri nyomás és a rohamok gyakorisága között talált összefüggést. Rüegg et al. (2008) szerint a hőmér-

séklet és a relatív páratartalom magas értékei esetében növekedett az epilepsziás rohamok előfordulása. *Puskás és Kóbor* (2009) szerint a frontmentes napokon előforduló epilepsziás rohamok gyakoriságához képest minden fronttípus esetében legalább 95%-os szintű szignifikáns különbség fordul elő. *Baxendale* (2009) a fényviszonyok és a roham gyakoriságot kutatva azt állapította meg, hogy a napfénytelen időszakokban szignifikánsan magasabb volt a roham jelentkezése. Feltehető, hogy itt nemcsak a fényviszonyok, hanem egyéb meteorológiai összetevők is befolyásolták a rohamkészséget. *Bell et al.* (2010) a SUDEP (sudden unexpected death in epilepsy), az epilepsziában előforduló hirtelen halál és a szezonális összefüggéseit kutatták. Nem találtak szignifikáns összefüggést a szezonális, holdciklusok, hónapok és a SUDEP között. *Motta et al.* (2011) vizsgálatai megerősítik, hogy tavasszal, ősszel és télen – amikor gyakoriak az instabil időjárási körülmények – az epilepsziában szenvedő betegek számának nagyjából felénél a roham gyakorisága növekszik, de ezzel ellentétben nyáron csak 7% ugyanez az érték.

Anyag és módszerek. Betegek. Jelen vizsgálatban az epilepsziás rohamokkal járó napok és az adott napokhoz tartozó időjárási helyzetek közötti kapcsolatot vizsgáltuk

1. táblázat: A Péczy-féle makroszinoptikus típusok

típus	típus neve	típus jele
1.	ciklon hátoldali áramlásrendszere	mCc
2.	anticiklon a Brit-szigetek térségében	AB
3.	mediterrán ciklon hátoldali áramlásrendszere	CMc
4.	ciklon előoldali áramlásrendszere	mCw
5.	anticiklon a Kárpát-medencétől keletre	Ae
6.	mediterrán ciklon előoldali áramlásrendszere	CMw
7.	zonális ciklon	zC
8.	nyugatról benyúló anticiklon	Aw
9.	anticiklon a Kárpát-medencétől délre	As
10.	anticiklon a Kárpát-medencétől északra	An
11.	anticiklon Fennoskandinávia térségében	AF
12.	anticiklon a Kárpát-medence fölött	A
13.	cikloncentrum a Kárpát-medence fölött	C

a 2004 és 2007 közötti időszakban. A vizsgálatba a roham napját megbízható módon feljegyző felnőtt és gyermek epilepsziás betegeket vontunk be. A számos epilepszia betegség és epilepsziás roham típus között nem tettünk különbséget, illetve nem tettünk különbséget az egyes napszakok között sem. A felnőtt betegek kivizsgálása és gondozása a Vas Megyei Markusovszky Kórházban történt, a gyermek betegek pedig a Szegedi Tudományegyetem Gyermekgyógyászati Klinikáján.

Fronttípezálás. A rohammal járó napokat a Kárpát-medencében érvényes 13 Péczy-féle makroszinoptikus időjárási típussal (1. táblázat) vetettük össze. A Péczy-féle makroszinoptikus időjárási helyzetek, a Kárpát-

medence egész területére értelmezett, egyidejűleg fennálló, komplex időjárási állapotokat fejezik ki. A makroszinoptikus típezálást Péczy (1957 és 1983) dolgozta ki. A felszíni bárkus mező alapján meghatározott, naponkénti makroszinoptikus időjárási helyzetet 13 típusba sorolta (Péczy, 1961). A típezálást 1983 óta Károssy folytatja és publikálja a napi kódszámokat (Károssy, 2001, 2008). A 13 Péczy-féle időjárási helyzetet **anticiklonális**, valamint a **ciklonális** típusok szerint lehet csoportosítani.

Módszer. A feldolgozáskor a napi makroszinoptikus típusokhoz az azon a napon regisztrált epilepsziás rohamok számát társítottuk. A szignifikancia szinteket az egyes helyzetekhez tartozó rohamok napi átlaga és a teljes vizsgált időszak valamennyi rohammal járó napjára vonatkoztatott napi roham átlag között számítottuk, t-próbával.

Eredmények és megvitatás. Eredményeinket a 2. táblázat tartalmazza.

A 4 évben a betegek összesen 1611 epilepsziás rohamát vizsgáltuk meg. A négy évben a napi roham átlaga 1,1 volt. A kapott eredmények szerint az anticiklonális típusok (2., 5., 8., 9., 10., 11. és 12.) közül 5 esetben volt az átlagnál alacsonyabb (2., 5., 8., 9. és 11. típus), 2 típusnál

2. táblázat: Az epilepsziás rohamok átlaga a Péczy-féle makroszinoptikus típusok szerint

Péczy-típus	roham száma	típus előfordulása	roham napi átlaga	szignifikancia szint
1.	258	250	1,03	
2.	146	135	1,08	
3.	18	20	0,90	
4.	88	76	1,16	
5.	148	141	1,05	
6.	132	114	1,16	
7.	38	33	1,15	
8.	174	173	1,00	
9.	92	86	1,07	
10.	170	139	1,22	95 %
11.	70	68	1,03	
12.	225	177	1,27	95 %
13.	52	49	1,06	

volt magasabb érték (10. és 12. típus, napi átlagok 1,22 illetve 1,27). E két utóbbi típus hozott szignifikáns különbséget: 10. „An” – anticiklon a Kárpát-medencétől északra és 12. „A” – anticiklon a Kárpát-medence fölött. A ciklonális helyzetekben (1., 3., 4., 6., 7., 13.) egyenletesebben oszlottak meg az eredmények, 3-3 esetben találtunk az átlagnál alacsonyabb (1., 3. és 13. típus), illetve magasabb (4., 6. és 7. típus) értékeket.

Vizsgálatainkban a 13 Péczy-féle makroszinoptikus időjárási típusból 2 időjárási típus, a 10. „An” és a 12. „A” anticiklon típusok mutattak szignifikáns kapcsolatot az epilepsziás rohamok jelentkezésével. Ez azért figye-

lemre méltó, mert az anticiklon – a leszálló légáramlat következtében – kiegyensúlyozott, inkább stabil időjárással jár, jellemző rá a felmelegedés. A változékony időjárás inkább a ciklonokra jellemző. Vizsgálataink alapján nem mondható meg, hogy az epilepsziás rohamok kialakulásában a két makroszinoptikus időjárás típus mely összetevője játszik szerepet, de feltételezzük, hogy az anticiklonális helyzetekkel bekövetkező hőmérséklet-növekedésnek is szerepe lehet. Vizsgálataink mindennapi jelentősége, hogy az optimális gyógyszerbeállítás ellenére rohamozó epilepsziás betegek a meteorológiai előrejelzések alapján felkészülhetnek a rohamprovokáló időjárási helyzetekre. Ennek tudatában a betegeknek lehetőségük van, hogy ilyenkor különösen kerüljék a fizikai sérülésekre fokozottan veszélyes tevékenységeket, vagy azokat a helyzeteket, melyekben egy esetleges roham hozzájárulhat a sajnos még mindig jelentős szociális stigmatizációhoz. Az egyénre szabott tanácsadáshoz fontos azonban annak ismerete, hogy egy adott epilepsziás beteg esetén a különböző időjárási típusok közül melyik jelent fokozott kockázatot a roham jelentkezésére. Ehhez az szükséges, hogy ahogy *Bártfay et al.* (1994) javasolja, egyénileg – személy szerint – értékeljék az időjárás változása és a rohamok kialakulása közötti összefüggést. További vizsgálatok tárgya lehet az is, hogy a megnövekedett napi átlagot mutató típus előtti és az azt követő napokon milyen makroszinoptikus helyzet fordul elő, és ezek hogyan befolyásolják az epilepsziás betegeket érintő rohamok előfordulását.

Irodalom

- Baxendale, S., 2009: Seeing the light? Seizures and sunlight. *Epilepsy Res.* 84, 72-76
- Bártfay R., Bártfai E., Csibri É. és Rajna P., 1994: Kísérlet az epilepsziás rohamok és a komplex időjárás-változások közti összefüggés kimutatására (elővizsgálat). *Ideggyógyászati Szemle* 47, 418-424
- Bell, G. S., Peacock, J. L. and Sander, J. W., 2010: Seasonality as a risk factor for sudden unexpected death in epilepsy: A study in a large cohort. *Epilepsia* 51, 773-776
- Doherty, M.J., Youn, C.E., Gwinn, R.P. and Haltiner, A.M., 2007: Atmospheric Pressure and Seizure Frequency in the Epilepsy Unit: Preliminary Observations. *Epilepsia*, 48, 1764-1767
- Doherty, M. J., Wonsuk, K., Youn, C. E., Haltiner, A. M. Oakley, J. C., Drane, D. L. and Miller, J. W., 2009: Do atmospheric pressure changes influence seizure occurrence in the epilepsy monitoring unit? *Epilepsy & Behavior* 16, 80-81
- Károssy Cs., 2001: Characterisation and catalogue of the Péczy's macrosynoptic weather types (1996-2000). In: Nowinszky, L. (ed.), 2001: Light trapping of insects influenced by abiotic factors. Part II. *Savaria Univ. Press*, 75-86
- Károssy Cs., 2008: Szóbeli közlés.
- Kóbor J., 2006a: Gyermekkori epilepszia: Tünettan, etiológia, szindrómák. *Neurológia* 5, 37-41.
- Kóbor J., 2006b: Gyermekkori epilepszia II: Diagnosztika, differenciáldiagnosztika. *Neurológia* 5, 264-267.
- Kóbor J., 2006c: Gyermekkori epilepszia III: Kezelés, prognózis, gondozás. *Neurológia*, 5, 335-340.
- Motta, E., Gołba, A., Bal, A., Kazibutowska, Z., and Strzala-Orzeł, M., 2011: Seizure frequency and bioelectric brain activity in epileptic patients in stable and unstable atmospheric pressure and temperature in different seasons of the year – a preliminary report. *Neurologia i Neurochirurgia Polska* 45, 561-566
- Péczy, Gy., 1957: Grosswetterlagen in Ungarn. (Macrosynoptic types for Hungary). *Kleinere Veröff. Zentralanst. Meteorol.* Budapest, pp. 86.
- Péczy, Gy., 1961: Characterizing the meteorological macrosynoptic situations in Hungary (in Hungarian). *Az Országos Meteorológiai Intézet Kisebb Kiadványai.* Budapest, pp 32
- Péczy, Gy., 1983: Catalogue of macrosynoptic situations of Hungary in years 1881-1983 (in Hungarian). *Az Országos Meteorológiai Szolgálat Kisebb Kiadványai*, pp 53
- Puskás J., és Kóbor J., 2009: A Puskás-féle időjárási front típusok kapcsolata az epilepsziás rohamok gyakoriságával. VIII. Természet-, Műszaki- és Gazdaságtudományok Alkalmazása Nemzetközi Konferencia, Szombathely, pp. 35
- Rajna, P., Clemens, B., Csibri, E., Dobos, E., Geregely, A., Gottschal, M., György, I., Horváth, Á., Horváth, F., Mezöfi, L., Velkey, I., Veres, J., and Wagner, E., 1997: Hungarian multicentre epidemiologic study of the warning and initial symptoms (prodrome, aura) of epileptic seizures. *European Journal of Epilepsy* 6, 361-368
- Rüegg, S., Hunziker, P., Marsch, S., and Schindler, C., 2008: Association of environmental factors with the onset of status epilepticus. *Epilepsy & Behavior* 12, 66-73
- Spat, J., Langbauer G., and Mamoli, B., 1998: Subjective perception of seizure precipitants: results of a questionnaire study. *Seizure* 7, 391-395

AZ IDŐJÁRÁS HATÁSA A MAGYARORSZÁGI KÖZLEKEDÉSI BALESETEK ELŐFORDULÁSÁRA

THE EFFECTS OF THE WEATHER ON THE HUNGARIAN ROAD ACCIDENTS OCCURRENCE

Gyarmati Renáta¹, Puskás János², Nagy Éva³

¹Debreceni Egyetem Meteorológiai Tanszék, Debrecen, gyarmatireni@gmail.com

²Nyugat-magyarországi Egyetem Földrajz és Környezettudományi Intézet, Szombathely,

³Geomed Kft. Háziorvosi Szolgálat, Szombathely

Összefoglaló: Az időjárás változás és a közlekedési baleseti adatok közti összefüggésekről számos külföldi tanulmány készült már, a hazai szakirodalomban azonban jóval kisebb mértékben találkozhatunk ennek a témának a feldolgozásával. A téma aktualitását igazolja, hogy a közlekedésben résztvevők száma évről évre növekszik; vezetőként, utasként részt veszünk a személyszállításban és a tömegközlekedésben, illetve gyalogosként, kerékpárosként is részesei vagyunk a közösségi közlekedésnek. Öröndetes tény, hogy az utóbbi időben egyre nagyobb hangsúlyt kapnak az orvometeorológiai előrejelzések, melyek baleset-megelőzési szempontból is nagyon fontosak, hiszen az időjárás jelentős megváltozására a közlekedésben résztvevők szervezete különbözőképpen reagál. Tanulmányunkban a Központi Statisztikai Hivatalnál nyilvánított 2002-2010 közötti halálos, súlyos és könnyű sérüléssel járó országos közlekedési baleseti adatokat vizsgáltuk a komplex időjárási jellemzőket tartalmazó Péczy-féle makroszintoptikus időjárási típusokkal összefüggésben, szignifikáns kapcsolatot keresve közöttük. A halálos balesetek számát tekintve 4 makroszintoptikus helyzetben (1, 3, 7, 10), a súlyos baleseteknél szintén 4 kategóriában (1, 2, 6, 12), a könnyű sérüléssel járó közlekedési adatokat tekintve 7 nagytérési időjárási helyzetben (1, 2, 4, 5, 6, 8, 12) kaptunk szignifikáns összefüggést a Péczy-féle típusok és a balesetek száma között.

Abstract. A number of studies have already been published abroad on the connection between the changes of weather and road accident data, however, the domestic scientific literature is not concerned with this topic so much. The topicality of this issue is proved by the growing number of road users year by year; we participate in public or passenger transport as drivers or passengers and we take part as pedestrians or cyclists in collective transport. It is pleasing to know that recently more and more emphasis has been placed on medical-meteorological forecasts, which are very significant concerning the prevention of accidents. Since, people who are participating in traffic react differently on significant changes of the weather. The aim of the research was to look for a correlation between the numbers of traffic accident data from 2002 to 2010 (fatal traffic accidents, severe and light injuries) and macrosynoptic weather types of Péczy which contains complex weather parameters. These data were provided by the Hungarian Central Statistical Office (KSH). We found significant correlations between the Péczy's macrosynoptic weather types and the numbers of traffic accidents as follows: category fatal traffic accident was significant in type 1, 3, 7, 10 severe injuries were significant in type 1, 2, 6, 12 and light injuries were significant in type 1, 2, 4, 5, 6, 8, 12.

Bevezetés és irodalmi áttekintés. Különösen azoknak a meteorológiai eseményeknek van egészségügyi szempontból fokozott hatása, amelyek hirtelen, jelentős mértékben megváltoztatják egy-egy terület éppen akkor meglévő, aktuális időjárási helyzetét. Az időjárás egyik napról a másikra történő jelentős változása vagy az egy napon belüli többször előforduló ingadozása még az „egészséges” emberek számára is megerőltető, megbolygatja a szervezet normális működését, állandó alkalmazkodást kívánnak hőszabályozó rendszerünkől és igénybe veszik szívünket és keringési rendszerünket. Tanulmányok igazolják, hogy a hőmérséklet és a légnyomás megváltozása befolyásolja a fizikai és pszichés állapotunkat, hatásuk lehet a vérnyomás és vércukorszint ingadozására, fejfájások gyakoriságára, a koncentrációs képesség romlását idézheti elő, idegesség, alvási zavarok, kimerültség, feledékenység, levertség, depresszió, szív- és keringési zavarok, szédülés és légzési problémákat okozhat. Mindezek jelentős hatással lehetnek a teljesítményeinkre és a közlekedésben tanúsított magatartásunkra is, számos balesetveszélyes helyzetet teremtve ezáltal. Egy tanulmányban, mely Riyadh város 1989-1993 közötti időszakra vonatkozó közúti közlekedési baleseti adatait dolgozta fel az uralkodó időjárási feltéte-

lek és a látási viszonyok figyelembevételével, *Nofal és Saeed*, 1997 arra a következtetésre jutottak, hogy a hosszú, meleg időszak veszélyezteti a gépjárművek vezetőinek egészségét és biztonságát. A magas hőmérséklet hőstresszt okozott, a csökkenő mentális és fizikális képesség, az erős napfény miatt a látás csökkenése a balesetek számának jelentős növekedését eredményezte. *Andreescu és Frost* (1998) Montrealban a gépjárművek baleseteit vizsgálták az eső, az átlaghőmérséklet és a hó függvényében. Mindhárom tényező szignifikáns összefüggést mutatott a balesetekkel. A tokiói Metropolitan Expressway (MEX) közlekedési adatait *Chung et al.* (2005) olyan megközelítésben dolgozták fel, hogy az eső az utazási szokásokat milyen mértékben befolyásolja, illetve hogy a baleseti rátában szignifikáns különbség tapasztalható-e csapadékos és csapadékmentes napokon. Eredményeik szerint az esőnek anyagi szempontból is nagyon jelentős hatást kell tulajdonítani, hiszen különösen hétvégén az eső jelentős forgalomkiesést okoz; a meteorológiai előrejelzéseket figyelve a lakosság törli a hétvégére tervezett szabadidő programját, ha csapadékos idő várható. *Sari et al.* (2009) a törökországi Denizliben az emberi és környezeti tényezőket figyelembe véve keresték a közlekedési balesetek okait. A rendőrségi baleset-

ti statisztikai adatok felhasználása mellett figyelembe vették a balesetekben résztvevők korát, nemét, iskolai végzettségét, a baleset pontos idejét, helyszínét, külön figyelve az úttípusokra, a járműtípusokra és az időjárási körülményekre.

1. táblázat: A Péczei makroszinoptikus típusok

típus	típus neve	típus jele
1.	ciklon hátoldali áramlásrendszere	mCc
2.	anticiklon a Brit-szigetek térségében	AB
3.	mediterrán ciklon hátoldali áramlásrendszere	CMc
4.	ciklon előoldali áramlásrendszere	mCw
5.	anticiklon a Kárpát-medencétől keletre	Ae
6.	mediterrán ciklon előoldali áramlásrendszere	CMw
7.	zonális ciklon	zC
8.	nyugatról benyúló anticiklon	Aw
9.	anticiklon a Kárpát-medencétől délre	As
10.	anticiklon a Kárpát-medencétől északra	An
11.	anticiklon Fennoskandinávia térségében	AF
12.	anticiklon a Kárpát-medence fölött	A
13.	cikloncentrum a Kárpát-medence fölött	C

Jelmagyarázat: **ciklonális** és **anticiklonális** makroszinoptikus típusok

3. táblázat: Súlyos sérüléssel járó közlekedési balesetek átlaga a Péczei-féle makroszinoptikus típusok szerint

típus	baleset száma	típus előfordulása	baleseti átlag	szignifikancia szint
1.	9926	535	18,55	99%
2.	4491	265	16,95	95%
3.	757	39	19,41	
4.	2932	172	17,05	
5.	6527	376	17,36	
6.	3668	233	15,74	99%
7.	1036	60	17,27	
8.	7490	407	18,40	
9.	3224	184	17,52	
10.	5851	325	18,00	
11.	3631	209	17,37	
12.	6750	351	19,23	99%
13.	2369	131	18,08	

Összetett vizsgálatukban arra a következtetésre jutottak, hogy az életkor meghatározó tényező a baleseteknél. Legtöbb balesetet a 30-39 év közötti kategóriába eső, alacsony iskolai végzettséggel rendelkező férfi sofőrök okozták.

Hazai tanulmányokban Fülöp (2008) és Horváth (1963) eredményei megerősítik, hogy az időjárási frontok megjelenése jelentősen befolyásolja a balesetek bekövetkezését. Puskás et al. (2012) szerint azokon a napokon történt

szignifikáns eltérés a balesetek számában az átlagos értékhez viszonyítva, amikor markáns időjárási változás figyelhető meg. Az említett irodalmak alapján az feltételezhető, hogy az aktuális időjárás ténylegesen meghatározó tényezőként szerepet játszhat a közlekedési baleset-

2. táblázat: Halálos közlekedési balesetek átlaga a Péczei-féle makroszinoptikus típusok szerint

típus	baleset száma	típus előfordulása	baleseti átlag	szignifikancia szint
1.	1595	535	2,98	95%
2.	726	265	2,74	
3.	143	39	3,67	99%
4.	458	172	2,66	
5.	997	376	2,65	
6.	662	233	2,84	
7.	207	60	3,45	95%
8.	1190	407	2,92	
9.	486	184	2,64	
10.	843	325	2,59	95%
11.	584	209	2,79	
12.	1031	351	2,94	
13.	354	131	2,70	

4. táblázat: Könnyű sérüléssel járó közlekedési balesetek átlaga a Péczei-féle makroszinoptikus típusok szerint

típus	baleset száma	típus előfordulása	baleseti átlag	szignifikancia szint
1.	18382	535	34,36	99%
2.	8351	265	31,51	95%
3.	1285	39	32,95	
4.	5380	172	31,28	95%
5.	11949	376	31,78	95%
6.	7365	233	31,61	95%
7.	1938	60	32,30	
8.	13913	407	34,18	99%
9.	5975	184	32,47	
10.	10547	325	32,45	
11.	6883	209	32,93	
12.	12061	351	34,36	99%
13.	4396	131	33,56	

tek előfordulásában. Öröndetes tény, hogy az utóbbi időben egyre nagyobb figyelmet kapnak az orvosmeteorológiai előrejelzések, figyelembevételük balesetmegelőzési szempontból is nagyon jelentős.

Anyag és módszer. A Kárpát-medence egész területére értelmezett időjárási helyzeteket Péczei (1957) 13 típusba sorolta (1. táblázat). A felszíni bárikus mező alapján meghatározott, naponkénti makroszinoptikus időjárási helyzetetek tipizálását 1983 óta Károssy folytatja és

publikálja a kódszámokat (Károssy, 2011). A Központi Statisztikai Hivatal adatai alapján a vizsgált 3287 napon összesen 176353 közúti közlekedési baleset történt, melyek megoszlása a következőképpen alakult: halálos balesetek száma 9276; súlyos sérüléssel járó balesetek száma 58652; könnyű sérüléssel járó balesetek száma 108425 volt. A feldolgozás során a napi időjárási típusokat a közlekedési balesetek négy kategóriába (halálos, súlyos, könnyű sérüléssel járó, összes baleset) sorolt értékeivel vetettük össze úgy, hogy típusonként összesítettük azokat, majd átlagoltuk. A szignifikancia vizsgálatot a t-teszt segítségével végeztük.

5. táblázat: 2002-2010 összes közlekedési balesetének átlaga a Péczy-féle makroszinoptikus típusok szerint

Péczy-típus	baleset száma	típus előfordulása	baleseti átlag	szignifikancia szint
1.	29903	535	55,89	99%
2.	13568	265	51,20	99%
3.	2185	39	56,03	
4.	8770	172	50,99	95%
5.	19473	376	51,79	99%
6.	11695	233	50,19	99%
7.	3181	60	53,02	
8.	22593	407	55,51	99%
9.	9685	184	52,64	
10.	17241	325	53,05	
11.	11098	209	53,10	
12.	19842	351	56,53	99%
13.	7119	131	54,34	

Eredmények. A halálos, súlyos és könnyű sérüléssel járó közlekedési balesetek, valamint az összes baleset átlagai és a makroszinoptikus helyzetek közötti szignifikancia-szintet táblázatokban foglaljuk össze (2-5. táblázat). A kapott eredmények alapján azt mondhatjuk, hogy a halálos balesetek számát tekintve 4 makroszinoptikus helyzetben (1, 3, 7, 10), a súlyos balesetknél szintén 4 kategóriában (1, 2, 6, 12), a könnyű sérüléssel járó közlekedési adatokat tekintve 7 nagytér-ségi időjárási helyzetben (1, 2, 4, 5, 6, 8, 12), az úgynevezett összes közlekedési baleset kategóriában 7 nagytér-ségi helyzetben (1, 2, 4, 5, 6, 8, 12) kaptunk szignifikáns összefüggést a Péczy-féle típusok és a balesetek száma között. Összességében tehát 22 szignifikáns kapcsolatot találtunk, amelyből 11 ciklonális, 11 anticiklonális helyzetet jelent, azonban a halálos balesetknél kapott szignifikáns kapcsolatoknál megállapítható, hogy a ciklonális helyzetek dominálnak (1, 3, 7). Az 1-es kódszámmal jelölt mCs (ciklon hátoldali áramlásrendszere) makroszinoptikus helyzet mind a négy baleseti besorolási kategóriában szignifikáns értéket mutat. Erre a nagytér-

ségi időjárási helyzetre különösen jellemző, hogy a napi hőingás aperiodikus, illetve, hogy csapadékos időjárást eredményez: télen gyakran hózáporokat, tavasszal és nyáron zivatarokat okoz. A 9 év alatt bekövetkezett összes közlekedési baleset 16,96%-a ebben az időjárási helyzetben következett be. A baleseti adatok azt tükrözik, hogy a hőmérsékletben bekövetkezett jelentős ingadozás, a légnyomás megváltozása és a levegő nedvességtartalmának megnövekedése jelentős többletterhet róhatnak szervezetünkre. Két zonális anticiklonális helyzetnél, a 9-es kódszámmal jelölt As (anticiklon Magyarországtól délre) és a 11-es kódszámmal jelölt AF (anticiklon Skandinávia térségében) helyzeteknél nem találtunk szignifikáns kapcsolatot a balesetek száma és az említett makroszinoptikus helyzetek között.

Következtetések. A közlekedésben résztvevők biztonságát az aktuális időjárási helyzet és a korábbi időjárási viszonyok hirtelen, nagymértékű megváltozása (például jelentős hőmérsékletingadozás, fagyos útviszonyok, nagy mennyiségű csapadék stb.) befolyásolhatja, azonban számos más emberi (kor, nem, iskolai végzettség) és egyéb (például az autók műszaki állapota, közlekedésben résztvevők magatartása, közlekedési szabályok betartása) tényező is hatással lehet a baleseti statisztikára. Ezeknek a tényezőknek a vizsgálata és a baleseti adatok elemzése prevenciók illetve a közösségi közlekedés biztonságosabbá tétele szempontjából fontos.

Irodalom

- Andreescu, M.-P. and Frost D. B. 1998: Weather and traffic accidents in Montreal, Canada. *Climate Research* 9, 225-230
- Chung, E., Ohtani, O., Warita, H., Kuwahara, M. and Morita, H., 2005: Effect of Rain on Travel Demand and Traffic Accidents. *Proceedings of the 8th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems* Vienna, Austria, 1080-1083.
- Fülöp, A., 2008: Valóban növeli a fronthatás a balesetek számát? In: Mesterházy B. (ed.) 7th International Conf. on Application of Natural-, Technological- and Economic Sciences, Szombathely, CD-ROM, ISBN 963 9290 69 6, 1-8.
- Horváth L. G., 1963: A meteoropszichológiai tényezők szerepe az ipari, vasúti és az autóközlekedési balesetekben. *Akadémiai Kiadó*, Budapest, pp. 281
- Károssy Cs., 2011: Szóbeli közlés
- Nofal, F. H. and Saeed, A. A. W., 1997: Seasonal variation and weather effects on road traffic accidents in Riyadh City. *Public Health* 111, 51-55
- Péczy, Gy., 1957: Grosswetterlagen in Ungarn. (Macrosynoptic types for Hungary). *Kleinere Veröff. Zentralanst. Meteorol.* Budapest, pp. 86
- Puskás J., Lórántfy M. és Nagy É., 2012: Az időjárás összefüggése a közlekedési balesetekkel. VIII. Kárpát-medencei Környezettudományi Konferencia, Veszprém, 337-339
- Sari, M., Mutlu, Ö. and Zeytinodlu, A., 2009: Effects of Human and External Factors on Traffic Accidents. *Buletinul Universităţii Petrol – Gaze din Ploieşti* 61, 9-17

ORVOSMETEOROLÓGIAI ÉS HUMÁNMETEOROLÓGIAI KUTATÁSOK: A METEO KLINIKA PROJEKT MEDICAL AND HUMAN METEOROLOGICAL RESEARCHES: THE METEO CLINIC PROJECT

Pintér Ferenc

Meteo Klinika Kft., Budapest, Czuczor G. u. 2, H-1183, ferenc.pinter@icicom.hu

Összefoglalás: A légkör-környezet emberi szervezetre gyakorolt hatása igen sokrétű. Ennek különböző aspektusait vizsgálják az orvos-meteorológia és az új szolgáltatás: a humán-meteorológia® területén végzett kutatások. Az elmúlt 5 évben több, a témakörbe eső, EU támogatású K+F programot hajtott végre az ICI Interaktív Kommunikációs Zrt. A „Meteo Klinika” és a „Környezeti Monitoring” program 2011-ben a XIX. Innovációs Nagydíj Pályázat Kiemelt Elismerésében részesült. Előadásunkban ismertetjük a kutatás-fejlesztési projektek főbb céljait és eredményeit.

Abstract: The atmospheric environment has a complex impact on human body. The medical meteorology and the new concept: the human meteorology investigates the different aspects of that. In the last 5 years several EU supported research program have been successfully performed at ICI Interaktív Plc. The “Meteo Clinic” and the “Environmental Monitoring” program received the Special Recognition of the XIX. Hungarian Innovation Prize. The paper describes the main goals and results of these projects.

Előzmények. Az ókori orvosok óta tudományosan ismert az időjárásnak és a klímának az emberi szervezetre gyakorolt markáns hatása. Már Hippokratész is felismerte, hogy egyes panaszok bizonyos időjárási helyzetekhez kapcsolódóan jelentkeznek erősebben. A múlt század második felében több kutatás is folyt az egészségügyi hatások feltárására, és ezzel kialakult az orvos-meteorológia tudománya. Elég itt Kérdő István a Medicina Kis-könyvtára sorozatban több mint 50 éve megjelent könyvére (*Kérdő*, 1961) vagy Örményi Imre és Zimmermann István kutatásaira (*Zimmermann*, 1999) utalni. A korábbi eredményeket jól összegző könyv került kiadásra 2008-ban az OMSZ koordinálásában és szerkesztésében Emberpróbáló időjárás – Orvosmeteorológiáról mindenkinek (*Bozó*, 2008) címmel.

Új szemlélet. Az ICI Interaktív Zrt „magánmeteorológiai” szolgáltatásként 1995-től kezdett foglalkozni az emberi szervezetre gyakorolt hatások vizsgálatával. 1999-ben védjük le a HUMÁNMETEOROLÓGIA védjegyet a 42-es osztályra, mindekelőtt időjárás-előrejelző és egészségügyi szolgáltatásokra és tanácsadásra. A humánmeteorológiai diszciplína azt a megközelítést kutatja, ill. azokat a megoldásokat fejleszti és szolgáltatja, melyek az embert behelyezik a komplex légkör-környezetbe, és elősegítik, hogy minél kevesebb konfliktussal, harmóniában élhessen a természettel. A humánmeteorológia ezért nem orvos-meteorológia, és nem is a meteorológia egyik részterülete, hanem egy új multidiszciplináris tudomány- és szolgáltatás-terület. Egyes kérdései ugyan a meteorológia és az orvostudomány területére esnek, de legalább ennyire hangsúlyosak a természetgyógyászat és a környezettudományok területei is. Cégünk több mint egy évtizedes kutató-fejlesztő munkájának köszönhetően a humánmeteorológia önálló entitássá fejlődött.

Kutatási programok. Kutatási tevékenységünk az elmúlt 5 évben vált igazán intenzívvé.

Az első lépés. A korábbi kutatások eredményei alapján 2008-ban nyújtottunk be először eredményes K+F európai uniós támogatású pályázatot az Új Magyarország Fejlesztési Terv keretében humánmeteorológiai kutatások végzésére és szolgáltató rendszer kifejlesztésére. A projekt több mint 70 millió forintos költségvetéssel és 2 éves futamidővel zajlott. A projekt során többek között nagyteljesítményű SUN modellező szervert és 30 automata állomásból álló országos mérőhálózatot telepítettünk. Ezzel lehetővé vált a légkör-környezet térben és időben nagyfelbontású monitorozása, az adatok percnként érkeznek az adatközpontba. Ezzel párhuzamosan nagyszámú egészségügyi adatot dolgoztunk fel. A statisztikai kutatási és személyes követéses programokban 100 ezret meghaladó ember több mint 1 millió adatát dolgoztuk fel. Ennek eredményeként egyedülálló kutatási adatbázist hoztunk létre és az összefüggések szé-

les spektrumát tártuk fel. Erre alapozva fejlesztettük ki a humánmeteorológiai szolgáltató modellünket. Az egészségügyi szolgáltatások és kutatások végzésére 2009-ben létrehoztuk a Meteo Klinikát, a média felé pedig műsorelem szolgáltatásokat indítottunk be, pl. Duna TV, MTVA műsorok, Origó portál.

A második lépés. A kifejlesztés alatt álló humánmeteorológiai rendszer többcélú operatív rendszerré fejlesztésére 2009-ben egy újabb, 44 millió forintos költségvetésű pályázatot is elindítottunk, melynek keretében kapacitásban megdupláztuk és üzembiztosabbá tettük az operatív szolgáltató rendszerünket. Az algoritmusokat és modelleket továbbfejlesztettük és alkalmassá tettük a diverzifikált humánmeteorológiai igények operatív kiszolgálására. A két sikeres kutatási program eredményeinek elismeréseként „Humánmeteorológiai szolgáltatási rendszer kifejlesztése az egészségmegőrzésért (Meteo Klinika program) és a környezettudatos életért (Környezeti Monitoring program)” című projektünket a XIX. Innovációs Nagydíj Pályázat 2011-ben „Kiemelt elismerésben” részesítette.

A harmadik lépés. Kutatás-fejlesztési tevékenységünk az Új Széchenyi Terv keretében is folytatódott. Két projektünk több mint 100 milliós költségvetéssel, 2 év alatt valósul meg. Az egyik az év elején zárult, a másik évközben fejeződik be. Ennek során elsősorban a műszerezés javítására, a pontosabb kivizsgálásra és a hatékonyabb terápiás megoldásokra tettük a hangsúlyt. A mérőhálózatunkat további 22 mérőállomással és újabb mérőeszközök beiktatásával tettük alkalmassá a nagyfelbontású monitoringra. Ezzel folyamatosan, országos viszonylatban követni tudjuk már a sugárzási, lélegektromos és vihar helyzetet is. A kifejlesztett műszereink használatával sokkal hatékonyabbá tettük a légkör-környezeti hatások mérését. Több mint 500 kísérleti személy intenzív vizsgálatát végeztük el 4 évszakra kiterjedő programok keretében. A kísérleti adatbázis már összeállt, jelenleg folyik a komplex humánmeteorológiai modell és a szolgáltatói interfészek installálása.

Összefoglalás. A sokéves kutatás-fejlesztési, ill. a folyamatosan végzett tájékoztatói és operatív szolgáltatói munka eredményeként létrejött és széles körben ismertté és elfogadottá vált a humánmeteorológia tudománya. A Meteo Klinika alkalmassá vált arra, hogy objektív kivizsgálási módszerekkel megállapítsa a páciensek időjárás-érzékenységét és ennek mi-
benlétét. A káros hatások megszüntetésére, enyhítésére vagy megelőzésére széleskörű terápiás módszerekkel és tanácsadással áll a hozzáférők rendelkezésére.

Irodalom

- Kérdő, I.*, 1961: Időjárás, éghajlat, egészség. *Medicina Könyvkiadó*, Budapest
Zimmermann, I., 1999: Ember és az időjárás. *Radó Kiadó*, Eger
Bozó, L., (szerk.), 2008: Emberpróbáló időjárás – Orvosmeteorológiáról mindenkinek. *Athenaeum 2000 Kiadó*, Budapest

A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG EGYKORI ELNÖKÉNEK, CHOLNOKY JENŐNEK (1870-1950) SZOBRÁT AVATTÁK FEL VESZPRÉMBEN

FORMER PRESIDENT OF HUNGARIAN METEOROLOGICAL SOCIETY JENŐ CHOLNOKY'S SCULPTURE WAS INAUGURATED IN VESZPRÉM (1870-1950)

Rybár Olivér

geográfus, földrajztanár, H-8200, Veszprém, Vécsey Károly u. 6/D, rybar.oliver@gmail.com

2014. június 14-én került sor Cholnoky Jenő geográfus szobrának felavatására szülővárosában, Veszprémben. Az avatónépszerűség nyitányaként a Cholnoky Mozgásművészeti Stúdió tagjai mutatták be műsorukat. Hatás Andrea színművésznő először *Porga Gyulának*, a Veszprém Megyei Jogú város polgármesterének adta meg a szót. Veszprém büszke a Cholnokyakra, akiknek emlékezete elevenen él a városban. A szobor felállítás komoly társadalmi összefogással vált lehetővé, civil kezdeményezésként indult, melyet a tudományos társadalom is lelkesen támogatott. A polgármester kiemelte: Balás Eszter Munkácsy-díjas szobrászművész alkotásának elhelyezése szimbolikus jelentőségű, hiszen a tudósról elnevezett iskola szomszédságában kapott helyet. Cholnoky Jenő földrajztudósként, tanárként, az MTA tagjaként írta be magát a hazai és nemzetközi tudomány történetébe. Köszönetet mondott Rybár Olivérnek a szoborállítás kezdeményezéséért, amit a tudomány és a civil társadalom is támogatott. Cholnoky szobra nagyszerűen példázza múlt és jelen, hagyományok és tudományok együttélését városunkban. Ahhoz, hogy Veszprémet a tudomány és művészetek városának nevezhessük, olyan kiemelkedő személyiségekre van szükségünk, mint amilyen Cholnoky is volt. *Siklódi Levente* önkormányzati képviselő hangsúlyozta: az összefogással létrejött szobor nem csupán emléket állít a nagyszerű tudósnak, de a jövő sikereinek is garanciáját jelenti. Ezt az összefogást példaértékűnek nevezte és köszönetet mondott Rybár Olivérnek, a szoborállítás kezdeményezőjének. *Kubassek János* geográfus, tudománytörténész az érdi Magyar Földrajzi Múzeum igazgatója beszédében Cholnoky Jenő munkásságáról szólva kifejtette, olyan tekintélyes életművet hagyott ránk, amelynek méltatása ilyen szűkös időkeretbe nem fér bele. Kiemelte, hogy a születésünk helyét és idejét nem mi döntjük el, de ahol a világra jövünk, az meghatározza az egész életünket, és ez igaz az 1870-ben született Cholnoky Jenőre is, aki ezer szállal kötődött Veszprémhez. A középiskolát itt és Pápán végezte, majd a Műegyetemen szerzett mérnökdiplomát. Veszprémben jelent meg Cholnoky első könyve, *A sárkányok országából* című, melyben, Kínában szerzett tapasztalatairól írt. 1905-ben a kolozsvári tudományegyetem tanszékvezetőjévé nevezték ki, ahol egészen 1919-ig, a románok bevonulásáig, tanított. 1912-ben amerikai körutat tett Teleki Pállal, az itt szerzett élményeit 1943-ban adták ki *Utazásom Amerikában* Teleki Pál gróffal címmel. Fő kutatási területei közé tartozott a Balaton, amit rajongva szeretett, és amelynek jegén Eötvös Loránddal éjszakákat töltött el, nem törődve a zord időjárással. Áldozatos munkájának köszönhetően a Balaton tudományos értelemben Európa legjobban feltárt tava lett. 1920-ban a MTA levelező tagjává választotta, majd a következő évben a Budapesti Tudományegyetem (ma ELTE) tanszékvezető tanára lett. 1940-ben vonult nyugállományba, de egészen nyolcvan évesen, 1950-ben bekövetkezett haláláig aktívan dolgozott otthonában. Cholnoky vállalta azt is, hogy népszerűsíti a természetjárást; a hazai turizmust, a hazai föld szép-

ségét propagálta annak ellenére is, hogy ő maga az egész világot bejárta. Több mint félszáz könyve és hatszáz tanulmánya jelent meg magyarul és más nyelveken. *Kubassek János* megköszönte a kezdeményezőnek segítségét és Balás Eszternek a munkáját, hogy Cholnoky portréját bronzba álmódta. *Rybár Olivér* geográfus a szoborállítás megvalósulásáról beszélt. Kiemelte: 2010-ben ünnepeltük Cholnoky Jenő születésének 140. és halálának 60. évfordulóját. Ekkor merült fel először a szoborállítás kezdeményezőjében, hogy méltóképpen kellene megemlékezni geográfus tudósunkról. Ötletét először a szombathelyi Karsztfejlődés konferencián vetette fel. A földrajzos társadalom és szakma egyhangúan támogatta az elképzelést: hogy a tudós – halála után 60 évvel – szülővárosában köztéri szobrot kapjon. A város vezetői is támogatták az ötletet. Csak 2011-ben került újra napirendre az emlékhely tervezete. Az év szeptemberében, Érden a Balázs Dénes Tudománytörténeti Konferencián ismét szóba került a szobor ügye, mely újfent üdvözlésre került, s *Kubassek* múzeumigazgató javaslatára a kezdeményező belefogott a gyakorlati megvalósításba. 2012 év elején már a Cholnoky Jenő Általános Iskola és Górné Fazekas Ágnes igazgatóasszony is bekapcsolódott a munkába. A Cholnoky terem avató, illetve januárban az Utas és Holdvilág Antikváriumban tartott irodalmi beszélgetés is hozzásegített a szobor ügyének felkarolásához. *Siklódi Levente* képviselő pedig, a városrész képviselőletében nyújtott hathatós segítséget. Létrejött a Cholnoky-szoborbizottság, mely a megvalósítás részleteiről döntött, illetve a különböző felmerülő feladatokat is koordinálta. A bizottság tagja volt *Kubassek János*, *Górné Fazekas Ágnes*, *Siklódi Levente*, *Gopcsa Katalin*, és *Rybár Olivér*. A szoborállítást kezdeményező geográfus reményét fejezte ki, hogy az alkotást magának fogja érezni a város és a magyar nemzet is. Saját példáját útmutatónak ajánlotta, minden fiatalnak és kevésbé fiatalnak, hogy merjenek nagyot álmodni, és a jó ügyekért tenni. Időt, energiát és munkát nem sajnálva dolgozni. Az ünnepséget a Cholnoky iskola diákjainak műsora zárta. A szobor felállítását több szervezet és személy is támogatta, a KIM és Navracsics Tibor miniszter, Veszprém Megyei Jogú Város Önkormányzata és *Porga Gyula* polgármester, *Siklódi Levente* önkormányzati képviselő. Támogatta a kezdeményezést az Erdélyi Kárpát Egyesület és az Építők Természetbarát Sportegyesület is. Balás Eszter szobrászművész alkotásának a felállításához közel 3 millió forintba került. Az ünnepségen jelen volt Cholnoky unokája, Cholnoky Tamás és dédunokája, Cholnoky Zsuzsa. A szakmai szervezetek képviselőitében jelen volt a Magyarhoni Földtani Társulat, a Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kara, és a Magyar Meteorológiai Társaság. Elsőként *Porga Gyula* polgármester és *Siklódi Levente* képviselő koszorúzta meg a szobrot a Város képviselőletében. Ezt követően *Górné Fazekas Ágnes* és az iskola egy tanulója az intézmény nevében, majd *Dunkel Zoltán* a Magyar Meteorológiai Társaság nevében koszorúzta meg a tudós szobrát.

A szoboravatáson készült képek a 73. és 85. oldalakon láthatók.

A KLÍMAVÁLTOZÁS HATÁSA A CANINE LEISHMANIASIS VEKTORAINAK ÉS AZOK NÖVÉNYI INDIKÁTORAINAK ELTERJEDÉSÉRE

THE POTENTIAL EFFECT OF CLIMATE CHANGE ON FUTURE OCCURRENCE OF THE VECTORS OF THE CANINE LEISHMANIASIS AND THE DISTRIBUTION OF THEIR PLANT INDICATORS

Trájer Attila János^{1,2}, Bede-Fazekas Ákos³

¹Országos Környezetegészségügyi Intézet, ²Semmelweis Egyetem, Budapest, atrajer@gmail.com

³Budapesti Corvinus Egyetem, Tájépítészeti Kar, Budapest, bfakos@gmail.com

Összefoglalás. A leishmaniasis a trópusi és meleg mérsékelt öv mintegy 98 országát érintő parazitás betegség, mely jelenleg terjedőben van. Terjesztői a Phlebotominae alcsaládba tartozó lepkeszúnyogok (*Phlebotomus*ok, syn. *Laroussius*) az Ó-, illetve *Lutzomya* fajok az Újvilágban. A leishmaniasis és vektorainak északi elterjedési határát térségünkben Magyarország jelenti, délnyugati megyéinkben, kutyákban már igazolták a fertőzés jelenlétét. A leishmaniasis terjesztő ízeltlábú lepkeszúnyog vektorok rendkívül érzékenyek a környezeti feltételekre, fennmaradásuk és szaporodásuk nedves, enyhe klímájú környezetben biztosított. Természetes viszonyok között az avar és az odvas fák jelentik az élőhelyet, emberi környezetben azonban az épülethibák (repedések, nedves zugok), személtelhelyezésre szolgáló tárgyak és vizes blokkok nyújtják a legjobb életfeltételeket. A klímaváltozás hatására várhatóan északi irányba fog táolulni a lepkeszúnyog-fajok elterjedési területe, köszönhetően a jövőben várható enyhébb teleknek és a hosszabb és melegebb vegetációs periódusnak. A klímaváltozás hatására a leishmaniasis endémiássá válhat a Kárpát-medencében, ami komoly kihívást jelenthet mind a humán, mind az állategészségügy számára. Hasonló kedvezőtlen tendenciák várhatók Európa más, mérsékelt övi területein is. Kutatásunk célja az volt, hogy jelenlegi geográfiai elterjedésük alapján megismerjük a visceralis kórtani formát vagy kalaazart okozó *Leishmania infantum* parazitát terjesztő 5 legfontosabb *Phlebotomus* faj (*Phlebotomus ariasi*, *P. neglectus*, *P. perfiliewi*, *P. perniciosus*, *P. tobbi*) és maga, a *Leishmaniasis infantum* klímaigényeit és ennek használatával megbecsüljük a fajok jövőben várható potenciális elterjedési területét a REMO klíma modell szerint. A választott lepkeszúnyog fajokéhoz hasonló környezeti igényekkel rendelkező indikátor növényfajok potenciális elterjedését is modelleztük párhuzamosan és az eredményeket összevetettük. Megállapítottuk, hogy a *Juniperus oxycedrus*, *Quercus ilex* és *Pinus brutia* növényfajok együttese a klímaigény szempontjából nagymértékben megegyezik a vizsgált öt *Phlebotomus* faj összességével, ezért e három növényfaj együttese a *Leishmania infantum* európai vektorainak indikátoraként szolgálhat a továbbiakban. 1961-1990 képezte klimatikus szempontból a referencia időszakot, projekcióinkat a 2011-2040, valamint a 2041-2070-es időszakokra végeztük el. A potenciális elterjedési területeknek a kirajzolása céljából climate envelope modellt (niche-alapú modellezés, korrelatív modellezést) használtunk. Az éghajlati adatokat a REMO regionális klíma modell szolgáltatta, mely az ECHAM5 globális modell és az IPCC SRES A1B klímaszcenário alapján készült, és Európát 25 kilométeres felbontású rácsalával fedi. A következő 36 klímaparamétert használtuk a modellezés során: a 12 hónapnak megfelelően a havi középhőmérsékleteket (T_{mean} , °C), havi minimum-hőmérsékleteket (T_{min} , °C) és havi csapadékösszegeket (P , mm). Ezek mindegyikét harmincéves időszakokra átlagoltuk. Közvetett módon az évszakos periodicitás, a hőösszeg és a vegetáció is a modell részét képezi. Eredményeink azt mutatják, hogy az 5 vizsgált lepkeszúnyog faj jelenlegi és jövőbeli potenciális elterjedési területében jelentős különbségek tapasztalhatók, a referencia-időszakra (1960-1990) modellezett potenciális területet egyik faj sem tölti ki teljes mértékben. A jelenleg kifejezetten a nyugati vagy a keleti mediterrán medencére korlátozódó fajok klimatikus igényei nem indokolják geográfiai szegregációjukat, ennek hátterében paleoklimatikus-domborzati tényezők állhatnak. Miközben Nyugat-Európa számára 2 lepkeszúnyog faj (*P. ariasi*, *P. perniciosus*) jelent fenyegetést, addig Magyarország szempontjából mind az 5 faj kolonizációja valószínű. A *Leishmania infantum* parazita előrejelzett elterjedési területe mindenhol elmarad a potenciális vektorok északi elterjedésének méretétől, így hazánkban is, ugyanakkor ezt az eredményt kritikusan kell szemlélteni. A *P. ariasi* potenciálisan az észak-magyarországi megyék kivételével az egész országban megjelenhet a 2041-2070-es időszakra, addig a *P. perfiliewi* és *P. tobbi* esetében az óceáni hatást kapó, kissé hűvösebb nyarú északnyugati területet nem jelzi alkalmasnak a modell. A *P. perniciosus* potenciális elterjedési területe délnyugat-északkeleti irányba mutató vektor szerint bővíthet, addig a *P. neglectus* esetében a déli megyék tűnnek elsősorban alkalmasnak a megtelepedésre. Az aktivitási periódus hosszának megváltozása is várható: a *P. neglectus* és a *P. perniciosus* esetében a 2041-2070-es periódusig 1 hónap prolongáció várható a potenciális aktivitási időszakot illetően Pécs térségében. Eredményeink megerősítik azt a feltevést, hogy hazánk speciális fekvésének, a Balkán-félsziget felé nyitott jellegének és a 3 domináns éghajlati alakító hatásnak köszönhetően fokozottan érzékeny a klímaváltozás okozta hatások szempontjából. Európa északnyugati területei felé elsősorban Franciaország jelenti a kaput. Magyarország szerepe ebből a szempontból kevésbé tűnik jelentősnek, mivel a domborzat (Kárpátok, Cseh-masszívum) és az Európa kelet felé jellemző kontinentális klíma megnehezíti a vektorok északra történő terjedését. Modelleredményeink megerősítik, hogy a délnyugati magyar megyékben leírt autochton, canine leishmaniasis esetek mögött a vektor lepkeszúnyog-fajok jelenléte áll. Várhatóan a XXI. századra hazánk klímája a vizsgált öt lepkeszúnyog faj mindegyike, valamint a legdélebbi megyékben a parazita számára is megfelelővé válhat. Magyarország egésze 2070-ig a potenciális elterjedési terület részévé válhat (mind az indikátor-, mind a vektorfajok esetén).

Abstract. Leishmaniasis is an emerging parasitic disease which affects the human populations of about 98 countries of the tropical and subtropical world. The vectors of leishmaniasis are *Phlebotomus* (syn. *Laroussius*) species in the Old and *Lutzomya* species in the New World. In South-eastern Europe the southern counties of Hungary form the northern border of the occurrence of the disease, where autochthonous canine leishmaniasis cases were described. The vectors of the disease are very sensitive to the climatic conditions preferring wet, shaded and warm-tempered environments as hollows of trees,

the litter mats or even the building cracks, dunghills and walls of ruins. The northern expansion of the vectors is expected due to the climate change, the consequent milder winters, and the longer and warmer vegetation period. It is plausible that the human leishmaniasis cases will become endemic in Hungary and in many parts of Europe for the end of the 21st century, causing a notable health and veterinary challenge. Our aim was to examine parallel the recent climate requirements and the potential future spatial range of the most important five vector sand flies species of the Mediterranean (*Phlebotomus ariasi* Tonn., *Ph. neglectus* Tonn., *Ph. perfiliewi* Parrot, *Ph. perniciosus* Newst. and *Ph. tobbi* Adler, Theodor et Lourie) and the distribution of three Sub-Mediterranean ligneous plant species, (*Juniperus oxycedrus* L., *Quercus ilex* L. and *Pinus brutia* Ten.) according to the REMO climate model. The interval of 1961-1990 was used as reference period and we modelled the periods of 2011-2040 and 2041-2070. We used climate envelope (niche-based) modelling to gain the recent and the potential future distribution of the species. The climate data were obtained from the regional climate model (RCM) REMO. The model REMO is based on the ECHAM5 global climate model and the IPCC SRES A1B scenario. The horizontal resolution of the grid is 25 km. 36 climatic variables were averaged in the 30-year periods and used by the model: monthly mean temperatures (T_{mean} , °C), monthly minimum temperatures (T_{min} , °C), and monthly precipitations (P, mm). Indirectly, the annual periodicity of the weather, the degree-day and the vegetation also formed the base of the model. The recent distribution of visceral leishmaniasis is restricted to the Mediterranean coastline, mainly to the coastline of the Western Mediterranean Basin. Our model showed that the Eastern Mediterranean area is highly vulnerable to *L. infantum*. The model predicted the potential distribution of the parasite with the sporadic cases in the reference period to be greater than the observed current distribution. Considering the current distribution and the model result, South-eastern Europe and the Carpathian Basin are highly vulnerable areas. The modelled potential distribution seems to be greater in Southeast and East-Central Europe. In the western regions the observed and modelled distributions show more similarities. The aggregated observed and modelled distribution – and the climatic requirements – of *Juniperus oxycedrus*, *Quercus ilex* and *Pinus brutia* showed significant resemblance with those of the studied *Phlebotomus* species. Hence it can be stated that these three plant species can serve as climatic indicators of the vectors of *L. infantum*. Expansion seems to be occurred in North-western France, South England and the Carpathian Basin. Our results confirm the occurrence of the autochthonous canine leishmaniasis cases in the southern counties of Hungary. It is plausible that for the end of the 21st century near the whole area of Hungary will be suitable for both of the vectors and the disease.

Irodalmi áttekintés.

A leishmaniasis előfordulása és jelentősége. A világ trópusi és szubtrópusi területein a leishmaniasis az egyik legfontosabb és leggyorsabban előretörő vektorok által terjesztett fertőző betegség (Solano-Gallego et al., 2003; Serra-Diaz et al., 2002). A betegségnek a korábbi endémiás területekről történő kiáramlása a globalizáció és az ipari forradalom óta megnyilvánuló számos társadalmi és ökológiai hatásnak lehet a következménye (antropogén klímaváltozás, távolsági közlekedés, migráció, háborúk és az immunszuprimált (legyengült immunrendszerű) egyének növekvő száma (Dujardin, 2006; Serra-Diaz et al., 2002). A leishmaniasis jelenleg mintegy 88 országban endémiás (Desjeux and Alvar, 2003), ahol megközelítően 350 millió fő él. Prevalenciáját mintegy 12 millióra becsülik, a betegség éves becsült incidenciája pedig 1,5-2 millió fő. A visceralis tünetekkel járó forma incidenciáját 500 ezer eset/év körüli értékre becsülik. A visceralis leishmaniasis mintegy 62 országban endémiás (Desjeux and Alvar, 2003), és a betegség terjedést mutat (Desjeux, 1996; 2001). A visceralis esetek 90%-a Nepál, Banglades, India, Szudán és Brazília területén fordul elő (Köhler et al., 2002), de fertőzöttnek kell tekintenünk a Földközi-tenger térségét is (Minter, 1989).

Paraziták és vektoraik. A *Leishmania* parazitákat morfológiailag nem lehet egymástól megkülönböztetni, csak monoklonális ellenanyagokkal végzett tesztekkel vagy a DNS vizsgálata alapján. Humán és állatorvosi szempontból a Mediterráneumban két faj jelentős: az emberben elsősorban cutan és kutyákban visceralis megbetegedést is okozni képes *L. infantum* és az emberben főként bőrelváltozásokat okozó *L. tropica*. A *Phlebotomus* nemzetség (lepkeszúnyogok) az elsődleges terjesztői a leishmania parazitáknak az Óvilágban, a *Lutzomyia* fajok Észak- és Dél-Amerikában. A leishmaniasist Európában lepkeszú-

nyogok (Phlebotominae) terjesztik, melyek tipikus mediterrán faunaelemek (ASPÖCK 2008). Az általunk vizsgált öt faj (*Phlebotomus ariasi*, *P. neglectus*, *P. perfiliewi*, *P. perniciosus* és *P. tobbi*) az *L. infantum* terjesztői, többek között (Pickett, 1989). A leishmaniasis különböző formáit területenként eltérő lepkeszúnyog fajok által terjesztett különféle kórokozók okozzák. Az *L. infantum* leggyakoribb terjesztői a *P. ariasi* és a *P. perniciosus* Európában.

Gazdaállatok. A *Leishmania infantum* protozoonok legfontosabb rezervoárjai a kutyák, de rókák, rágcsálók, sőt macskák is hordozhatják a betegséget (Meusel et al., 1965, Nakicenovic and Swart, 2000, Killick-Kendrick, 1990, Slappendel and Teske, 1999, Farkas és Tanczos, 2009). Az erősen fertőzött területeken ember – ember átadás is lehetséges, de figyelmet érdemel a vektor nélküli kutya – kutya közvetlen fertőzés lehetősége is (Peterson et al., 2008). A macskáknak, mint másodlagos gazdaállatoknak is fontos, bár a kutyákhoz mérten kisebb szerep jut a leishmaniasis terjesztésében (Maroli et al. 1988). Az Európai Unióban mintegy 60,2 millió, Magyarországon pedig mintegy 2 856 000 kutya él. A macskák populációja az EU-ban hasonló, mintegy 64,5 millió, Magyarországon pedig 2 240 000 egyed. A lehetséges rezervoárok száma csak ebből a két állatfajból az európai lakosság számának (503,5 millió fő – (FEDIAF, 2010) mintegy 24,7%-a, magyar viszonylatban pedig a lakosság megközelítően 51%-a. Magyarországon a lakosság mintegy 44%-a tart legalább egy kutyát és 28%-a legalább egy macskát. A legalább egy kutyát tartó háztartások százalékat tekintve Csehországot és Romániát (43-43%) megelőzve Magyarország élen áll az EU-ban (FEDIAF, 2010). A fentebbi-ekből látható, hogy Európában, de különösen Magyarországon a rezervoár állatok populációja meglehetősen nagy. A *L. infantum* a visceralis és cutan

leishmaniasis egyik legfontosabb kórokozója kutyákban, macskákban, lovakban és emberekben egyaránt (Pickett, 1989). Dél-Franciaországban a kutyák mintegy 50%-a fertőzött (Thuiller et al., 2004), és Olaszország területének nagy része is fertőzött (Thuiller et al., 2004), pl. Toszkánában kutyák szerológiai vizsgálata alapján akár az állatok 24%-a is fertőzött lehet (Gradoni et al., 1980). A kutya leishmaniasis földrajzi előfordulása a humán visceralis leishmaniasis elterjedéséhez nagyban hasonló (Köhler et al., 2002). A *Phlebotomus* fajoknak szélesebb az elterjedési területe, mint magának a leishmaniasisnak (Slappendel, 1988). Ebből következik, hogy a

Slappendel, 1997). Magyarországon 2007-ben és 2008-ban nem behurcolt leishmaniasis eseteket írtak le kutyákban, Tolna megyében. 8 megye 47 helyszínéből 3 Horvátországgal határos településen és egy É. sz. 47° szélességi körön fekvő helyszínen mutattak ki leishmania fertőzést kutyákból (Farkas et al., 2011). A *P. neglectus* és a *P. perfiliewi* jelenlétét sikerült megerősíteni Magyarországon (Farkas et al., 2011). A leishmaniasis jelenleg terjedőben van Olaszországban, ahol a *P. perniciosus* előretörését figyelték meg távol a tengerparti területektől (Lindgren and Naucke, 2006, Bongiorno, 2003), a *L. infantum* által okozott visceralis



1. ábra: A kutatás során alkalmazott három indikátor növényfaj. A) *Quercus ilex* (magyaltilgy), B) *Juniperus oxycedrus* (vörös tüboróka) és C) *Pinus brutia* (keleti aleppófenyő)

lepkeszúnyogfajok klímaváltozás hatására bekövetkező északi irányú terjedése nem vonja maga után feltétlenül a leishmania paraziták hasonló mértékű expanzióját is.

A klímaváltozás lehetséges hatásai a leishmaniasis elterjedésére. A vektorok által terjesztett betegségek érzékenyek a klimatikus feltételekre (Roekner et al., 2003). Az éghajlatváltozás világsszerte egyre nagyobb mértékben módosítja a fajok elterjedését, ideértve a fontos vektor- és gazdafajokét is (González et al., 2010). Ezek a változások a jelenlegi elterjedési területeken a lepkeszúnyog populációk növekedését és észak felé történő migrációját idézhetik elő (De la Roque et al., 2008). A hőmérséklet, a páratartalom, a megfelelő mennyiségű szerves anyagok jelenléte elengedhetetlenek a lepkeszúnyog lárvák fejlődésének szempontjából (Naderer et al., 2006; Köhler et al. 2002). Az emelkedő hőmérséklet szignifikánsan növeli a fertőzött lepkeszúnyogok arányát a populáción belül (Ready, 2008). A humán leishmaniasis szempontjából is az egyik legfontosabb tényező az új leishmaniasis góccok megjelenése a kutya-populációkban (Ferroglio et al., 2005, Lobo et al., 2008). Annak ellenére, hogy például Németország nem számít endémiás területnek a leishmaniasis szempontjából, kutyák és lovak esetében is megfigyeltek nem behurcolt eseteket, ezért nem kizárt, hogy kisebb góccokban létezhetnek önfenn tartó kórokozó populációk kevésbé kedvező klímájú területeken is. A kedvező mezoklimájú területek elszigetelt endémiás gócai egy későbbi összefüggő elterjedési terület alapját jelenthetik (Killick-Kendrick, 1990, Maroli et al., 2008). Több esetben leírták mediterrán területekről importált vagy nyaralásból hazavitt kutyák leishmania-fertőzését (Skov and Svenning, 2004, Diaz-Espineira and

leishmaniasis párhuzamosan (Lobo et al., 2008). Olaszországban a lepkeszúnyogok inváziója a kontinentálisabb területek felé mind passzív terjedéssel az endémiás területekről, mind pedig migrációval történhetett, hiszen földrajzi akadályok nem húzódtak az újonnan meghódított és már korábban is endémiásnak számító területek között (Ferroglio et al., 2010). Több különböző klimatikus modellvizsgálat azt mutatta, hogy a XXI. század végére Közép-Európában a leishmaniasis endémiássá válhat (Peterson et al., 2008; Fischer et al., 2010; Fischer et al., 2011). Nem csak Európában, de Észak-Amerikában is valós probléma a leishmaniasis előretörése (González et al., 2010).

Anyag és módszer

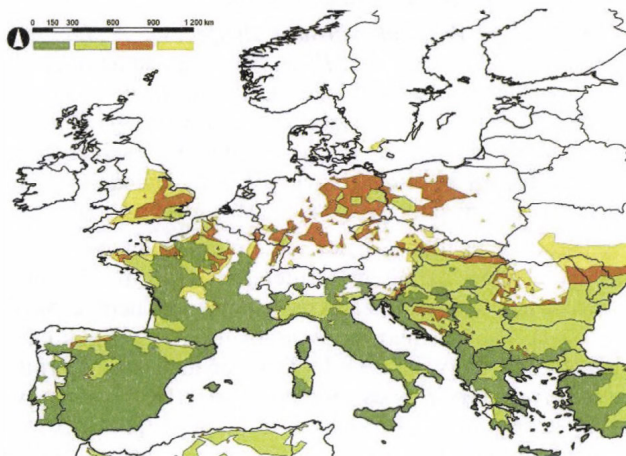
Elterjedési és éghajlati adatok

Adatforrások. A vizsgálatba vont lepkeszúnyogok és indikátorfajok (1. ábra) a következők: *P. ariasi* Tonn. (syn. Larrousius a.), *P. neglectus* Tonn. (syn. Larrousius n.), *P. perfiliewi* Parrot (syn. Larrousius p.), *P. perniciosus* Newst. (syn. Larrousius p.) és *P. tobbi* Adler, Theodor et Lourie (syn. Larrousius t.), valamint *Juniperus oxycedrus* L. (vörös tüboróka), *Pinus brutia* Ten. (keleti aleppófenyő), és *Quercus ilex* L. (magyaltilgy).

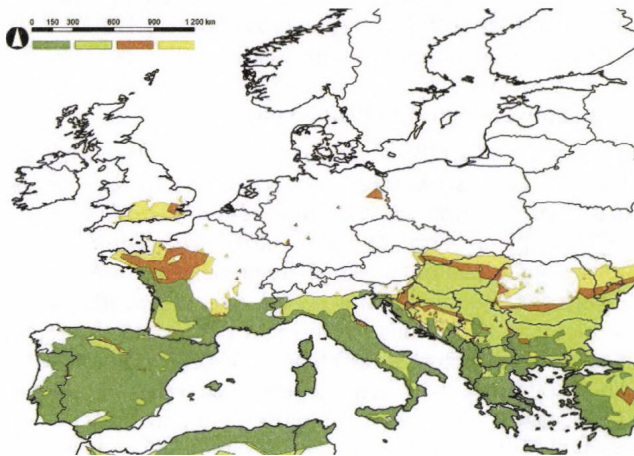
Az adatok előkészítése. A lepkeszúnyogok elterjedési térképét (Tutin et al., 1964), valamint a *Juniperus oxycedrus*, *Pinus brutia* és *Quercus ilex* areatérképét (Trotz-Williams and Trees, 2003; EUFORGEN, 2012; Marty et al., 2007) digitalizáltuk (a nyomtatott és pixelgrafikus állományokat vektorgrafikussá alakítottuk). Ehhez a térképek georeferálására volt szükség (harmadrendű polinomiális transzformációval). A különböző lepkeszúnyogfajok 2008-2012 között észlelt előfordulá-

sai az Európai Unió harmadik szintű közigazgatási egységei, a NUTS3-régiók szerint álltak rendelkezésünkre,

a modellezés során: havi középhőmérsékletek (T_{mean} , °C), havi minimum-hőmérsékletek (T_{min} , °C) és havi csapa-



2. ábra: Az öt vizsgált *Phlebotomus* faj elterjedési területének uniója (sötétzöld), az unióra vonatkozó potenciális elterjedési terület a referencia-időszakban (világoszöld) és a modellezett potenciális elterjedési terület 2011-2040-ben (narancssárga) és 2041-2070-ben (citromsárga)

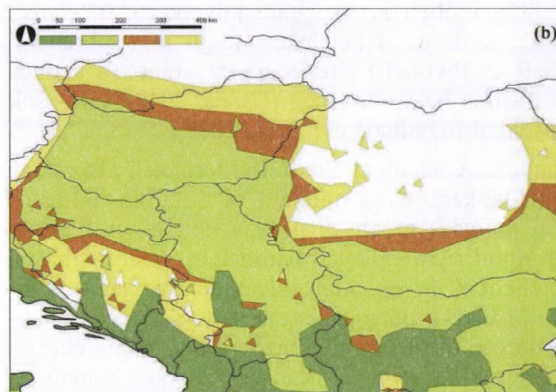
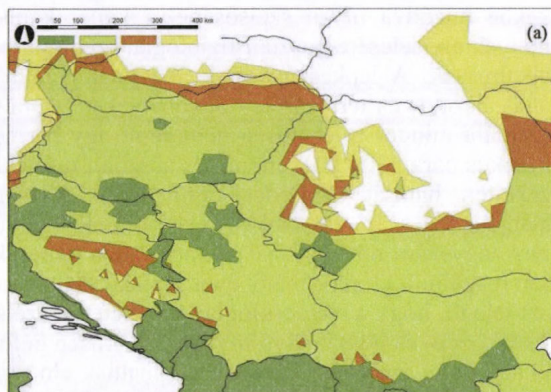


3. ábra: A három indikátor növényfaj (*Juniperus oxycedrus*, *Pinus brutia*, *Quercus ilex*) elterjedési területének uniója (sötétzöld), az unióra vonatkozó potenciális elterjedési terület a referencia-időszakban (világoszöld) és a modellezett potenciális elterjedési terület 2011-2040-ben (narancssárga) és 2041-2070-ben (citromsárga)

ezért saját térképünk létrehozásához vektorgrafikus közigazgatási határokat (GISCO, 2012) használtunk fel. A vektorok és indikátor növényfajok esetében is végül jelenlét/hiány (presence/absence, 1/0 bináris) térképeket hoztunk létre.

Az éghajlati modell. Az éghajlati adatokat a REMO re-

dékösszegek (P, mm). Ezek mindegyike a harmincéves időszakokra lett átlagolva. Közvetett módon az évszakos periodicitás, a hőösszeg és a vegetáció is a modell részét képezi. A szakirodalomban egyelőre nincs megegyezés a kapcsolattal, hogy a vegetáció nélkül a klíma önmagában elegendő-e a vektorok potenciális elterjedésének modellezésére (Dormann, 2007; v.ö. Solano-



4. ábra: A lepkeszűnyogokra (a) és az indikátor növényfajokra (b) készült modelleredmények kárpát-medencei kivágatának összevetése

gionális klímamodell szolgáltatatta, mely az ECHAM5 globális modell (Ready, 2010, Rioux et al., 1986) és az IPCC SRES A1B klímaszcenário alapján készült, és Európát 25 kilométeres felbontású rácshálóval fedi. Az A1B szcenário gyors gazdasági növekedéssel és a Föld népességének századközepi tetőzésével számol, továbbá innovatív és hatékony technológiák megjelenését várja (Moreno and Alvar, 2002). A REMO modell területi kiterjedéséből (32300 pont) kutatásunkba 25724 pontot vontunk be. A következő 36 klímamodellparamétert használtuk

Gallego; 2011, Colacicco et al., 2010; Ibáñez et al., 2006). Fontos továbbá, hogy a szélsőségek feltehetően a klimatikus átlagoknál nagyobb jelentőséggel bírnak a fajok elterjedésének limitálásában (Killick-Kendrick, 1987), sajnos azonban ilyen adatok nem álltak rendelkezésünkre a jövőbeli periódusokból.

Modellezés. Kutatásunk során az adatok statisztikai előfeldolgozáson estek át, amivel az elterjedési térképek kis horizontális felbontásából és a tévesen bekerült klímaadatokból adódó pontatlanságokat sikerült mérsékelni

az adatsorok néhány percentilisének elhagyásával. Microsoft Excel 2010 és PAST statisztikai program (Hammer et al., 2001) segítségével, iteratív modellezés futtatásával megállapítottuk, hogy a középhőmérsékletek alsó és felső 5-5, a minimum-hőmérsékletek alsó és felső 2-2, a csapadékok alsó 0 és felső 8 percentilisének elhagyásával kapjuk a legmegbízhatóbb modellt.

A vázolt modellkalibrációs módszer hasonlít az ROC/AUC statisztikára, mely a valós pozitív és a téves pozitív esetek arányát vizsgálja (Hanley and McNeil, 1982), s így az arra tett észrevételek (Lindgren et al., 2008) vonatkoztathatók az általunk használt módszerre is. Térinformatikai szoftver (ESRI ArcGIS) segítségével a vizsgált *Phlebotomus* vektorok, valamint növényfajok elterjedési területén a referencia-időszak (1961–1990) alatt az elterjedési területen jellemző éghajlati paramétereket listáztuk, majd a megfelelő számú percentilis elhagyásával e módosított paraméterek együttállását kerestük a referencia-időszakbeli (validálás) és jövőbeli (projekció) klímaadatsorokban. Modellezési módszerünk egyfajta éghajlat-burkológörbe-modellezés (ÉBM, climate envelope model, CEM, további ismert nevei niche-alapú modellezés, korrelatív modellezés), melynek lényege, hogy az éghajlat hatását a fajok elterjedésére oly módon vizsgálja, hogy a jelenlegi elterjedési területen fellelhető klímaértékek köré burkológörbét húz, majd a jövőbeli időszakban megkeresi azokat a területeket, melyek klímája e tartományba esik (Harrison et al., 2006, Hughes, 2000). A mechanisztikus modellekkel ellentétben az ÉBM statisztikai összefüggést keres az éghajlati paraméterek és az elterjedések között (Guisan and Zimmermann, 2000, Elith and Leathwick, 2009), és rejtetten a vizsgált változók referencia-időszakbeli térbeli kapcsolatából azok későbbi időbeli kapcsolatára következtet (Pennisi, 2002). A módszer feltételezi, hogy a (referencia-időszakbeli és jövőbeli) elterjedést egyaránt (és azonos módon) a klíma határozza meg (Czucz, 2010), ami csak fenntartásokkal fogadható el (Shaw, 2007).

Eredmények. A jelenlegi elterjedési területek alapján az öt vizsgált lepkeszúnyog uniójára és a három indikátor növényfaj uniójára meghatároztuk a klimatikus limitáló értékeket mind a 36 éghajlati paraméter esetén. E határértékek jellemzik az éghajlati toleranciát, és segítségükkel modellezhető a potenciális elterjedési terület. A táblázatban szereplő értékek nem azonosak a valós elterjedési területen megfigyelhető szélsőértékekkel, hanem attól a korábbiakban megadott számú percentilisnyivel a medián felé közelítő értékek.

Lepkeszúnyogok várható elterjedése. A vizsgált öt lepkeszúnyog faj jelenlegi elterjedési területe (2. ábra) az európai mediterrán klímatarományt, valamint Franciaország nagy részét és az elterjedés északi határain szubmediterrán klímájú területeket foglal magába. Ezzel szemben a referencia-időszakra modellezett potenciális elterjedési területük Délkelet- és Közép-Kelet-Európában lényegesen nagyobbnak mutatkozik a jelenleginél. A nyugati areában a ténylegesen észlelt elterjedés nagyobb mértékben lefedi a potenciális területet. Az első jövőbeli 30 éves periódusra a modell elsősorban Anglia és Közép-Európa esetében jelzi a potenciális elterjedési terület nö-

vekedését. 2041–2070 között főként Nagy-Britannia és a Fekete-tenger északi partvidéke mentén jelzi az elterjedési terület nagyobb fokú bővülését.

Indikátor növényfajok várható elterjedése. A *Juniperus oxycedrus*, *Quercus ilex* és *Pinus brutia* együttese a jelenlegi elterjedési területe, modellezett potenciális elterjedési területe és klímaigénye szempontjából is nagymértékben megegyezik a vizsgált öt *Phlebotomus* faj összességével, ezért e három növényfaj együttese a *L. infantum* európai vektorainak indikátoraként szolgálhat a továbbiakban.

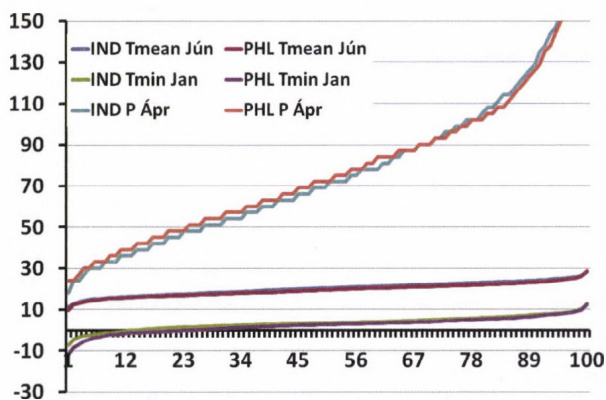
A három vizsgált indikátor növényfaj az elterjedése (3. ábra) alapján az olyan területeket részesíti előnyben, ahol a téli középhőmérséklet jellemzően nem csökken 0 °C alá, habár ismert, hogy hidegtűrő képességük ennél lényegesen nagyobb. Az USDA zónabeosztás szerint a *Juniperus oxycedrus* és *Quercus ilex* téltűrése mintegy -17,7 °C, a *Pinus brutia* fenyőé mintegy -12,2 °C. A referencia-időszakra modellezett elterjedési terület azonban főként Európa keleti felén jóval nagyobb: -1 – -2 °C-os januári átlaghőmérsékletű területeket is magában foglal. A két jövőbeni 30 éves periódusra modellezett elterjedési területük jelentősen nem nagyobb a jelenlegi klímára modellezettnél: Északnyugat-Franciaország, Dél-Anglia és a Kárpát-medence esetében lehetséges a modell szerint az elterjedési területük kisebb mértékű növekedése.

Következtetések

Fás növények mint indikátorok. A növények a legérzékenyebb és legtöbb szempontból használható klímaindikátorok. Környezeti érzékenyséjük komplexitását magyarázza, hogy helyhez kötött, saját hőtermelésre nem képes élőlények. A saját mozgásra képes állati szervezetek, mint például a lepkeszúnyogok, megfelelő menedékekbe húzódva olyan szélsőségeket képesek elkerülni, melyek elviselésére pusztán fiziológiai szempontból nem alkalmasak. A lepkeszúnyogok át tudnak telelni ember által alkotott és természetes búvóhelyeken. A növények számára mindez a lehetőség nem adott, így bármely klimatikus paraméter közvetlenül és abszolút mértékben érzékelteti hatását elterjedési területükön. Vizsgálatunk alapjául fás szárú taxonokat választottunk, melyek számos légyszárú növényfajjal szemben nem képesek gyorsan reagálni a klíma néhány éves léptékű változásaira. Ez azt jelenti, hogy a meteorológiai paraméterek szélsőségeinek közép- és hosszú távú ingadozása erősen befolyásolja azt, hogy mely területeken fordulhatnak elő természetes úton és mely területre telepíthetők biztonsággal további fenntartási beavatkozások nélkül. Ez azért fontos, mert jelen elterjedési területük alapján jól modellezhetők környezeti igényeik. A növények, mint klímaindikátorok használata lehetséges – szemben a parazita rovarfajokkal –, hiszen telepítésük az új környezetbe ellenőrzött körülmények között nem jár kockázattal. Előzetes tájékozódásunk során úgy találtuk, hogy egyes lepkeszúnyog fajok elterjedése nagyon hasonló néhány tipikus mediterrán növényfaj elterjedési területéhez.

A megfelelő indikátorfajok kiválasztásakor elsődleges célunk volt, hogy azok klímaigényei hasonlítsanak a lepkeszúnyogok klímaigényeihez. A mai mediterrán növényfajok elődei a lepkeszúnyogokkal megegyezően me-

leg, többnyire fagymentes klímához szoktak. A mediterrán hegyvidéki fajok nem bizonyulnak jó indikátornak, mivel ezek többsége komoly téltűrővel rendelkezik (pl. *Picea omorika*, *Pinus nigra*, *Pinus leucodermis*), aminek faunatórténeti okai vannak. Mindezt elsősorban a Földközi-tenger nyugati medencéjének és tengerparti területeinek növényeiből választottunk, eltekintve Kis-Ázsia, valamint a Balkán flórájától.



5. ábra: Három éghajlati paraméter (júniusi középhőmérséklet, januári minimum-hőmérséklet, áprilisi csapadékösszeg) eloszlásfüggvénye a lepkeszünnyok (PHL) és indikátoraik (IND) esetén

Növények elterjedése és a klíma. A klímaváltozás hatására a növények fiziológiai, fenológiai és genetikai tulajdonságai, elterjedése, valamint az ökológiai rendszerek stabilitása is változik várhatóan a jövőben (Hijmans and Graham, 2006, Killick-Kendrick and Killick-Kendrick, 1987). Az elterjedési terület lehetséges megváltozását számos kutatás vizsgálta, többek között európai fajokra is (Bakkenes et al., 2006; Berry et al., 2006; Hanson, 1961; Naucke, 2002; Bede-Fazekas, 2012; Rogers and Randolph, 2006). Az állatfajokkal ellentétben a növények számára az éghajlati tényezők mellett a talajadottságok is jelentős limitáló tényezők lehetnek, ezért fontosnak tartottuk megvizsgálni a kiválasztott három indikátorfaj talajok iránti toleranciáját. Az indikátorok elterjedési területén számos különböző talajtípus figyelhető meg: leptosolok, regosolok, luvisolok, cambisolok, calcisolok, fluvisolok, vertisolok, umbrisolok (FAO-UNESCO, 1971). A fentiek alapján – leszámítva a tajga-, a tundra- és a váztalaj-típusokat, valamint a csernozjom talajokat – minden Közép- és Nyugat-Európára jellemző talajtípus megfigyelhető az indikátor növények áréáján, tehát feltételezhető, hogy a talaj minősége nem jelent a jövőben e fajok számára komoly korlátozó tényezőt.

A vektorok és indikátoraik éghajlati igényeinek hasonlósága. A kiválasztott indikátor növényfajok klímaigényének hasonlósága jól becsülhető a valós, és főként a modellezett elterjedési területek közötti összefüggésből. Az első és második harmincéves periódusra a növényi indikátorok és a vektorok elterjedési területének bővülése hasonló képet mutat, azonban a lepkeszünnyok előre jelzett elterjedési területe felülmúlja az indikátor növényekét, elsősorban Közép-Európában, Németországban és Lengyelországban. A vektorokra készített modell érdekessége, hogy Németország, Dél-Anglia és Lengyelor-

szág egy-egy elszigetelt területén a referencia-időszakra is potenciális elterjedési területet jelez, mellyel össze- cseng, hogy valóban jelentettek feltehetően nem behur- colt eseteket Németország területéről (Fischer et al., 2010, Thomas, 2010). A Kárpát-medencére és Kelet-Európára jól közelíti az indikátorfajokra készült modell- eredmény a vektorok modelledményét (4. ábra). A Kárpát-medencében a növekvő téli átlaghőmérséklet ÉNy-DK-i irányú izotermájának megfelelően rajzolód- nak ki a modellezett potenciális elterjedési területek, ha- tárok. A lepkeszünnyok és az indikátornövények poten- ciális elterjedésének északi határa mintegy 50–150 km különbséget mutat, az eltérés a Kárpát-medence keleti határa felé haladva nő. Kelet-Európában az izotermák és az elterjedési határok Ny-K-i irányúak, a lepkeszünnyok és indikátoraik közti különbség pedig a Kárpáttól keletre nagyobb, mint a Kárpát-medencében. Az indiká- torfajok megjelenése Erdélyben a távolabbi jövőbeli idő- szakban a modelledmények szerint kevésbé lesz jelen- tős. Észak-Bosznia-Hercegovinában a vektorok várható- an 2040-ig, míg az indikátorfajok csak az után jelennek meg. Az indikátorfajok kiválasztásának megalapozottsá- gát az eredmények statisztikai értékelésével támasztot- tuk alá. A Cohen-féle kappa (Cohen, 1960) értékét négy- féle módon számítottuk, a valós elterjedési terület és a re- ferencia-időszakra modellezett potenciális elterjedési te- rület átfedései alapján. Érdekes módon az indikátorfajok valós és modellezett elterjedése között nagyobb össze- függés mutatkozott, mint a lepkeszünnyok valós és mo- dellezett elterjedési területe között. A kiválasztott három növényfaj indikációs képességét jelzi, hogy az indiká- torfajok valós és a vektorok modellezett elterjedési területe közti összefüggés alig marad el az előző értéktől. Az indikációs képességet bizonyítja továbbá, hogy a lepke- szünnyok és indikátorfajok valós elterjedési területe közti összefüggésnél (0,6057) lényegesen nagyobb a modellezett elterjedési területek közti összefüggés (0,7938), vagyis az indikátor növényfajok és a vektorok éghajlati igényében nagyobb a hasonlóság, mint azt az elterjedési területek alapján várni lehetne. E hasonlóság az egyes klímaméterek esetén az eloszlásfüggvények összevetésekor is kirajzolódik. Példaként a felhasznált 36 klímaméterből három (júniusi középhőmérséklet, januári minimum-hőmérséklet és áprilisi csapadék) el- oszlásfüggvényét vetítettük egymásra (5. ábra). Össze- ségében elmondható, hogy a *Juniperus oxycedrus*, *Quercus ilex* és *Pinus brutia* együttese a *L. infantum* eu- rópai vektorainak jó indikátora, ezért ahol e fajok vala- melyikének fiatal példánya téli védelem nélkül rendsze- resen áttelel, ott nagy valószínűséggel számíthatunk a vizsgált lepkeszünnyok megjelenésére. Így Magyaror- szág mind inkább veszélyeztetettnek tűnik, és ez a vektor jelenleg megfigyelhető térhódításával összecseng.

Köszönetnyilvánítás. A szerzők köszönettel tartoznak Páldy Annának a vektorokkal kapcsolatos, Horváth Le- ventének a térinformatikai és modellezési, míg Bobvos Jánosnak és Hufnagel Leventének a modellezési mód- szertani segítségnyújtásért. A kutatást a TAMOP-4.2.1/B-09/1/KMR-2010-0005 és TAMOP-4.2.2/A-11/1/KONV-2012-0064 projektek támogatták. Az

ENSEMBLES-adatokat az Európai Unió FP6-ENSEMBLES integrált projektje finanszírozta, melyet hálásan köszönünk.

Irodalom

- Alvar, J. and Cañavate, C., 2004: Canine leishmaniasis. *Advances in Parasitology* 57, 1–88
- Aspöck, H., and Gerersdorfer, T., 2008: Sandflies and sandfly-borne infections of humans in Central Europe in the light of climate change. *Wiener klinische Wochenschrift* 120, 24–29
- Bakkenes, M., Eickhout, B. and Alkemade, R., 2006: Impacts of different climate stabilisation scenarios on plant species in Europe. *Global Environmental Change* 16, 19–28
- Bede-Fazekas Á., 2012: Melegigényes diszfák telepíthetőségi területének előrejelzése a 21. századra. Diplomamunka, Budapesti Corvinus Egyetem, Tájépítészeti Kar, Budapest
- Berry, P. M. et al., 2006: Assessing the vulnerability of agricultural land use and species to climate change and the role of policy in facilitating adaptation. *Environmental Science & Policy* 9, 189–204
- Bongiorno, G. et al., 2003: Host preferences of phlebotomine sand flies at a hypoendemic focus of canine leishmaniasis in central Italy. *Acta Trop.* 88, 109–116
- Cohen, J., 1960: A coefficient of agreement for nominal scales. *Educational and Psychological Measurement* 20, 37–46
- Colacicco-Mayhugh, M. G., Masuoka, P. M. and Grieco, J. P., 2010: Ecological niche model of *Phlebotomus alexandri* and *P. papatasi* (Diptera: Psychodidae) in the Middle East. *International Journal of Health Geographics* 9, 2
- Czucz, B., 2010: Az éghajlatváltozás hazai természetközeli élőhelyekre gyakorolt hatásainak modellezése. Doktori értekezés. Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Kar, Budapest
- De la Roque, S., Rioux, J. A., and Slingenbergh, J., 2008: Climate change: Effects on animal disease systems and implications for surveillance and control. *Revue Scientifique Et Technique. International Des Epizooties* 27, 3–54
- Desjeux, P., 1996: Leishmaniasis: public health aspects and control. *Clinics in Dermatology* 14, 417–423
- Desjeux, P., 2001: The increase in risk factors for leishmaniasis worldwide. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene* 95, 239–243
- Desjeux, P. and Alvar, J., 2003: Leishmania/HIV co-infections: epidemiology in Europe. *Annals of Tropical Medicine & Parasitology* 97, 1–15
- Díaz-Espinoira, M. M. and Slappendel, R. J., 1997: A case of autochthonous canine leishmaniasis in The Netherlands. *Vet Q.* 19, 69–71
- Dormann, C. F., 2007: Promising the future? Global change projections of species distributions. *Basic and Applied Ecology* 8, 387–397
- Dujardin, J. C., 2006: Risk factors in the spread of leishmaniasis: towards integrated monitoring? *Trends Parasitol.* 22, 4–6
- Elith, J. and Leathwick, J. R., 2009: Species Distribution Models: Ecological Explanation and Prediction Across Space and Time. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 40, 677–697
- EUFORGEN, 2012: Distribution map of *Brutia* pine (*Pinus brutia*). www.euforgen.org/distribution_maps.html
- FAO-UNESCO, 1971: Soil Map of the World., 1:500 000. Food and Agriculture Organization, United Nations, Rome and Paris
- Farkas R. és Tanczos B., 2009: A kutya leishmaniosisa és jelentősége Európában. Irodalmi áttekintés. *Magyar Állatorvosok Lapja* 131, 304–312
- Farkas, R., Tanczos B., Bongiorno, G., Maroli, M., Dereure, J. and Ready, P. D., 2011: First surveys to investigate the presence of canine leishmaniasis and its phlebotomine vectors in Hungary. *Vector Borne Zoonotic Dis.* 11, 823–834
- FEDIAF, 2010: Facts & Figures. www.fediaf.org/facts-figures
- Ferroglio, E. et al., 2005: Canine leishmaniasis, Italy. *Emerg. Infect Dis.* 11, 1618–1620
- Ferroglio, E. et al., 2010: Distribution of *Phlebotomus perniciosus* in North-Italy: A study on 18S rDNA of phlebotomine sand flies. *Veterinary Parasitology* 170, 127–130
- Fischer, D. et al., 2011: Combining climatic projections and dispersal ability: a method for estimating the responses of sandfly vector species to climate change. *PLoS Negl Trop Dis.* 11, e1407
- Fischer, D., Thomas, S. M. and Beierkuhnlein, C., 2010: Temperature-derived potential for the establishment of phlebotomine sandflies and visceral leishmaniasis in Germany. *Geospatial Health* 5, 59–69
- GISCO, 2012: EUROSTAT (European Commission). epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/gisco Geographical information maps/popups/references/administrative units statistical units 1
- González, C. et al., 2010: Climate change and risk of leishmaniasis in north america: predictions from ecological niche models of vector and reservoir species. *PLoS Negl Trop Dis.* 19, e585
- Gradoni, L. et al., 1980: Leishmaniasis in Tuscany, Italy. III. The prevalence of canine leishmaniasis in two foci of Grosseto Province. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene* 74, 421–422
- Guisan, A. and Zimmermann, N. E., 2000: Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modelling* 135, 147–186
- Hammer, R., Harper, D. A. T. and Ryan, P. D., 2001: PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4, 9
- Hanley, J. A. and McNeil, B. J., 1982: The meaning and use of area under a receiver operating characteristics (ROC) curve. *Radiology* 143, 29–36
- Hanson, W. J., 1961: The Breeding Places of *Phlebotomus* in Panama (Diptera, Psychodidae). *Annals of the Entomological Society of America* 54, 317–322
- Harrison, P. A. et al., 2006: Modelling climate change impacts on species' distributions at the European scale: implications for conservation policy. *Environmental Science & Policy* 9, 116–128
- Hijmans, R. J. and Graham, C. H., 2006: The ability of climate envelope models to predict the effect of climate change on species distributions. *Global Change Biology* 12, 2272–2281
- Hughes, L., 2000: Biological consequences of global warming: is the signal already apparent? *Trends in Ecology and Evolution* 15, 56–61
- Ibáñez, I. et al., 2006: Predicting Biodiversity Change: Outside the Climate Envelope, beyond the Species-Area Curve. *Ecology* 87, 1896–1906
- Killick-Kendrick, R. and Killick-Kendrick, M., 1987: The laboratory colonization of *Phlebotomus ariasi* (Diptera, Psychodidae). *Ann Parasitol Hum Comp.* 62, 354–356
- Killick-Kendrick, R., 1990: Phlebotomine vectors of the leishmaniasis: a review. *Medical and Veterinary Entomology* 4, 1–24
- Köhler, K. et al., 2002: Cutaneous leishmaniasis in a horse in southern Germany caused by *Leishmania infantum*. *Vet Parasitol.* 16, 9–17
- Lindgren, E., Naucke, T. and Menne, B., 2008: Climate Variability and Visceral Leishmaniasis in Europe. WHO/TDR Working paper for the Scientific Working Group meeting on Leishmaniasis Research, convened by the Special Programme for Research and Training in Tropical Diseases. Geneva
- Lindgren, E. and Naucke, T., 2006: Leishmaniasis: Influences of Climate and Climate Change Epidemiology, Ecology and Adaptation Measures. In: Menne, B. and Ebi, K.L.: Climate change and adaptation strategies for human health. *Steinkopff Verlag Darmstadt*, 131–156
- Lobo, J. M., Jimenez-Valverde, A., Real, R., 2008: AUC: a misleading measure of the performance of predictive distribution models. *Global Ecology and Biogeography* 17, 145–151
- Maroli, M. et al., 1988: Natural infections of phlebotomine sandflies with *Trypanosomatidae* in central and south Italy. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.* 82, 227–228
- Maroli, M. et al., 2008: The northward spread of leishmaniasis in Italy: evidence from retrospective and ongoing studies on the canine reservoir and phlebotomine vectors. *Trop Med Int Health* 13, 256–264
- Marty, P. et al., 2007: A century of leishmaniasis in Alpes-Maritimes, France. *Ann Trop Med Parasitol.* 101, 563–574
- Meusel, H., Jäger, E. J. and Weinert, E., 1965: Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora. Band I. (Text und Karten). Fischer-Verlag, Jena
- Minter, D. M., 1989: The leishmaniasis. In: Geographical distribution of arthropod-borne diseases and their principal vectors. WHO (document WHO/VBC/89.967), Geneva
- Moreno, J. and Alvar, J., 2002: Canine leishmaniasis: epidemiological risk and the experimental model. *Trends in Parasitology* 18, 399–405
- Naderer, T. et al., 2006: Virulence of *Leishmania* major in macrophages and mice requires the gluconeogenic enzyme fructose-1,6-bisphosphatase. *PNAS* 103, 5502–5507

- Nakicenovic, N. and Swart, R. (eds), 2000: Emissions Scenarios. Cambridge University Press, Cambridge
- Naucke, T. J., 2002: Leishmaniosis, a tropical disease and its vectors (Diptera Psychodidae, Phlebotominae) in Central Europe. *Denisia* 6, 163–178
- Pennisi, M. G., 2002: A high prevalence of feline leishmaniasis in southern Italy. In Killick-Kendrick, R. (ed.), Canine leishmaniasis: moving towards a solution. Proceedings of the Second International Canine Leishmaniasis Forum Seville, Spain. *Intervet International, Boxmeer*, The Netherlands, 9–48
- Peterson, A. T. et al., 2008: Shifting Global Invasive Potential of European Plants with Climate Change. *PLoS ONE* 3, e2441
- Pickett, S. T. A., 1989: Space-for-time substitution as an alternative to long-term studies. In Likens, G.E. (ed.) Long-Term Studies in Ecology: Approaches and Alternatives. Springer, NY, 10–135
- Ready, P. D., 2008: Leishmaniasis emergence and climate change. *Rev Sci Tech* 27, 399–412
- Ready, P. D., 2010: Leishmaniasis emergence in Europe. *Euro Surveill* 15, 19505
- Rioux, J. A. et al., 1986: Ecology of leishmaniasis in the south of France. 21. Influence of temperature on the development of *Leishmania infantum* Nicolle, 1908 in *Phlebotomus ariasi* Tonnoir, 1921. Experimental study. *Ann Parasitol Hum Comp* 60, 221–229
- Roeckner, E., et al., 2003: The atmospheric general circulation model ECHAM 5. Part I: Model description. *Max-Planck-Institut für Meteorologie*, Hamburg, Germany
- Rogers, D. J. and Randolph, S. E., 2006: Climate Change and Vector-Borne Diseases. *Advances in Parasitology* 62, 345–381
- Serra-Diaz, J. M., Ninyerola, M. and Lloret, F., 2002: Coexistence of *Abies alba* (Mill.) – *Fagus sylvatica* (L.) and climate change impact in the Iberian Peninsula: A climatic-niche perspective approach. *Flora - Morphology, Distribution. Functional Ecology of Plants* 207, 10–18
- Shaw, J., 2007: The leishmaniasis – survival and expansion in a changing world. A mini-review. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz* 102, 541–547
- Skov, F. and Svenning, J. C., 2004: Potential impact of climatic change on the distribution of forest herbs in Europe. *Ecography* 27, 366–380
- Slappendel, R. J. and Teske, E., 1999: A review of canine leishmaniasis presenting outside the endemic areas. In Killick-Kendrick, R.: Canine Leishmaniasis: an Update, Hoechst Rousse, Barcelona, 54–59
- Slappendel, R. J., 1988: Canine leishmaniasis. A review based on 95 cases in The Netherlands. *Vet Q* 10, 1–16
- Solano-Gallego, L. et al., 2003: Cutaneous leishmaniasis in three horses in Spain. *Equine Vet J* 35, 320–323
- Solano-Gallego, L., et al., 2011: The distribution of canine *L. infantum* infection in Europe. *Parasites & Vectors* 4, 86
- Thuiller, W., Araújo, M. B. and Lavorel, S., 2004: Do we need land-cover data to model species distributions in Europe? *Journal of Biogeography* 31, 353–361
- Trotz-Williams, L. A. and Trees, A. J., 2003: Systematic review of the distribution of the major vector-borne parasitic infections in dogs and cats in Europe. *Veterinary Record* 152, 97–105
- Tutin, T. G. et al., 1964: *Flora Europaea*. Cambridge University Press, Cambridge, UK
- Yeates, D. K., 2002: Relationships of the lower Brachycera (Diptera): A quantitative synthesis of morphological characters. *Zool. Scripta* 31, 105–121
- Yeates, D. K., 1994: The cladistics and classification of the Bombyliidae (Diptera: Asiloidea). *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.* 219, 1–191



A Cholnoky szobor Veszprémben, a róla elnevezett iskola előtt. Jobb oldalt Rybár Olivér a szoborállítás kezdeményezője, mellette Prof. dr. Hevesi Attila egyetemi tanár, a szobor bal oldalán Cholnoki Tamás nyugdíjas mérnök, Jenő unokája. 2014. június 14. Beszámoló a szoboravatásról lapunk 65. oldalán olvasható.

A KÉRDŐ-FÉLE FRONTÉRZÉKENYSÉGI TESZT VIZSGÁLATA ÉS KÍSÉRLET A TOVÁBBFEJLESZTÉSÉRE

SURVEY OF KÉRDŐ'S WEATHER SENSITIVITY TEST AND AN ATTEMPT FOR ITS IMPROVEMENT

Fülöp Andrea¹, Mika János², Düll Andrea³

¹ Országos Meteorológiai Szolgálat, 1024 Budapest, Kitaibel Pál u. 1., fulop.a@met.hu

² Eszterházy Károly Főiskola, 3300 Eger, Leányka u. 6., mikaj@ektf.hu

³ ELTE PPK Gazdaság- és Környezetpszichológia Tanszék, 1064 Budapest, Izabella u. 46., dull.andrea@ppk.elte.hu

Összefoglalás. Fél évszázada a Kérdő István orvos és munkatársai, köztük Örményi Imre meteorológus által kidolgozott teszttel vizsgáljuk az emberek frontérzékenységet. Ez a teszt a szimpatikus és paraszimpatikus idegrendszer egyensúlyát vizsgálja a hétköznapi szokásainkról szóló, 50 kérdésre adott válaszok alapján. Az OMSZ-ban 2006 és 2009 között többszáz személy vállalkozott a teszt kitöltésére. A válaszadók reakcióiból és az eredmények értékelése során fény derült a teszt hibáira, melyeket megpróbáltunk kiküszöbölni. A kérdések számát bő ¼-ével csökkentettük, egyértelműbbé tettük az ellentétpárokat, kihagytunk a kitöltés során nehezen megválaszolt kérdéseket. Ezután korrigáltuk azt a hibát is, hogy eredetileg az egyik fajta érzékenység végig az első, a másik fajtára utaló mindig a második oszlopban szerepelt. A tesztek további módosítása, hogy nem csak két, hanem négy lehetséges választ is megengedtünk, az egyértelmű döntés helyett az „inkább...” fokozat beiktatásával. A módosított tesztet ezután az Eszterházy Károly Főiskola nappali tagozatos hallgatóin végeztük el, 2011-ben. A 84 elemű minta alapján nagyon kevés markáns frontérzékenység adódott a vizsgált, 18-23 éves korosztályban. Számszerűsítettük ezen belül a válaszok esetleges ingadozását a kérdések között, a válaszadók elfáradása (közömbössé válása) függvényében, de egyirányú változást nem találtunk. A négy választ összevonással kettőre redukálva, az egy-egy személyre vonatkozó tesztek eredménye alig változott, s a négy fokozat közötti választás is közel egyenletes volt. Mindez arra utal, hogy nem indokolt bővíteni, s ezáltal komplikálni az eredeti, két választos megoldást.

Abstract. Approx. 50 years ago, medical doctor, István Kérdő and his colleagues, including a meteorologist, Imre Örményi developed a weather sensitivity test (WST) to survey human weather sensitivity. This 50 item questionnaire measures the balance of the sympathetic and parasympathetic nervous system. From 2006 to 2009 a few hundred people filled this form in. Collecting reactions of the responding people and analysing the results, several failures of WST turned out. We tried to identify these mistakes, and correct them. Instead of 50 questions, their number was reduced by over 25%, the two opposite ending points of the possible answers were made unequivocal, and some questions causing troubles in the previous round were omitted. At the same time, the erroneous feature of the initial WST that everywhere the same frontal sensitivity was positioned in one column and the other type in the other column. Instead of two possible answers we identified four to each question. Use of this new version of QST was performed in 2011 at Eszterházy Károly College. After filling in 84 tests, only one person from this young (18-23 year old) generation appeared to be strongly weather sensitive. We also investigated the possible fluctuations among the answers due to getting tired and uninterested during the process, but we didn't find any regularity in the answers that should point at such factor in the answering process. Having transformed the four answers into two by joining them, the individual results did not change considerably. Hence, it is worth returning to the two possible answers.

Bevezetés. Az időjárás hatásaival foglalkozó kutatók megegyeznek abban, hogy a melegfrontok érkezésekor szimpatikus jelenségek, hidegfrontok betörésekor paraszimpatikus folyamatok sora veszi kezdetét az emberi szervezetben. Vizsgálataik (Smedslund and Hagen, 2011; Berry et al, 2005) szerint a patogén jelenségek mellett több pszichés tünet is felfedezhető. A melegfrontok idején jellemző tünet az ingerküszöb alászállása és a pszichés extrovertáltság, de nyugtalanság, idegesség, szorongás, depresszió és a kezdeti teljesítménycsökkenés utáni gyors kimerülés is tapasztalható. Hidegfrontoknál a kapcsolat a külvilággal korlátozódik; az érzékszervek aktivitása és a gondolattevékenység csökken, az ingerküszöb nő és introverzió uralkodik el az érzékeny személyen. Jelentkezhet fáradtság, kábultság, ásitási kényszer, bosszús hangulat, eufória is (Lányi, 1990). Kérdő István és munkatársai (Örményi, 1972) kidolgoztak egy adott időpontra vonatkozó, ún. vegetatív indexet (V.I.), amit az alábbi képlettel definiáltak, ahol csupán két változó, a diasztolés vérnyomás (D) és a pulzus (P) játszik szerepet:

$$V.I. = (1 - D/P) \cdot 100$$

Ebből a képletből meg lehet állapítani a Geofizikai Biotípust, amely az egyén frontérzékenységről ad in-

formációt. Az index tesztelésének érdekessége, hogy két mintán vizsgáldtak; egy egészséges, sportolókból álló és egy neuraszténias, pszichopátiás járóbeteg csoporton. Mindkét esetben az index eloszlása normális volt (1 körüli átlaggal), de a pszichiátriai járóbetegeknél a görbe jóval laposabb és széttérültebb volt, tehát a sportolókhöz képest nagyobb eltérések gyakran előfordultak. Ez azért érdekes, mert a szélsőséges eltérés arra enged következtetni, hogy a pszichés problémákkal küzdő embereknek már az időjárás-érzékenység valamilyen fokú állapota is fennáll. Ez a dolog fordítva is igaz: a vegetatív idegrendszer állapotát – tehát azt, hogy a szervezet hogyan küzd meg a külső környezeti stresszel – a pszichés, a belső biológiai állapot és a külső meteorológiai paraméterek egyaránt meghatározzák. Tehát a szervezet ellenálló képessége ezektől a feltételektől is jelentősen függ. A hatást bonyolítja, hogy egy kutatócsoport (Macfarlane et al., 2010) krónikus fájdalomtól (fibromyalgia) szenvedő betegeket vizsgálva úgy találta, hogy az erősen időjárás-érzékeny kísérleti személyeknél a (pl. ízületi gyulladásból származó) fájdalom funkcionális károsodást és pszichológiai stresszforrást okoz az időjárás változások idején. Ennek a betegségnek az egyik ismértve éppen az,

hogyan reagál a szokásos fájdalomcsillapítókra. Vanak, akik a betegséget a stresszre, depresszióra és a szorongásra adott fizikai válasznak tartják, vagyis ezek a betegek feltehetően mindenféle környezeti hatásra nagyon érzékenyek. De vajon az időjárás befolyásolja a hangulatot és ez okozza a panaszok különféle (pozitív-negatív, szubjektív) értékelését, vagy egyszerűen az időjárás okozza a panaszokat?

Akárhogyan is, a kérdés mindig felmerül: van-e összefüggés az időjárás és akár a látszólag egészséges emberek által tapasztalt tünetek között? Egy vizsgálat szerint ugyanis egészséges emberek is beszámolnak időjárás-változás idején tapasztalt hangulatváltozásról (*Vadzyuk and Mikula*, 1997). Ha van ilyen kapcsolat, akkor melyik időjárási tényező, vagy tényezők befolyásolják mindennapi életünket, és vajon mi a hatás mechanizmusa és fiziológiai háttere? Egy vizsgálatban (*Horváth*, 1963) az alacsony frekvenciájú légnyomásváltozásokat összevetették baleseti statisztikákkal és mentő-kiszállásokkal, valamint időjárásérzékenyek közérzeti naplóival is, és szintén voltak együttjárások. A légnyomásváltozások igazoltan befolyásolják a kognitív képességeket.

A hőmérséklet elsősorban evidens módon a keringésre, de pl. a vér viszkozitására (trombózisz rizikó) és a koleszterinszintre is hat (*Örményi*, 1961). Az elektromágneses (EM) sugárzás kapcsán megemlítünk egy érdekes cikket, amely szerint a laboratóriumban, mesterségesen előállított légköri zavarok erősebb EEG-változásokat okoztak a magukat időjárás-érzékenynek valló személyek esetében, mint az érzéketleneknél. Ezzel egy időben azonban a sugárzás nem váltott ki tipikus közérzeti tüneteket, rosszulétet. A kHz-es tartományba tartozó természetes EM impulzussugárzás (légköri zavarok), amely a turbulens légrétegek sűrűlódása során keletkezik, valamint a Föld-légkör hullámvezetőben terjedő EM sugárzás, a „szferiks” (a villámok által kisugárzott, az ionoszférában terjedő elektromágneses hullámok) is hatással van közérzetünkre, szervezetünkre. A szferiks olyan elektromágneses sugárzás, amelyet a villámlás következtében kialakuló töltéscsere, valamint a felső 400-500 kilométeres tartományban történő légtömegcsere hoz létre (*Schienle et al.*, 1998). Legfontosabb tulajdonsága, hogy a villámlás helyétől akár több ezer kilométerre is eljut, hatása ott is mérhető. Már az 1930-as években tulajdonítottak neki biológiai hatást. Gyakorlati tapasztalatként korábban is felmerült, hogy a villámlásnak, mint hatalmas energiájú természeti folyamatnak, lehet egészségügyi hatása is. Intenzív zivatar-tevékenység során korábban leírtak például feszültséget, izgatottságot.

Vaitl et al. (2001) nem talált összefüggést a migrén és a szferiks előfordulása között a nyári időszakban. Azonban a feszítő, tenziós fejfájás jól korrelált a hőmérséklettel ($r = 0,36$, $P_{véletlen} < 1\%$) és a páratartalommal ($r = 0,27$, $P_{véletlen} < 5\%$) a vizsgált nyári időszakban. Az alacsony frekvenciájú (1-100 kHz), gyengén változó mágneses tér befolyásolja az epilepsziás rohamokat (*Ruhenstroth-Bauer et al.*, 1995). *Horváth* (1963) kutatásai szerint szoros az összefüggés az időjárás és az üzemi és közúti balesetek gyakorisága között. Főképp a fiatal

dolgozók követnek el ilyenkor hibákat. Ez betudható a kevés szakmai tapasztalatnak, valamint annak, hogy a munkafolyamatok még nem zajlanak kellően begyakorlotta, nem mélyültek el eléggé az automatikus folyamatok. Itt a meteorológiai tényezők az észlelési mozgások teljesítőképeségét ronthatják le (pl. a reflexeket lassíthatják), mivel nehézségként jelentkezhetnek a szervezet alkalmazkodási és szabályozási folyamataiban. Ez is vezet a balesetekhez, kisebb sérülésekhez. A frontokkal kapcsolatban tehát van sok mindennapi tapasztalat és vélekedés, de viszonylag kevés a bizonyító erejű. Rengeteg a kérdés, amelyek egy részével a szerzők is terveznek foglalkozni. Ahhoz azonban, hogy a fenti eredmények helytállóságát ellenőrizni tudjuk, szükség lenne egy igazán objektív, kalibrált és igazolt front-tesztre. Az időjárási hatások korrekt megállapítását ugyanis csak megalapozott eszközzel végezhetjük sikerrel. Tanulmányunkban bemutatjuk a hazánkban leggyakrabban használt, Kérdő István és munkatársai által kidolgozott kérdéssort (*Örményi*, 1972; *Lányi*, 1990), a tapasztalt hibákat, majd a teszt általunk javasolt módosított változatát és az ennek kitöltése során szerzett tapasztalatokat.

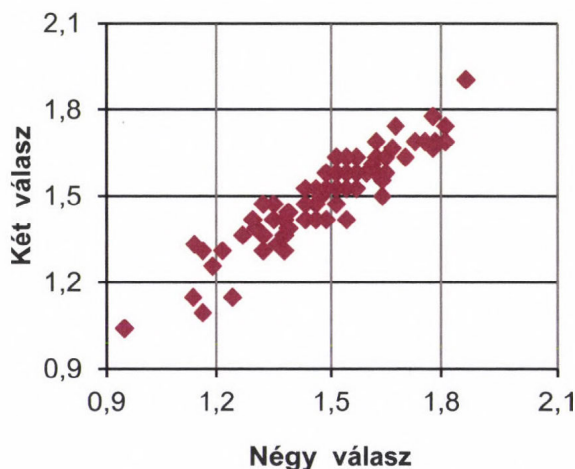
Vizsgálati anyag és módszer. Már 2006 óta folytatunk közös kutatást a Nyugat-Magyarországi Egyetemen, Szombathelyen. Ottani vizsgálatainkhoz az eredeti front-érzékenységi kérdőívet (*Örményi*, 1972) használtuk. Az eredeti kérdéssorral kapcsolatos tapasztalataink további, 329 kitöltés során keletkeztek (*Fejes és Fülöp*, 2007). Ez utóbbi populáción (a Múzeumok Éjszakáján résztvevő, önkéntes kitöltők) alapuló, a legszembetűnőbb észrevétel az volt, hogy az 50 kérdéses teszt a kitöltők számára nagyon sok, hamar ráuntak a válaszadásra és a kitöltés egyénileg különböző pontjától kezdve tetszőlegesen jelölgettek, nagyobb arányban választva az első oszlopot. Erről annak nyomán bizonyosodtunk meg, hogy megcseréltük az oszlopokat. Ekkor a kitöltők, egy következő, szintén 329 elemű minta származtatói megint az első – ellentétes frontérzékenységet hordozó – oszlopba eső válaszokat jelölték jóval nagyobb hányadban.

Az első és legfontosabb változtatás emiatt az volt, hogy véletlenszerűsítettük azt, hogy a hideg-, avagy a melegfrontra való érzékenység álljon-e a feleletválaszték elején. A kérdőív megváltoztatása során a szakértői egyeztetés módszerét alkalmaztuk. Folytatva az eredeti kérdőív javítását, voltak eredetileg kizárólag nőkre vonatkozó (pl. menstruációval kapcsolatos) kérdések, amelyeket férfiaknak értelemszerűen nem kellett kitölteni. Az új tesztből ezeket a kérdéseket is kihagytuk. Emellett, azokat a kérdéseket is elhagytuk, amiket a pillanatnyi hőérzet is befolyásol, például „Hűvös szélben jól érzi magát?”. Egy részleges, néhány főre korlátozódó korábbi elővizsgálatunkban ugyanis azt tapasztaltuk, hogy az időjárás kb. három óra elteltével bekövetkezett megváltozása, a hőmérséklet csökkenése, a szabad téren tartózkodó kitöltő személyek frontérzékenységet mintegy 0,15-os értékkel a hidegfront-érzékenység felé tolta el, döntően az ilyen kérdésekre adott válaszok miatt.

Voltak továbbá olyan kérdések, amikre látszólag ok nélkül nem válaszoltak a jelöltek. (Pl. *Az esti kávézás után*

nehezen alszik el?) Hiszen nem mindenki kávézik, pláne este, s ez a válasz elmaradását okozhatta. Végül, voltak az eredeti kérdőívben olyan kérdések is, amelyekben a felkínált válaszok nem zárták ki egymást. Például, hogy a tejet, vagy a teát kedveli-e az illető. Az új kérdéssorban igyekeztünk egymásnak valóban ellentmondó állításokat megfogalmazni. Egy további változtatás, amivel megpróbáltuk az odafigyelés nélküli, gépies kitöltést, a feladattól való egyszerű „szabadulás” lehetőségét csökkenteni, az volt, hogy az eredetileg két válasz lehetőségét négyre növeltük, az „inkább az egyik”, „inkább a másik”, illetve egyértelműen „az egyik” vagy „a másik” bejelölését felkínálva. Így a válaszadásra így négyfokú skála állt rendelkezésre a kitöltés során.

A megoldó-kulcs értelmezését is megváltoztattuk, egyszerűsítettük, az eredeti hét kategória helyett 5 újat engedve. Az egyértelmű melegfront-érzékenységet jelző választ (önkéntesen, de következetesen) 0, az inkább meleg- mint hidegfront-érzékenységet 1, a fordítottját 2, az egyértelmű hidegfront-érzékenységet pedig 3 ponttal



1. ábra: A négy választeszt és annak két válaszra redukált változata alapján adható egyéni frontérzékenységek kapcsolata. A redukció során az eredeti 0 vagy 1 pontnak megfelelő értékeket 0,5-tel, a 2 és 3 pontot 2,5-tel helyettesítettük. (A két változó korrelációja 0,922.)

jelölve, a 37 válasz számtani átlagának javasolt új értelmezése a következő:

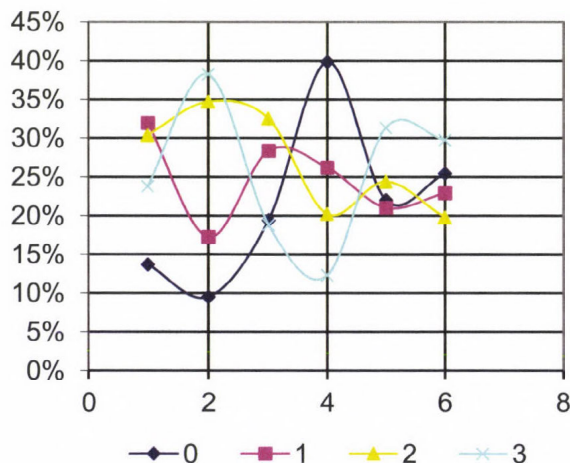
0–1,0 pontig:	<i>Erősen</i> melegfront-érzékeny
1,01 – 1,33:	<i>Enyhén</i> melegfront-érzékeny
1,33 – 1,67:	<i>Nem (vegyesen)</i> front-érzékeny
1,67 – 2,00:	<i>Enyhén</i> hidegfront-érzékeny
2,01 – 3,00:	<i>Erősen</i> hidegfront-érzékeny

A kérdőív végén azt a kérdést is feltettük – de nem vontuk be a fenti pontszámításba –, hogy a válaszadó milyen frontérzékenységet vél igaznak a maga számára.

A fenti módon átalakított kérdéssor használhatóságát úgy ellenőriztük, hogy az egri Eszterházy Károly Főiskola 84 hallgatójának (33 férfi, 47 nő, négyen üresen hagyták), azaz 19-23 év közötti (átlagban 22,6 éves) életkorú hallgatóknak adtuk oda kitöltésre. Közöttük 9-en levelező hallgatók, a többiek 25 év alattiak. A kitöltéskor szándé-

kosan nem mondtuk meg, hogy mi a vizsgálat célja (front-teszt), csak azt kérték a hallgatók számára ismerős tanárok, hogy egy tudományos kutatáshoz kérik. Volt közöttük sok földrajzos, illetve együttesen kb. ugyanennyi testnevelés és biológia szakos.

Vizsgálati kérdések és eredmények. Fontos kérdés volt, hogy van-e értelme a 4 fokozatú skálának? A négyfokozatú osztályozás átlaga 1,485, ami a melegfront-érzékenység minimális többletére utal a teljesen semleges 1,5-ös átlaghoz képest. A 84 elemű minta szórása 0,178, azaz kicsi. Ha a két-két bal-, illetve jobb oldali átlag összevonásával a kétválaszú kérdést szimuláljuk, akkor a fentitől kissé eltérő, 1,496-os átlagot kapunk, míg a szórást értelemszerűen csökken, 0,155-re. (Ebben a hasonlításban a két-két meleg- illetve hidegfronti választ 0,5-ös, illetve 2,5-ös értékkel vettük figyelembe.) A négy, illetve két válasz pontszámainak korrelációja a 84 elemű mintában értelemszerűen igen magas, 0,922 (1. ábra). Mind-ebből azt a következtetést vontuk le, hogy nincs sok értelme négyre növelni az eredeti két válasz lehetőségét.



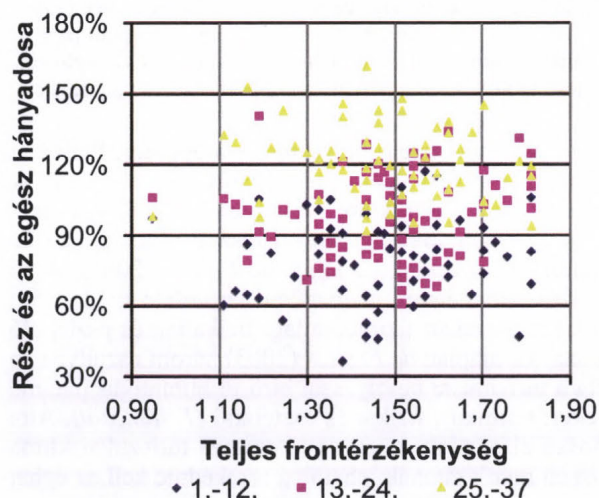
2. ábra: A kérdőív szerinti %-os válaszok a kérdéseket hatosával (6 csoportba) osztva. A vízszintes tengelyen az 1. rendre az 1-6. kérdést, a 2 a 7-12. kérdést jelölt, stb.

A következőkben arra voltunk kíváncsiak, hogy a kérdőív kitöltésében előre haladva, változott-e a kitöltők preferenciája az első, a második, a harmadik, illetve a negyedik kocka bejelölése között. Más megfogalmazásban, a fáradás, a feladatra ráúnás mutatkozik-e a kitöltésekben. Ennek érdekében hat szakaszba rendeztük a kérdéseket a kérdőívben szereplő sorrendben. A sorszám szerint hatosával (az utolsó csoportra 7 kérdést hagyva) csoportosított kérdésekre adott válaszok gyakorisága erősen hullámzott a kitöltés során annak ellenére, hogy a négy lehetséges kocka bejelölésének gyakorisága a 37 kérdésre adott válaszok átlagában már kevésbé tért el egymástól (2. ábra).

Különösen a balról első (0-s) és a jobbról első (3-as) válasz hullámzott: Az előbbi kezdetben 10%, később 40% arányban jelölték be a válaszadók, s csaknem ilyen mértékű a 3-as válasz (fordított irányú) ingadozása is. Mind-

ez nem megnyugtató abból a szempontból, hogy szeretnénk, ha a végleges front-teszt kitöltése egyenletes, hangulati elemektől mentes lehetne. Az, hogy ez nem teljesült, arra utal, hogy érdemes lenne rövidíteni a tesztet, bár a négy alternatíva kettőre szűkítése is bizonyára mérsekli majd a kitöltők fásultságát.

Ugyancsak különös a fenti csoportosításból, hogy egyértelmű tendencia van a válaszok immár értelmezve csoportosított (meleg: 0, hideg: 3, stb.) kezelése mellett, az, hogy az első 12 kérdés (két szomszédos csoport, összevonva) megválaszolása sokkal kisebb átlagokat produkált, mint az utolsó 13 tesztkérdés. Ebből ismét a kitöltés hangulatszerű voltára következtethetünk, vagyis lehet, hogy még a 36 kérdés (és a négyféle lehetséges válasz) is sok. Ugyanakkor, az azért megnyugtató, hogy a belső és a külső kockákba adott válaszok aránya majdnem azonos, a teljes mintán 1541 illetve 1636 (48,5 vs 51,5%), ami csak enyhe fölény a külső, egyértelműbb válasz szempontjából. Ha a sorrendre is tekintettel vagyunk, akkor a gyakoriság balról jobbra, rendre 704, 785,



3. ábra: A végérték és a harmadonkénti érték hányadosa. A kérdések első, második illetve harmadik harmadában kapott átlagos frontérzékenységi indexek és a teljes index hányadosa az utóbbi index növekvő nagysága szerint rendezve. Az első harmadban alul (melegfront felé), a harmadik harmadban fölül (hidegfront felé) becsülték a hallgatók az átlag-

851 és 837 (22, 25, 27 és 26%), vagyis nem vádolhatók a kitöltők az előlrol kézre eső kockák hebehurgya választásával. Mégis, talán növelhető a kitöltés komolysága, ha a megkérdezettek tudják, hogy mit töltenek ki.

Megvizsgáltuk azt is, hogy – továbbra is figyelve a frontérzékenység jellegére – van-e hullámváz a kitöltő egyének frontérzékenységében aszerint, hogy a 37 kérdés elején (1-12. kérdés), közepén (13-24. kérdés), vagy a végén (25-37. kérdés) szereplő válaszokat átlagoljuk. A várakozással ellentétben volt ilyen különbség (3. ábra). A kitöltés elején inkább a meleg-, a végére inkább a hidegfronti érzékenységre utaló válaszokat kaptunk. Torzítatlanul leginkább a kérdéssor közepén válaszolt a 84 hallgató. Ez is arra utal, hogy eltérő (az elején türelmesebb, a vége felé talán ingerültebb vagy unatkozóbb) hangulatban végezték a kitöltést. Vizsgáltuk az utolsó, a kitöltő saját frontérzékenységére vonatkozó kérdés helyénva-

lóságát is, de azt kaptuk, hogy nincs igazán kapcsolat a vélt és a teszt alapján megállapított, valós frontérzékenység között. A korrelációs együttható ugyanis 0,0322 volt. A végére hagytuk a teszt legfurcsább eredményét: a zömmel nappali tagozatos egyetemisták korosztályában (19-22 évesek) a vizsgált 84 hallgató között mindössze egyet találtunk, akinek egyértelmű, 1 alá vagy 2 fölé eső, azaz erős frontérzékenysége volt! Erre az eredményre számos magyarázat kínálkozik, vagyis nincs magyarázat – további vizsgálatok deríthetik ki, hogy a válaszalternatívákból vagy más jelenségből eredhet a kapott adat vagy a véletlennel van dolgunk.

Összefoglalás. Célunk az eredeti, de immár 50 éves Kérdő István-féle frontérzékenységi kérdőív modernizálása volt. Ehhez először az eredeti kérdéssor hiányosságait mértük fel és azokra kerestünk módszertanilag megfelelő megoldást. Összesen több száz felvétel után kiderült, hogy a kérdőív túlságosan hosszú, felesleges kérdéseket tartalmaz, és meglehetősen fásasztja a megkérdezetteket. Ezért a sort lerövidítettük, a felesleges kérdéseket kihagytuk, a meglévő kérdéseket és válaszokat pontosítottuk. A jóval kisebb mintán, ám módszertanilag korrigált módon elvégzett vizsgálat eredményei arra utalnak, hogy – bár több durva torzító hatást sikerrel kiszűrtünk – még mindig sok a 36 megválaszolandó kérdés ebben a vizsgáló eljárásban. Megállapítottuk továbbá azt is, hogy eredményeink szerint a kitöltők szubjektíve gondolt egyéni frontérzékenysége nincs kapcsolatban a kérdőív által megállapított érzékenységgel, amely – legalábbis vizsgálatunk eredménye szerint – ebben a fiatal hallgatói korosztályban még kevésbé jellemző.

Irodalom

- Berry, J. W., Worthington, E. L., O'Connor, L. E., Parrott III, L., and Wade, N. G., 2005: Forgiveness, vengeful rumination, and affective traits. *Journal of Personality* 73, 1–43
- Fejes, E. és Fülöp, A., 2007: Frontérzékenységi teszt eredmények a Múzeumok Éjszakáján végzett felmérés alapján, *Léggör* 52(3), 28–29
- Horváth, L. G., 1963: A meteoropszichológiai tényezők szerepe az ipari, vasúti és az autóközlekedési balesetekben. *Akadémiai Kiadó*, Budapest.
- Lányi, P., 1990: Vigyázat! Frontbetörés. *Medicina*, Budapest pp. 206
- Macfarlane, T. V., McBeth, J., Jones, G. T., Nicholl, B. and Macfarlane, G. J., 2010: Whether the Weather Influences Pain? Result from the EpiFunD Study in North West England. *Rheumatology* 49, 1513–1520
- Örményi, I., 1961: Vérkeringési és idegrendszeri vizsgálatok az advektív-dinamikus analízis tükrében. Egyetemi doktori értekezés. *Eötvös Loránd Tudományegyetem*, Budapest
- Örményi, I. 1972: *Ergonómia* 5, 156–165.
- Ruhenstroth-Bauer, G., Vogl, S., Baumer, H., Moritz, C. and Weinmann H.M., 1995: Natural atmospheric and occurrence of seizures in six adolescents with epilepsy: a cross correlation study. *Seizure* 4, 303–306
- Schienze, A., Stark, R. and Vaitl D., 1998: Biological effects of Very Low Frequency (VLF) *Atmospherics in Humans: a Review. Journal of Scientific Exploration* 12, 455–468
- Smedslund, G. and Hagen, K.B., 2011: Does rain really cause pain? A systematic review of the associations between weather factors and severity of pain in people with rheumatoid arthritis. *Eur. J. Pain* 15(1), 5–10.
- Vadzyuk, S. N. and Mikula, N.M., 1997: Subjective Temporal Reference and Short-Term Visual Memory in Healthy Men Depending on Weather and Neurotism Level. *Human Physiology* 23, 437–439
- Vaitl, D., 2001: Headache and sferics. *Headache*. 41, 845–853

A TURIZMUS KLÍMA INDEX MÓDOSÍTÁSI LEHETŐSÉGE A KÖZÉP-EURÓPAI KLIMATIKUS VISZONYOKHOZ

POSSIBILITY OF MODIFICATION OF TOURISM CLIMATIC INDEX TO CENTRAL EUROPEAN CLIMATIC CONDITIONS

Kovács Attila, Unger János

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

Összefoglaló. Az éghajlati viszonyok általános turisztikai (pl. városlátogatási) célokra való alkalmasságát leggyakrabban az ún. turizmus klíma index (Tourism Climatic Index – TCI) segítségével jellemzik. Vizsgálataink során az eredeti indexet két szempontból módosítottuk. Egyrészt, az index termikus komfortviszonyokat jellemző komponenseiként a széles körben használt fiziológiailag ekvivalens hőmérsékletet (PET) alkalmaztuk. Másrészt, az index időbeli felbontását egy városnéző turista jellemző tartózkodási idejéhez igazítottuk azzal, hogy az eredetileg havi felbontást tíznaposra finomítottuk. E módosított index segítségével néhány hazai és közeli közép-, illetve dél-európai turisztikai célterület példáján jellemeztük és összehasonlítottuk, hogy milyen időszakokban lehetnek megfelelőek vagy hátrányosak a klimatikus viszonyok turisztikai célokra. Az alkalmazott módosítások lehetőséget nyújtanak egy korszerűbb, a közép-európai körülményekre alkalmazható TCI kifejlesztéséhez.

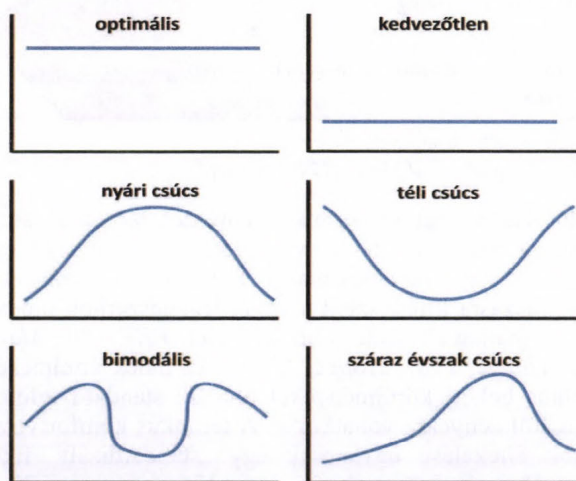
Abstract. The suitability of climate for general tourism purposes (i.e., sightseeing) is most frequently evaluated by the Tourism Climatic Index (TCI). In this study the original TCI is modified in two ways. On the one hand, the widely used bioclimatic index, Physiologically Equivalent Temperature (PET) is applied in the parts of the index related to thermal comfort conditions. Furthermore, the temporal resolution of TCI is adjusted to a ten-day scale, since it suits better to tourists' average length of stay during sightseeing tours. Using the modified TCI we characterized and compared which periods of the year could be climatically suitable or unfavourable for tourism purposes in some Hungarian and relatively close Central and Southern European tourist destinations as examples. These modifications provide an opportunity to update the TCI to Central European conditions.

Bevezetés. A turizmus a magyar nemzetgazdaság egyik meghatározó szektora. A Központi Statisztikai Hivatal adatai alapján 2011-ben a több mint 41 millió külföldről érkező turista 1200 milliárd forinttal járult hozzá hazánkban a turizmus ágazatának bővüléséhez. A turizmusra jellemző ágazatok pedig a legutóbbi hivatalos adatok alapján a bruttó hazai termék (GDP) 5,9%-át adják és az összes foglalkoztatott 8,4%-ának biztosítanak munkát. Egy terület turisztikai vonzerejét számos tényező befolyásolja. A terület földrajzi elhelyezkedésén, domborzatán, tájképén, flóra és fauna összetételén túl az éghajlat is jelentős turisztikai erőforrásnak számít (*de Freitas*, 2003). A klíma döntő szempont lehet a turisztikai célterületek kiválasztásának folyamatában azáltal, hogy meghatározza egy terület adott turisztikai tevékenységre való alkalmasságának időpontját és időtartamát, illetve adott időszakban az optimális klimatikus viszonyokat nyújtó területeket (*Mieczkowski*, 1985). Végeredményben hatást gyakorol a látogatóknak a célterületen kialakuló általános elégedettségére és közérzetére. A klíma éven belüli változékonysága pedig egy adott helyen jelentősen befolyásolhatja a turisztikai szezon minőségét és hosszát, vagyis a szezonaritást, ezáltal a turisztikai keresletet is erőteljesen alakíthatja (*Scott and McBoyle*, 2001; *Scott et al.*, 2008). Azon területek, melyek „kedvező” klímával rendelkeznek, versenyelőnybe kerülhetnek a többi fogadó területhez képest. Ezért nagy hangsúly helyeződött az elmúlt néhány évtizedben olyan mérőszámok kifejlesztésére, melyek a klíma éven belüli változásának hatását jellemezni tudják a különböző turisztikai tevékenységek alkalmasságára, s hathatós információkat nyújtanak mind a turisztikai szolgáltatók, mind a turisták számára. Az értékesítő szakemberek egy ilyen index ismeretében például a szezonális kockázatát csökkenthetik, ha adott esetben növelik a kínálatot a csúcsgazdálkodási időszakon kívül, míg

az utazók a megfelelő helyszínt és időpontot, illetve tevékenységformát tudják optimálisabban kiválasztani. Az emberek nem külön-külön az egyes klimatikus állapotjelzőket, hanem ezek együttes hatását érzékelik, s ezekre reagálnak (*Mieczkowski*, 1985; *de Freitas*, 2003). A különböző paraméterek alapvetően háromféle módon fejthetik ki hatásukat: fiziológiailag, fizikailag és pszichológiailag. Ez alapján *de Freitas* (2003) három osztályba sorolta a turizmusra befolyással bíró fő klimatikus paramétereket: termikus, fizikai és esztétikai (*1. táblázat*). Általánosan elfogadott, hogy egy korszerű turisztikai klimatológiai mérőszámnak lehetőleg törekednie kell az éghajlat termikus, fizikai és esztétikai komponensének is a figyelembevételére, s egyetlen univerzális indexbe integrálni a főbb állapotjelzőket (*de Freitas*, 2003; *Matzarakis*, 2006; *Scott et al.*, 2008; *Yu et al.*, 2009; *Perch-Nielsen et al.*, 2010). Az egyik széles körben használt és népszerű turisztikai klimatológiai mérőszám az ún. turizmus klíma index (Tourism Climatic Index – TCI; *Mieczkowski*, 1985), amely jelenleg a legátfogóbb klímaindex a turizmus területén. A TCI alkalmas a klímaváltozás turizmusra gyakorolt globális vagy regionális hatásának a jellemzésére is, ezért számos tanulmányban különböző éghajlati scénáriókra futtatott klímamodelleredményeket is felhasználnak az index számításához. Így például a közelmúlt és a jövőre is vizsgálta a TCI tér- és időbeli alakulását, főként a szezonális jellemzőket és eltéréseket kiemelve *Scott et al.* (2004) Észak-Amerika, míg *Amelung and Viner* (2006) és *Perch-Nielsen et al.* (2010) Európa területére. Vizsgálataink során a turizmus klíma index általános ismertetése után áttekintjük annak néhány hátrányos tulajdonságát s az ezzel kapcsolatos módosítási lehetőségeket. Az eredeti index struktúrájában végrehajtottunk két nagyobb módosítást, amelyek az első lépését jelentik egy korszerűbb, a

1. táblázat: A turizmusra ható fő éghajlati komponensek és jelentőségük (de Freitas (2003) alapján)

Éghajlati komponensek	Jelentőségük
Termikus	Fiziológiai hatás
lég hőmérséklet, szélsébség, légnedvesség, hőhatású sugárzás, személyes tényezők együttes hatása	hőérzet, termikus komfort, fiziológiai stressz klímaterápia
Fizikai	Fizikai hatás
szél eső hó jegesedés levegőminőség UV-sugárzás	por, homok, vagyoni kár elázás, csökkent látási viszonyok és élvezet téli sportok, tevékenységek személyi sérülés, vagyoni károk egészség, allergia, közérzet egészség, napozás, napégés
Eszztétikai	Pszichológiai hatás
napfény/felhőzet látástávolság nappalok hossza	terület vonzereje, élvezete terület vonzereje, élvezete tevékenységek időtartama, kényelem



1. ábra: optimális: $TCI \geq 80$ minden hónapban; kedvezőtlen: $TCI \leq 40$ minden hónapban; nyári csúcs: TCI legnagyobb június és augusztus között; téli csúcs: TCI legnagyobb december és február között; bimodális: TCI legnagyobb és második legnagyobb tavasszal ősszel; száraz évszak csúcs: TCI legnagyobb tavasszal vagy ősszel

közép-európai viszonyokra alkalmazható TCI kifejlesztésének. A módosított indexszel néhány hazai és egyéb közép-, illetve dél-európai város példáján keresztül jellemezzük, hogy klimatológiai szempontból mely területek és milyen időszakok lehetnek megfelelőek vagy kedvezőtlenek turisztikai célokra.

A turizmus klíma index. Az eredeti turizmus klíma indexet Mieczkowski (1985) fejlesztette ki, turisztikai szempontú éghajlat-osztályozással és humán biometeorológiával foglalkozó szakirodalmi források alapján. A TCI értelmezése egy átlagos turista olyan általános szabadtéri turisztikai tevékenységeire vonatkozik, mint a városnézés, vásárlás és hasonló könnyed szabadtéri fizikai tevékenységek. Az index hét meteorológiai állapotjelző havi átlagait ötvözi öt tényezőbe (nappali komfortindex, napi komfortindex, csapadék, napfény és szél), s az egyes tagokat értéküktől függően 0 (kedvezőtlen) és +5 (optimális), a komfortviszonyokat kifejező tényezőket -3 és +5

közötti minősítéssel illeti. Az öt tényezőt eltérő súllyal veszi figyelembe az index, amelyben a legnagyobb súllyal a nappali komfortindex (C_{id}) rendelkezik, mivel ez a nap legerősebb turisztikai forgalmú időszakát jellemzi (kora délutáni órák; 2. táblázat). A TCI kiszámítása a súlyozott tagok összeadásával történik a következő módon:

$$TCI = 2(4C_{id} + C_{ia} + 2R + 2S + W)$$

Mivel mindegyik tag legnagyobb értéke 5 lehet, ezért a teljes index értéke maximum 100. A TCI index egyszerűen értelmezhető: egy -20-tól +100-ig terjedő skálán osztályozza a klíma turizmusra gyakorolt hatását, s a skálát 11 kategóriára osztja fel. A javasolt kategorizálás alapján az 50 feletti értékek elfogadhatónak, a 60 feletti-ek jónak, míg a 80-nál magasabb értékek kitűnőnek minősítik az adott terület klímáját a szabadtéri turizmus szempontjából (3. táblázat). Scott and McBoyle (2001) a TCI értékének évi eloszlása alapján hat eltérő lefutású menetet definiált úgy, hogy elméletileg minden helyszín TCI -menete megfelel az egyik kategória jellemzőinek (1. ábra). Ezáltal szemléletesen el lehet különíteni, hogy az év mely időszakai kedvezőbbek vagy éppen alkalmatlannak városnéző turisztikai tevékenységekre.

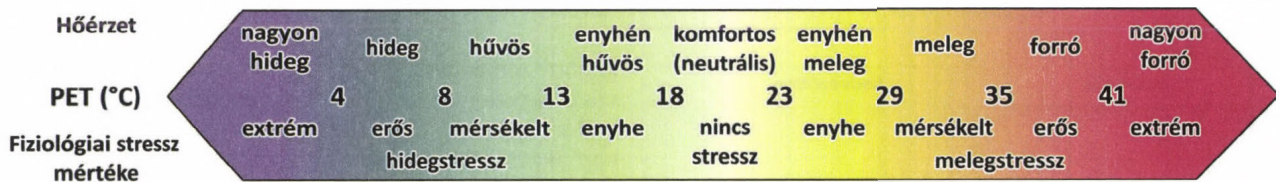
A termikus komfortot jellemző két tag (C_{id} , C_{ia}) az egyik legkorábbi, egyszerű empirikus termikus stresszindexen, a Houghten and Yaglou (1923) által kifejlesztett effektív hőmérsékleten (Effective Temperature - ET) alapul, amely a lég hőmérséklet és a relatív nedvesség termikus komfortra gyakorolt együttes hatását fejezi ki. Mesterséges klímakamrákban lévő nagyszámú teszt-alanynak különböző hőmérséklet-nedvesség kombinációk által kiváltott pillanatnyi szubjektív hőérzetét vizsgálták, s az ebből kirajzolt azonos hőérzetű görbék adták az effektív hőmérséklet izovonalait. Az optimális komfort-tartomány definícióját az alanyok lehető legnagyobb arányban kiváltott kedvező hőérzete határozta meg (a „várható elégedetlenségi arány” 5–20% közötti). Mintegy 50 évnyi kutatás eredményeképpen az ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers) 1972-es szabványa képezi a legutolsó módosítását az effektív hőmérsékletnek, s ez

adja az alapját a TCI termikus komfort tagjai minősítő rendszerének. Az optimális komfortzóna eszerint a 20–27 °C közötti effektív hőmérséklet tartomány – ez kap 5 pontot.

zet és környezete közötti hőcserefolyamatokat s az alapvető hőszabályozási mechanizmusokat figyelembe vevő modellekből származnak. Az így levezethető indexek a szervezet hőszabályozó folyamatait közvetlenül befolyá-

2. táblázat: A turizmus klíma indexet felépítő tényezők, hatásuk és súlyozásuk

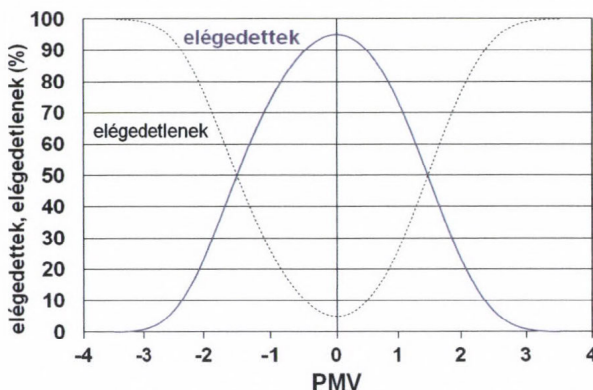
Tényezők	Havi átlag	TCI-re való hatás	Súlyozás
nappali komfort index (CId)	napi maximumhőmérséklet (°C) és minimum relatív nedvesség (%)	a termikus komfortviszonyt jellemzi a legnagyobb napi turisztikai aktivitás idején (általában 12–16 óra között)	40%
napi komfortindex (CIa)	napi átlaghőmérséklet (°C) és átlagos relatív nedvesség (%)	az egész napra jellemző termikus komfortviszonyt jellemzi	10%
csapadék (R)	csapadékösszeg (mm)	szabadtéri tevékenységekre és közérzetre való negatív hatás	20%
napfény (S)	napfénytartam (óra)	pozitív hatás	20%
szél (W)	szélsebesség (ms ⁻¹)	változó hatás a nagyságától és a maximumhőmérséklettől függően	10%



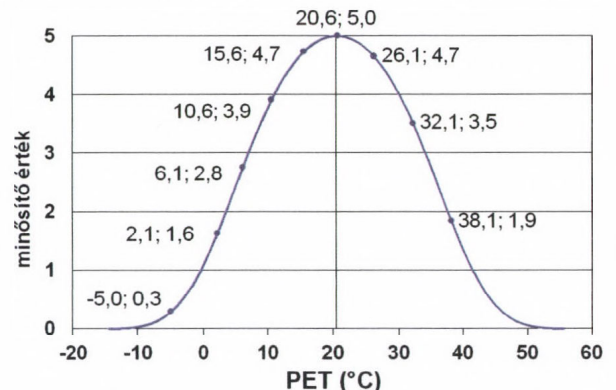
2. ábra: A nyugat- és közép-európai viszonyokra vonatkozó PET kategóriák értéktartományai, az emberi hőérzet és a fiziológiai stressz szint alapján (Matzarakis and Mayer (1996) nyomán)

Ennek két oldalán pedig az 1972-es szabványban meghatározott ET tartományonként csökken az adható minősítés 0,5 vagy 1 értékkel. A minősítő pontok viszont alapvetően a szerző szubjektív véleményén alapulnak, és nem validálták őket az emberek komfortérzetével. A használt ET – egyszerű empirikus index lévén – humán bioklimatológiai értelemben ma már túlhaladott, ezért használata nem jellemző a tudományág egyéb területein sem. Legnagyobb hátránya, hogy mindössze két meteorológiai állapothatározót ötvöz, s nem számol a többi termikus éghajlati komponenssel, tehát a szél- és a sugárzási viszonyok hőérzetet befolyásoló hatásával, éppen ezért nem jellemzi termofiziológiailag releváns módon a termikus komfortviszonyokat. Továbbá nem vesz figyelembe olyan fiziológiailag meghatározó személyes adatokat sem, mint például a ruházat, az emberi aktivitás mértéke, a kor, nem, testmagasság stb. Korszerűbb jellemzést adnak az ún. racionális bioklíma indexek, melyek az emberi test energiaegyenlegén alapuló, a szerve-

soló összes légköri termikus tényezőt tartalmazzák: a léghőmérsékletet, a légnedvességet, a szélsebességet és a hőhatású sugárzási fluxusokat. Egy tipikusan szabadtéri alkalmazásra kifejlesztett s egyik legnépszerűbb index a fiziológiailag ekvivalens hőmérséklet ($PET - ^\circ C$; Mayer and Höppe, 1987; Höppe, 1999). Az index értelmezése tipikus beltéri körülményeket tükröző standard referenciakörülményekre vonatkozik. A termikus komfortviszonyok értékelése ugyancsak egy „standardizált” fiktív személyre érvényes, aki 35 éves, 175 cm magas, 75 kg tömegű férfi, alap metabolikus rátája 85 W, amit egy irodai munkának megfelelő értékkel (80 W) növel, továbbá ruházatának hőszigetelése egy vékony öltönynek felel meg. A PET egy olyan léghőmérsékletként definiálható, amelynél a fiktív beltéri környezetben lejátszódó hőcserefolyamatok ugyanolyan fiziológiai válaszreakciókat (perifériás véráramlás szabályozása, didergés, verejtékezés) váltanak ki a szervezetből, mint az aktuális kültéri viszonyok mellett. Nyugat- és közép-európai klimatikus



3. ábra: A termikus viszonyokkal való elégedettség és elégedetlenség (PPD) alakulása a PMV függvényében (ASHRAE és ISO szabványok alapján)



4. ábra: A PET hőérzeti kategóriák középértékei és a kapott minősítő értékek

viszonyok esetén a 20 °C körüli PET értékek jelentik a természetesen komfortos állapotot, az ettől eltérő értékek egyre nagyobb meleg-, illetve hidegstresszt okoznak a szervezet számára (2. ábra).

A turizmus klíma index alkalmazott módosításai.

Több tanulmány kiemeli az eredeti TCI index hátrányait és ezekkel kapcsolatban gyakran módosítási, korszerűsítési lehetőséget javasol (de Freitas, 2003; Matzarakis, 2006; de Freitas et al., 2008; Perch-Nielsen et al., 2010). Az effektív hőmérséklet helyett például többen egy másik indexet, az ún. látszólagos hőmérsékletet (Apparent Temperature – AT –; Steadman, 1979) alkalmazzák (Scott et al., 2004; Amelung and Viner, 2006; Perch-Nielsen et al., 2010), ugyanakkor ez is mindössze a léghőmérséklet-légnedvesség kombinációján alapul. Éles kritika alá esik a szakirodalomban az is, hogy a TCI az egyes állapotjelzők havi átlagait veszi és ezeket minősíti. A havi átlagok ugyanis jelentősen elnyomhatják az egyes paraméterek időbeli változékonyságát, holott a turisták számára a napok közötti és napon belüli klimatikus változások is jelentős hatással lehetnek, míg a havi felbontás nem jellemzi kellő felbontással a klimatikus viszonyokat. Emellett a havi bontás nem tükrözi megfelelően egy városnéző turista átlagos tartózkodási idejét a célterületen.

A fenti kritikákat alapul véve két módosítást vezetünk be a TCI eredeti struktúrájában. Első lépésként – a humán komfort körülmények realisabb figyelembe vétele érdekében – kísérletet tettünk a PET index beleillesztésére az effektív hőmérséklet helyett, és erre egy minősítő rendszert dolgoztunk ki. A hazai városokra az Országos Meteorológiai Szolgálat által mért órási léghőmérséklet, légnedvesség, szélesebbesség és felhőborítottság-adatokból, a külföldi városok esetén pedig a *SYNOP*-táviratokból kinyert (Prága esetén órási, Szaloniki esetén háromórás) adatokból PET értékeket számoltunk a RayMan bioklíma modell (Matzarakis et al., 2007) segítségével. Így a nappali (C_{id}), illetve napi komfortindex (C_{ia}) tagot a kiszámolt napi maximum, illetve napi átlagos PET adta. További módosításként a havi felbontás (és átlagok) helyett tiznapos (dekádonkénti) átlagokat képeztünk, így az egyes változók minősítéseit a tiznapos átlagértékekre alkalmaztuk. A TCI kiszámításához a PET-hez szükséges adato-

bioklimatológiai referenciaszintre redukáltuk. A módosított index alakulását hat város példáján keresztül mutatjuk be: Szeged-Bajai út (46°15'É, 20°05'K), Siófok (46°54'É, 18°02'K), Debrecen (47°29'É, 21°36'K), Győr-Likócs (47°42'É, 17°40'K), Prága-Libus (50°0'É, 14°26'K), Szaloniki-Airport (40°31'É, 22°58'K). Az elemzés az első három város esetében az 1996 és 2010 közötti 15 évre vonatkozik, míg Győr, Prága és Szaloniki esetében adathiányokkal kapcsolatos problémák miatt a 2000–2010-es időszakra (11 év). A szélesebbesség (W), napfénytartam (S) és a csapadék (R) átlagok minősítő rendszerét, valamint az egyes tényezők súlyozását változtatlanul hagytuk Mieczkowski (1985) értékelő rendszerének megfelelően. (Mivel a csapadék minősítő-rendszere is eredetileg havi összegekre vonatkozott, ezért a tiznapos átlagok értékeléséhez leosztottuk hárommal az eredeti, minősítendő csapadékösszeg kategóriákat, s ezeket pontoztuk az eredeti pontszámokkal.) A PET index értékelésére ugyanakkor egy új rendszert kellett kidolgozni szem előtt tartva, hogy a minősítendő kategóriák és a minősítő értékek objektív elveken alapuljanak. A PET-et minősítő értékeket oly módon vezettük le, hogy a komfortos termikus viszonyok kapják a magasabb minősítő pontszámot, fokozódó hideg vagy meleg stresszviszonyok esetén pedig egyre alacsonyabb legyen az adható pont, s a csökkenések mértéke pedig ne szubjektív feltételezéseken alapuljon. Így segítségül hívtuk két mérőszám, az ún. „hőérzeti szavazatok várható értéke” (Predicted Mean Vote – PMV; Fanger, 1972) és a „várható elégedetlenségi arány” (Predicted Percentage of Dissatisfied – PPD –; Fanger, 1972) közötti, az ASHRAE 2004-es és az ISO7730:2005E szabvány által definiált függvénykapcsolatot, s ez alapján vezettük le a minősítő pontokat.

A PMV index Fanger (1972) komfortegyenletéből származó mérőszám, amelynek alapját több száz alany részvételével zajlott klímakamra-kísérletek szolgáltatták, s azt mutatja meg, hogy az emberek egy nagyobb csoportja egy eredetileg 7 (később 8) fokozatú (–4-től +4-ig terjedő) hőérzet-skálán átlagosan milyen értéket választana hőérzetének jellemzésére adott termikus változókkal (hőmérséklet, légnedvesség, szélesebbesség, átlagos sugárzási hőmérséklet) jellemezhető környezetben. A semle-

3. táblázat: A turizmus klíma index értékének osztályozása (Mieczkowski (1985) alapján)

TCI érték	Leíró kategóriák
90 – 100	ideális
80 – 89	kitűnő
70 – 79	nagyon jó
60 – 69	jó
50 – 59	elfogadható
40 – 49	közömbös
30 – 39	kedvezőtlen
20 – 29	nagyon kedvezőtlen
10 – 19	rendkívül kedvezőtlen
< 10	alkalmatlan

kon kívül napi napfénytartam és csapadék-összeg adatokat használtunk a már említett adatbázisokból. A szélesebbesség értékeit, melyek mérése állomástól függően 10–15 m körüli magasságban történik, 1,1 m-es

4. táblázat: A módosított turizmus klíma index PET alapú tényezőinek (C_{id}, C_{ia}) minősítése

PET kategóriák (°C)	PET kategória középérték (°C)	Minősítő pont
35,1 – 41,0	38,1	1,9
29,1 – 35,0	32,1	3,5
23,1 – 29,0	26,1	4,7
18,1 – 23,0	20,6	5,0
13,1 – 18,0	15,6	4,7
8,1 – 13,0	10,6	3,9
4,1 – 8,0	6,1	2,8
0,1 – 4,0	2,1	1,6
-10,0 – 0,0	-5,0	0,3

ges hőérzethez tartozó termikus komfortviszonyoknak a 0 PMV érték feleltethető meg, a pozitív és negatív irányban egyre növekvő értékek pedig fokozódó hideg, illetve meleg diszkomfort érzethez köthetők. Természetesen az

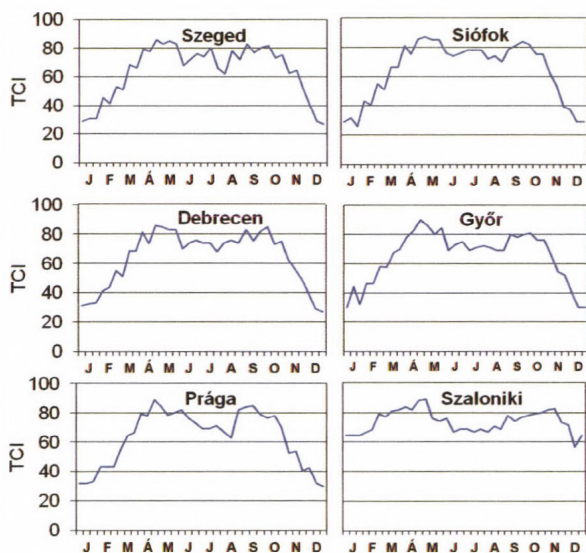
egyes hőérzeti szavazatok szóródnak az átlagos PMV értékek körül, azaz egy ugyanolyan PMV értékkel jellemzett környezet nem feltétlenül ugyanazt a hőérzetet váltja ki minden alanyból, ugyanakkor statisztikailag kimutatható, hogy az emberek szavazatainak aránya hogyan alakul a PMV függvényében. Az ISO szabvány alapján hideg vagy meleg diszkomfortot azon emberekből vált ki a termikus környezet, akik -1 , 0 vagy $+1$ szavazattól eltérőt adnak, s ezen alanyok százalékos arányát nevezzük „várható elégedetlenségi aránynak” (PPD). 0 PMV érték esetén az ilyen hőérzet-szavazatok az adott populáció csupán 5% -át képezik, és értelemszerűen 95% -uk tekinthető termikusan elégedettnek (3. ábra). A termikus viszonyokkal való elégedetlenségnek (PPD) a PMV-vel való kapcsolatát az alábbi exponenciális függvény adja meg az ASHRAE és ISO szabványok értelmében:

$$PPD = 100 - 95e^{-0,03353PMV^4 - 0,2179PMV^2}$$

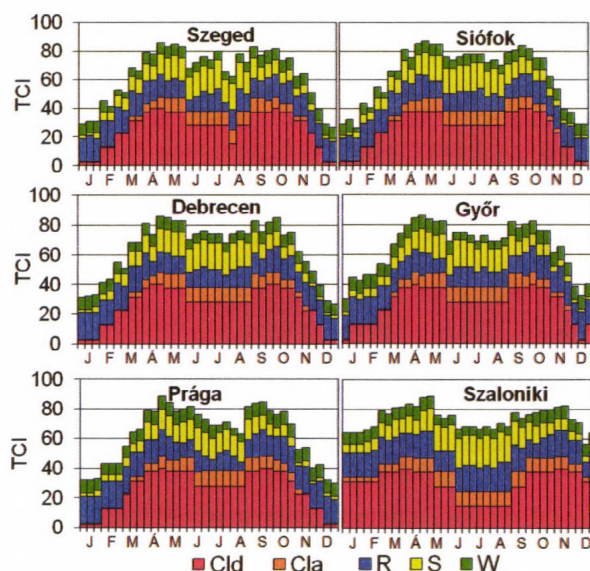
A PET minősítő értékeinek levezetésekor az előbbi ranggörbeszerű függvénykapcsolatot használtuk fel, és azt feltételeztük, hogy a termikus környezettel való elégedettség csökkenésével ekvivalens módon (alakban) csökkenjenek a PET-re adható minősítő pontok a TCI-ben. Kiindulási értékünk a neutrális hőérzethez kötődő 0 PMV volt, amelyet a komfortos PET kategóriahatárok

ezeket alkalmaztuk és értékeltük a vizsgált városainkra. Mindegyik PET kategóriát egy-egy minősítő értékkel jellemeztünk, melyet az egyes kategóriahatárok közé eső egytizedes értékek mediánjához (egyben számtani középéhez) társul, a korábbi módon levezetett érték adta. Mivel a hideg irányban sokkal inkább elnyúlik a PET skála a komfortkategóriához képest, így az extrém hideg viszonyok jogosan kisebb ponttal rendelkeznek a meleg szélsőségekhez képest (4. táblázat; 4. ábra). A fenti értékelést alkalmaztuk a TCI mindkettő, termikus komfortot kifejező tagjánál, azok tíznapi átlagértékeinek minősítésére.

A módosított turizmus klíma index használata hazai és külföldi példák alapján. A következőkben a módosított turizmus klíma index alakulását vizsgáljuk a hazai és külföldi városok példáján. A dekádokként kiszámolt TCI értékek évi meneteit az 5. ábra mutatja. Mindegyik vizsgált városra bimodális jellegű TCI eloszlást (1. ábra) kaptunk, vagyis a legoptimálisabb klíma városnéző turizmus szempontjából tavasszal, illetve ősszel jelentkezik, nyáron ugyanakkor ennél kedvezőtlenebb körülmények mutatkoznak. A tavasz és az őszi több dekádjában is kitűnőek a viszonyok ($TCI > 80$), míg a nyári időszakban



5. ábra: A módosított TCI dekádokénti értékeinek évi menete a vizsgált városokban



6. ábra: A módosított TCI-t felépítő tagok hozzájárulása az index értékéhez a vizsgált városokban, dekádoként, Cld: napi maximum PET, Cla: napi átlagos PET, R: napi csapadékösszeg, S: napi napfénytartam, W: napi átlagos szélsősebesség

($18,1$ – $23,0$ °C) közé eső értékek mediánjával ($20,6$ °C) ekvivalensnek tekintettünk, s ezt 5 ponttal minősítettük. A hideg és meleg diszkomfort irányok felé haladva egy-századnyi folyamatos PMV változásnak megfelelő elégedettségcsökkenést egytizednyi PET változáshoz társuló minősítő érték csökkenésnek feleltettünk meg. Így minden egyes tizedes PET-re kaptunk egy minősítő pontot. Konkrét vizsgálatainkban felhasználtuk a nyugat- és közép-európai klimatikus viszonyokra felállított és széles körben használt PET hőérzeti tartományokat (2. ábra), és

ugyan előnytelenebbnek, de még ekkor is általában nagyon jónak ($70 < TCI < 80$) minősül a klíma. Július utolsó, illetve augusztus első tíz napjában viszont – Siófokot kivéve – sok esetben 70 alá esik az index értéke a városokban, amely azért még így is jó klimatikus viszonyokat tükröz. Ezen belül Szalonikiben már június közepétől kezdve egészen augusztus közepéig 70 alatti értékek jellemzők, melyek tehát a nyár nagy részére kissé kedvezőtlenebb klimatikus viszonyokat jeleznek. A téli évszakban általában kedvezőtlen vagy semleges ($30 < TCI < 50$) vi-

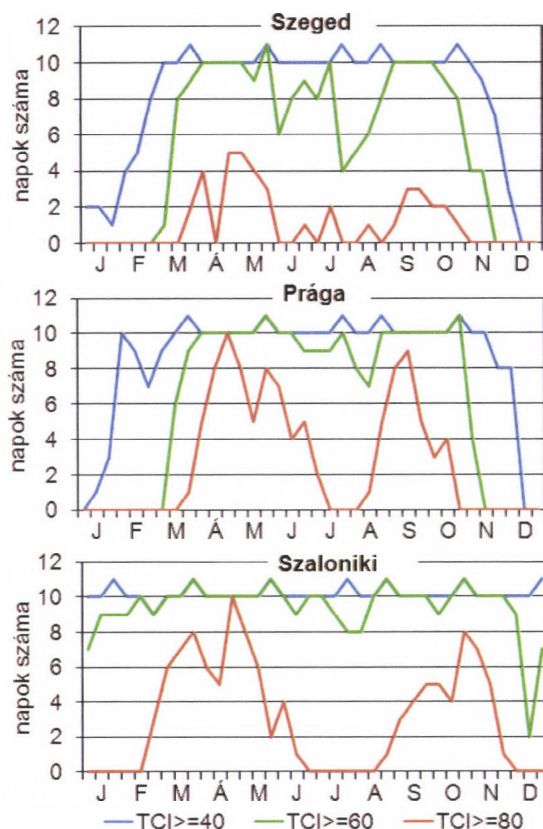
szonyok detektálhatók. Február utolsó tíz napjától, míg Prágában csak március első dekájától kezdve válnak elfogadhatóvá ($TCI > 50$) a klimatikus viszonyok a városnéző tevékenységekhez, ami november utolsó, vagy december első tíz napjáig tart. Rendkívül figyelemreméltó, hogy Szaloniki a téli időszakban is egyértelműen alkalmas ilyen jellegű turizmusra: itt szinte egész télen jó ($TCI > 60$) éghajlati körülmények uralkodnak (5. ábra).

Hogy részletesebben elemezhesük az egyes városok között fellelhető különbségeket, illetve ezek lehetséges okait, a következőkben megvizsgáljuk, hogy milyen mértékben járulnak hozzá a TCI-t felépítő tényezők a fenti általános jellemzők kialakításához. A 6. ábrán a TCI-tagok hozzájárulását láthatjuk az index összértékéhez tíznapos bontásban. Egyértelműen látszik, hogy a napi maximum PET tag (C_{Id}) a fő felelőse a bimodális szerkezet létrejöttének. A nyári dekádokban ugyanis ennek beálltakor (vagyis általában a délutáni órákban) a hazai városokban meleg ($29\text{--}35\text{ }^{\circ}\text{C}$ PET), míg Prágában enyhe ($23\text{--}29\text{ }^{\circ}\text{C}$ PET) vagy meleg, Szalonikiben pedig erős meleg termikus stresszviszonyok ($35\text{--}41\text{ }^{\circ}\text{C}$) alakulnak ki, amelyek jelentősen csökkentik az adható pontértéket – a legerősebben a görög városban. Tavasszal és ősszel a komfortállapothoz közelebbi átlagos napi maximum értékek pedig nem eredményeznek jelentős minősítéscsökkenést. Szintén ez a tag okozza, hogy Szalonikiben a téli időszakban is kellemes lehet a klíma a többi helyszínnel ellentétben. Szembetűnő még Szeged esetén augusztus első dekájában egy visszaesés, ami már ekvivalens a Szaloniki klimatikus viszonyaira kapott minősítő értékkel. Így a TCI (62,2) már éppen hogy csak jónak értékeli az éghajlati viszonyokat Szegeden (6. ábra) – nagy eséllyel károsan befolyásolhatja a meleg terhelés szabadtéri tevékenységeinket. Érdekes, hogy a görög város kissé jobb értékkel (66,6) rendelkezik ekkor, amelyet a nagyobb átlagos napfénytartam és a kisebb csapadékösszeg okoz, de a délutáni erős meleg stresszviszonyok jelentősen rontják a turisták komfortérzetét. Az egész napra vonatkozó átlagos PET tag (C_{Ia}) a hazai városokban és Prágában csak márciustól novemberig ad érdemi hozzájárulást a TCI-hez, a nyári dekádokban (a cseh fővárosban csak a nyár közepén) pedig a komforttartományba esik, tehát a maximumpontot kapja. Szaloniki esetében ez csak május közepére és végére korlátozódik, nyáron már enyhe meleg terhelést jelez az egész napi átlag. Ugyanakkor a többi időszakban is számottevő hozzájárulást ad, mivel nem esik túlságosan távol a komfortos tartománytól, így nem jelez olyan mértékű hideg stresszviszonyokat, mint a többi város esetében. A csapadék (R) a hazai városok és Prága esetében május és augusztus között kisebb mértékben járul hozzá a TCI értékéhez a többi időszakhoz képest, mivel ekkor több csapadék detektálható a tíznapos átlagok tekintetében, ami a minősítő rendszer szerint rontja a turizmus klímaviszonyait. Így a bimodális alakú TCI-menetek (5. ábra) létrejöttéért a csapadék tag szerepe sem elhanyagolható, noha kisebb súlya miatt természetesen jóval kevésbé jelentős a hatása, mint a maximum PET tagnak (C_{Id}). Szaloniki csapadékeloszlása

rapszodikus: 2–3 hetes csapadékszünetek, köztük 1–2 (általában jelentős) csapadékot adó nap váltakozik az év során, nyáron pedig mindössze 3–4 napon hullik jelentős ($> 5\text{ mm}$) csapadék. Ezzel együtt megfigyelhető, hogy a tíznapi átlagos csapadékösszegek a téli időszakot kivéve kisebbek a többi városhoz képest, így itt – mint ahogy a 6. ábra magas pontértékei is mutatják – a csapadék nem akadályozza jelentősen a szabadtéri turisztikai tevékenységeket az év nagy részében. A napfénytartam (S) – téli minimuma és nyári maximuma miatt – mindenhol nyáron javítja leginkább, míg télen járul hozzá a legkevésbé az index értékéhez. Kiemelendő, hogy Prága – a magyar városokhoz képest – kisebb napfénytartama kedvezőtlenül, míg Szaloniki magasabb napfényes óráival előnyösen befolyásolhatja a terület vonzerejét (6. ábra). A szélsősebesség-átlagok (W) az év során nem mutatnak jelentős különbségeket. A minősítő pontjaik a nyári időszakban némileg kisebbek, de nem mutatkozik jelentős havi-szezonális jellegzetesség, s az állomások között sincs jelentős különbség.

A következőkben kiemelünk három élesebb TCI-küszöbértéket (40, 60, 80) és elemezzük az ezeket meghaladó napok átlagos számának alakulását a vizsgált időszakokra vonatkozóan. Dekádonkénti eloszlásukat Szeged, Prága és Szaloniki városára mutatjuk be, mivel a magyar városok között csak kisebb különbségek jelentkeznek (7. ábra). A 40 vagy a feletti napok legalább semlegesnek, elfogadhatónak minősülnek, 60 felett legalább jónak, míg 80 felett már kitűnőnek értékelhető a klíma a turizmus szempontjából. Szegeden és Prágában márciustól novemberig egyik nap sem jellemezhető kedvezőtlen ($TCI < 40$) klimatikus viszonyokkal, Szalonikiben pedig az összes nap az év során legalább semleges, tehát még télen sincsenek kedvezőtlen napok. A jó klimatikus viszonyokat tükröző napok számának eloszlásában már felismerhető egy bimodális jellegű szerkezet, különösen Szeged esetén jellemző a nyári dekádokban kevesebb klimatológiai szempontból jó nap. Szaloniki viszonylag egyenletesen jó napokkal rendelkezik az egész év folyamán. Érdekes jellemzőket mutat a kitűnő napok számának eloszlása. A bimodális jelleg megmarad mindhárom város esetén, de míg a görög város már tél végétől az őszt végéig felmutat kitűnő napokat is, addig Szegeden és a cseh fővárosban ez később lesz jellemző és korábban ér véget. Szembetűnő továbbá, hogy összességében Szegeden kevesebb a kitűnő nap az átmeneti évszakokban, Prágában és Szalonikiben nagyobb eséllyel számíthatunk erre, ha tavasszal vagy ősszel utazunk. A nyári időszakban romlás mutatkozik mindegyik városban, de jelentős időbeli különbségekkel: a görög településen már a tavasz második felében hirtelen csökkenni kezd a kitűnő napok száma és őszt elejétől térnek csak vissza, addig Szegeden szűkebb a kedvezőtlenebb intervallum, és nyáron is előfordul kitűnő nap. A cseh fővárosban viszont csak nagyon szűk sávra korlátozódnak a nyári kedvezőtlenebb viszonyok, így még júniusban, illetve már a nyár végén is lehet kitűnő napokra számítani (7. ábra).

Összegzés. A turizmus klíma index alkalmazott módosításai jelentős előrelépést jelentenek az index fejlesztésében. A fiziológiailag ekvivalens hőmérséklet belefoglalása révén a TCI termikus komfortot kifejező tagjai sokkal korszerűbb alapokon nyugszanak az eredeti indexhez képest. A PET minősítő rendszerének kidolgozása során a termikus környezet értékelésével kapcsolatos objektív, nemzetközi szabványokat használtunk fel. Azt feltételeztük, hogy a termikus környezet által nagyszámú embercsoportban kiváltott hőérzet és az így kialakuló, termikus környezettel való elégedettség között definiált függvénykapcsolat alkalmas a turisták PET-tel jellemzett termikus környezetének minősítésére. Minősítő rendszerünket erre építve vezettük le, és a nyugat-, illetve közép-európai térségre alkalmazandó, széles körben használt hőérzeti skálát használtuk fel. Azáltal pedig, hogy dekádós (és nem havi) időbeli felbontást alkalmaztunk, a turisták tartózkodási idejéhez sokkal inkább illeszkedő felbontásban, részletesebben jellemezhetjük a turizmus klíma viszonyait. A kapott eredményeink szemléletesen mutatják, hogy egy adott helyszínen mely időszakok (dekádok), vagy egy adott időszakban mely helyszínek lehetnek optimálisabbak vagy éppen hátrányosabbak szabadtéri (városnéző) turisztikai tevékenységekre. Világosan megmutatkozik a TCI értékek bimodális alakzata révén, hogy a nyári időszak mindegyik városban kedvezőtlenebb éghajlati viszonyokkal rendelkezik, melynek döntő oka a (délutáni) meleg terhelés, így a legoptimálisabb időszakok a városnéző tevékenységekre az átmeneti évszakok lehetnek. Szalonikiben ugyanakkor a téli időszakban is alkalmasak maradhatnak a körülmények városnézésre, ellentétben a többi helyszínnel. Fontos megemlíteni, hogy nem elegendő csak önmagában a TCI összértékét tekinteni, hanem az öt felépítő tényező hozzájárulásának mértékét is érdemes szemügyre venni. Például az összértéket nézve Szaloniki nem mutat nyáron jelentősen rosszabb körülményeket a többi városhoz képest, viszont ha az egyes tagokat külön tekintjük, az igen fontos és nagy súllyal rendelkező PET-tagok 1–2 hőérzeti kategóriával kedvezőtlenebb stressz-viszonyokat jeleznek a többi városhoz képest, amely már jelentős mértékben negatívan befolyásolhatja komfortérzetünket és közérzetünket, amit a több napfény és a kevesebb csapadék kedvező (esztétikai-fizikai) hatásai valószínűleg nem tudnak teljes mértékben kompenzálni. Elemzéseink során alapvetően két olyan hátrányos tulajdonsága is megmutatkozott az indexnek, melyet érdemes változtatni, hogy még pontosabban és valósághűen tudja jellemezni egy-egy helyszín turizmus klíma viszonyait. Egyik probléma, hogy – mivel a csapadék időben és térben az egyik legváltozékonyabb meteorológiai elem – a TCI csapadék-tag több dekádban is jelentősen torzíthatja az index összértékét, s így – valótlannul – túlságosan negatívnak minősítheti a klimatikus viszonyokat. Ugyanis, például konvektív csapadék – ami rövid ideje miatt ráadásul a turistákra általában kevésbé hat negatívan, mint például egy több napon át fennálló csapadék – egy-egy kiugró értéke olyan jelentős torzítást okozhat adott esetben a napi csapadékösszegek tíznapi-sokévi átlagolásai során, amelyek aztán az adott dekádban rendkívül kicsi minősítő pontot eredményeznek, így a TCI értékét is jelentősen csökkentik. Érdemes tehát át-



7. ábra: TCI-küszöbértékeket meghaladó napok száma dekádonként, TCI ≥ 40 : legalább közömbös-elfogadható, TCI ≥ 60 : legalább jó, TCI ≥ 80 : kitűnő klimatikus viszonyok

gondolni a lehetőségek függvényében az alkalmazandó csapadéparamétert és magát a minősítő rendszert is. Az előbbieket ellenére észre lehet venni (Szalonikit nem számítva) a közép-európai térség éghajlatára jellemző nyári, nyár eleji csapadékmaximum és téli -minimum eredményeként kialakuló minősítésbeli különbségeket.

A TCI szélsőbességi tagját és minősítő rendszerét változtatlanul hagytuk az indexben. Mieczkowski (1985) főként a termikus hatásai alapján állította fel (maximumhőmérséklettől függő) minősítési rendszerét, amelyeket jelen vizsgálatainkban a PET index már kifejez. Ugyanakkor a szél fizikai (mechanikai) hatását is feltétlenül érdemes lenne figyelembe venni az indexben, s ezt jellemezni a szélsőbességi taggal, egy módosított, egyszerűsített minősítő rendszer segítségével. Vizsgálataink során megmutatkozott, hogy a Mieczkowski (1985) által használt minősítő rendszerben az alacsonyabb hőmérsékletek és nagyobb szélsőbességek során használandó *wind chill nomogram* alkalmazása nem szerencsés, mert – a csapadékhoz hasonlóan – irreálisan alulminősíti az adott dekádokat a többihez képest. Vizsgálataink továbbfejlesztéséért célszerűnek tartjuk a szabadtéri-városnéző turisztikai tevékenységek szempontjából inaktív éjszakai órákat kizárni a jelenleg még egész napot lefedő vizsgált időszakból, és csak az adott helyszín átlagos napkelte és napnyugt közötti időszakait vizsgálni, akár dekádonkénti bontásban. Azonban, mivel a szabadtéri turizmus nap-

nyugta után is jelentős maradhat néhány óráig – különösen nyáron –, ezért ezt az esti időszakot is – akár külön kezelve – érdemes vizsgálni a nappali időszak mellett. Kidolgozás alatt áll egy új PET hőérzeti skála kifejlesztése egy sokévi, több évszakot magába foglaló kérdőíves felmérés során nyert szubjektív hőérzet adatok felhasználásával. Az új skála alapvetően a Szeged környéki (dél-alföldi) lakosság hő- és komfortérzetét fogja tükrözni, s a jövőben e turisták utazásaira vonatkoztatva tudjuk majd vizsgálni különböző közép-európai helyszíneken a bioklimatikus és turizmus klíma viszonyok módosulásait, az utazók komfortérzete és az éghajlati körülmények közötti kapcsolatrendszerét.

Irodalom

- Amelung, B. and Viner, D., 2006: Mediterranean tourism: exploring the future with the tourism climatic index. *Journal of Sustainable Tourism* 14, 349–366
- de Freitas, C. R., 2003: Tourism climatology: evaluating environmental information for decision making and business planning in the recreation and tourism sector. *International Journal of Biometeorology* 48, 45–54
- de Freitas, C. R., Scott, D. and McBoyle, G., 2008: A second generation climate index for tourism (CIT): specification and verification. *International Journal of Biometeorology* 52, 399–407
- Fanger, P. O., 1972: Thermal Comfort. McGraw Hill Book Co., New York pp. 244
- Houghten, F. C. and Yaglou, C. P., 1923: Determining equal comfort lines. *Journal of the American Society of Heating and Ventilating Engineers* 29, 165–176
- Höppe, P., 1999: The physiological equivalent temperature – an universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. *International Journal of Biometeorology* 43, 71–75
- Matzarakis, A. and Mayer, H., 1996: Another kind of environmental stress: thermal stress. *WHO Newsletter* 18, 7–10
- Matzarakis, A., 2006: Weather- and climate-related information for tourism. *Tourism and Hospitality Planning & Development* 3, 99–115
- Matzarakis, A., Rutz, F. and Mayer, H., 2007: Modelling radiation fluxes in simple and complex environments – application of the RayMan model. *International Journal of Biometeorology* 51, 323–334
- Mayer, H. and Höppe, P., 1987: Thermal comfort of man in different urban environments. *Theoretical and Applied Climatology* 38, 43–49
- Mieczkowski, Z. T., 1985: The tourism climatic index: a method of evaluating world climates for tourism. *The Canadian Geographer* 29, 220–233
- Perch-Nielsen, S. L., Amelung, B. and Knutti, R., 2010: Future climate resources for tourism in Europe based on the daily Tourism Climatic Index. *Climatic Change* 103, 363–381
- Scott, D. and McBoyle, G., 2001: Using a 'tourism climate index' to examine the implications of climate change for climate as a natural resource for tourism. In: Matzarakis, A. and de Freitas, C. R. (eds.): Proceedings of the First International Workshop on Climate, Tourism and Recreation. *International Society of Biometeorology, Commission on Climate, Tourism and Recreation*, Halkidi, 69–98.
- Scott, D., McBoyle, G. and Schwartzentruber, M., 2004: Climate change and the distribution of climatic resources for tourism in North America. *Climate Research* 27, 105–117
- Scott, D., Gössling, S. and de Freitas, C. R., 2008: Preferred climates for tourism: case studies from Canada, New Zealand and Sweden. *Climate Research* 38, 61–73
- Steadman, R. G., 1979: The assessment of sultriness. Part I: A temperature-humidity index based on human physiology and clothing Science. *Journal of Applied Meteorology* 18, 861–873
- Yu, G., Schwartz, Z. and Walsh, J. E. (2009): A weather-resolving index for assessing the impact of climate change on tourism related climate resources. *Climatic Change* 95, 551–573



Főhajtás a nagy előd előtt. Az MMT koszorújának elhelyezése a frissen felavatott Cholnoky Jenő, az MMT egykori elnöke, szobránál. Veszprém, 2014. június 14.

CHOLNOKY JENŐ

Veszprém, 1870. július 23. — Budapest, 1950. július 5.

A hazai földrajztudomány, a hidrológia és éghajlatlan világhírű tudósa volt. Kezdi hidrológusként Lóczy Lajosnál volt tanársegéd. Geomorfológiai kutatásai során részletesen foglalkozott meteorológiai és klimatológiai kutatásokkal. 1896–98 között Kínában, Mandzsúriában hidrageográfiai kutatásokat végzett, itt találkozott a monszun éghajlattal, aminek következtében a kontinensek és az óceánok közötti periodikus légcseré sajátosságait kezdte tanulmányozni. A mi éghajlatunkra jellemző markáns júniusi hőcsökkenés okaként 1902-ben kimondta, hogy az eurázsiai monszunos légkörzés az ok. Cholnoky 1903-tól egyetemi magántanár, 1905 és 1919 között Kolozsvárott, majd 1921 és 1940 között Budapesten egyetemi tanár. Tanítványai sorából olyan kiváló professzorok emelkedtek ki, mint Bulla Béla, Kéz Andor, Szabó Pál Zoltán, Kádár László. Már munkássága kezdetén hiányolta, hogy hazánkban a meteorológiai ismeretek egyetemi oktatása hiányos, 1903-ban jelentette meg e téren alapvető könyvét „A levegő fizikai földrajza” címmel. Élete utolsó éveiben aktívan már nem művelte a meteorológiát, fejlődését azonban figyelemmel kísérte, 1939–1944 között a Magyar Meteorológiai Társaság elnöke volt. Cholnokynál több meteorológus tett doktori szigorlatot, így Réthly Antal is. Földrajzi szakértőként tagja volt az I. világháború utáni béketárgyalásokat előkészítő bizottságnak. 1920-ban az MTA levelező tagjává választották.

Simon, A., 2004: Magyarországi meteorológusok életrajzi lexikonja. OMSZ-MMT Budapest, 28

Beszámoló a szoboravatásról lapunk 65. oldalán olvasható.

A METEO KLINIKA MŰSORELEM MÉDIATAPASZTALATAI

MEDIA EXPERIENCES OF METEO KLINIKA TV PROGRAM

Fejős Ádám, Kolozsi-Komjáthy Eszter

ICI Interaktív Kommunikációs Zrt., Budapest, adam.fejos@icicom.hu

Összefoglaló: Az ICI Interaktív Kommunikációs Zrt.-nél több mint egy évtizede végzünk a meteorológia és a humánmeteorológia® területén kutatásokat, fejlesztéseket. Médiatevékenységünk során az elektronikus és az írott médiumok széles spektruma számára folyamatosan biztosítunk különböző típusú szolgáltatásokat. Prognózisainkat igény szerint félkész vagy teljesen média-kész állapotban adjuk át a televízióknak, internetes oldalaknak, teletexteknek, újságoknak vagy mobiltelefonos alkalmazásoknak. Központunkban fejlett informatikai infrastruktúra gondoskodik a gyors információ-áramlásról, igény esetén részt veszünk partnereink oldalán is a szükséges informatikai fejlesztésekben. A hagyományos időjárás-jelentések mellett 2010-től Magyarországon először a Duna televízióban megjelenő humánmeteorológia® szakműsorokkal, műsorelemekkel is jelentkezünk. 2012-ben már különböző célcsoportokhoz szóló napi szintű műsorokat gyártottunk az MTVA rádió- és televízió csatornái számára. A műsor előállításának infrastruktúráját mi biztosítottuk. E publikációban összefoglaljuk az elmúlt közel húsz év médiatapasztalatait, foglalkozunk a felmerülő problémákkal és azok megoldásával, valamint bepillantást engedünk a háttér munka kulisszatitkaiba.

Abstract: Over more than the past decade, development and research in the field of meteorology and human meteorology have been one of the major activities at ICI Interaktív Kommunikációs Zrt. In the course of our media activities, we permanently have been providing various services to the online and offline press. On demand, our forecast products can be visualized on television, web pages, teletexts, newspapers and smartphone applications as well. Fast flow of information is granted by hi-tech, flexible infrastructure in our centre. Besides regular weather forecasts, in 2010, for the first time in Hungary we started to make human meteorological programs on Duna TV channel. In 2012, we had the chance to appear more often (daily) on MTVA's radio and television channels focusing on target groups affected by atmospheric events. We provided infrastructure making the programs. In the present paper we summarize our media experiences of Meteo Klinika TV program, deal with occurring problems and their solutions and give insight on background work.

Előzmények. Az ICI Interaktív Kommunikációs Zrt. 1995-től szolgál ki különböző írott és elektronikus médiumokat. Kezdetben még csak időjárás-előrejelzés, később komplex humánmeteorológiai szolgáltatások is kerültek a cég által kínált palettára. A különböző tévécsatornák mellett országos és helyi napilapok, internetes médiumok, teletextek számára szolgáltatunk és szolgáltatunk információkat. A humánmeteorológia® területén 1999 óta végzünk intenzív, részben európai uniós támogatásból finanszírozott kutatásokat. E kutatások széleskörűen alkalmazható eredményeire építettük a humánmeteorológiai szolgáltatást a médiában is. Először 2010-ben a Duna TV-n jelentkezünk heti rendszerességgel, a reggeli szolgáltató műsorban (1-2. ábra), később tematikus magazinműsorokban (3. ábra) informáltuk a tévénézőket a humánmeteorológiai helyzetről, várható panaszokról, és a tünetek enyhítésére szolgáló, főképp természetgyógyászati módszerekről.

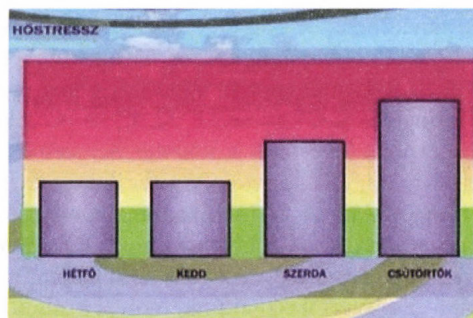
A Meteo Klinika műsorelem.

Tévé megjelenések. Az önálló műsorelem indulását jelentős grafikai, tematikai és dramaturgiai kidolgozás előzte meg, mely során a Meteo Klinika, az ICI Zrt. és a Duna televízió munkatársai közös fejlesztőmunkával dolgozták ki a műsorelem minden részletét. A próbafelvételeket követően az első éles felvétel 2011. január 20-án került adásba, ezután heti rendszerességgel volt látható a Meteo Klinika műsorelem. A háromkamerás virtuális stúdió lehetővé tette a látványos bemutatást. Különböző helyszínek és grafikai megjelenítő elemek felhasználásával mutattuk be a humánmeteorológiai helyzetet, a várható tüneteket, panaszokat és az ezeket mérséklő megoldásokat. Egy speciális grafikai elemet is használtunk egy bábu személyében a panaszok, tünetek előfordulásának megjelenítésére (4. ábra). 2012. január 1-től

az MTVA csatornáin, napi szinten megjelenő műsorelemekkel jelentkezünk az MR1-Kossuth rádióban, a Duna TV-n és az M1-en különböző általános szolgáltató műsorokban, vagy tematikus magazinműsorokban. A 2012-es évben közel 880 adásban kapott helyet a Meteo Klinika, mint önálló műsorelem. A különböző adások természetesen különböző tematikájú humánmeteorológiai műsorelemet is kívántak. A tartalmi eltérések mellett a grafikai megjelenítés módja is eltérő volt. Ezek kiszolgálására az ICI Zrt. külön megjelenítő rendszert fejlesztett és biztosított az MTVA számára. Bizonyos magazinműsorokban (5-6. ábra) nem szerepelt önálló időjárás-jelentés, így némi időjárási háttér-információval is megtámogattuk a humánmeteorológiai tájékoztatást, mely általánosságban a következő 24 órára vonatkozott, péntekenként azonban kitértünk a hétvége időjárására és annak hatásaira is. A helyzetelemzés közben mindig egy-egy érintett célcsoportra fókuszáltunk, a műsorszerkesztők kérdésének megfelelően, így kapcsolódtunk az adott napi adás tematikájához. Az elhangzott információk megértését térképes grafikai elemek segítették, ezeket a stúdió vezérlőjéből játszották be, külön erre a célra fejlesztett számítógépes program segítségével. A grafikai elemek közötti léptetést a szereplő humánmeteorológus a stúdiótérből irányította, aki esetenként a műsor alatt készülő ételek kóstolásába is bekapcsolódott, így a humánmeteorológiai jelentésben szereplő táplálkozási jó tanácsokat a stúdióban készült ételekkel is összekapcsolhatta. A délutáni magazinműsorban (7. ábra) minden hétköznap nem sokkal az időjárás-jelentés után következett a Meteo Klinika blokkja. Tematikus műsor lévén, az egészség témakör esetén kibővített adásidőt kapott a műsorelem. Ekkor nem csak a humánmeteorológus volt jelen a stúdióban, hanem a Meteo Klinika valamelyik szakértője is, jellemzően a természetgyógyász, vagy a meteorológus szakember, aki



1. ábra: Kezdeti humánmeteorológiai tájékoztató grafika



2. ábra: Kezdeti humánmeteorológiai tájékoztató grafika



3. ábra: Kezdeti grafikus humánmeteorológiai információ-megjelenítés a Duna TV magazinműsoraiban



4. ábra: Speciális, kifejezetten a Meteo Klinika műsorelem számára kifejlesztett virtuális grafikai elem a Duna TV 3D-s stúdiójában



5. ábra: A Meteo Klinika műsorelem az M1-en, egy magazinműsorban (ülő helyszín, háttérben futó grafika)



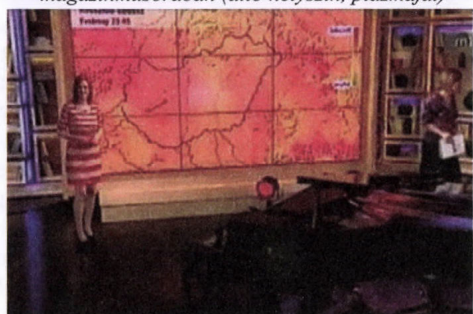
6. ábra: a kulisszák mögött az MTVA stúdiójában



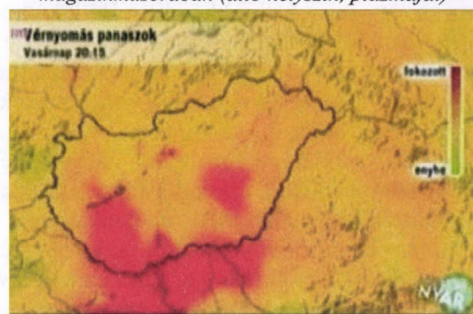
7. ábra: A Meteo Klinika műsorelem az M1 egyik magazinműsorában (álló helyszín, plazmafal)



8. ábra: A Meteo Klinika műsorelem az M1 egyik magazinműsorában (álló helyszín, plazmafal)



9. ábra: A Meteo Klinika műsorelem az M1-en a hétvégi magazinműsorban



10. ábra: A Meteo Klinika műsorelem az M1-en, a nyári magazinműsorban

kibővített tanácsadással szolgált az adott humánmeteorológiai helyzetben. A többi adásnapon szintén részletes tér- és időbeli felbontással szolgáltatunk humánmeteorológiai információkat a következő 24 órára, péntekenként kicsit hosszabban kitértünk a hétvégi helyzetre is. Természetesen itt is elhangzott részletes étkezési és életmódbeli tanácsadás az adott humánmeteorológiai helyzethez kapcsolódóan. A főbb panaszok előfordulási helyének meghatározásához részletes térképes információ-megjelenítő rendszert használtunk, melyet a stúdió vezérlőjébe telepített saját fejlesztésű szoftver irányított. A grafikai elemek léptetését a humánmeteorológus a stúdiótérben, távirányítással végezte el, miközben a plazmakivetítő előtt mondta el az információkat. A reggeli szolgáltató műsorokban (8. ábra) megjelenő műsorelem szintén kívánt némi tematikai módosítást, hangsúlyosabbak lettek a nap kezdetére vonatkozó információk, és azok, amik a napi munkavégzést, közlekedést befolyásolhatják, hiszen a műsort főképp munkába indulás előtt nézték az emberek. A hétvégi napokon (9. ábra) az adások felvételtől mentek, így az információt is ehhez a kisebb időbeli csúszáshoz kellett alakítanunk. A szombati adásban beszéltünk a hétvégén várható humánmeteorológiai hatásokról, de a vasárnapi blokk már egy kisebb visszatekintést is tartalmazott a hétről, illetve néhány gondolatban esetenként kiemeltük a következő hét meghatározó elemeit is. Mindkét nap szolgáltunk részletes életmódbeli és étkezési tanácsadással is, az információkat pedig részletes infógrafikával támogattuk meg. Hétvégi műsorok lévén itt is volt főzés-blokk, amihez esetenként a táplálkozási információkkal mi is szervesen tudtunk kapcsolódni. Nyáron a legtöbb évközben ment magazinműsornál műsorszünet volt, elindultak a nyári, tematikus műsorok (10. ábra), melyekben szintén szerepelt a Meteo Klinika műsorelem. Ezek az adások azonban sokszor a humánmeteorológus szakember szereplése nélkül zajlottak, csak eseti alkalmakkor szerepelt a szakember is a műsorban. A többi adásban viszont a műsorvezetők olvasták be a humánmeteorológiai információkat, illetve a stúdió vezérlőjéből játszották be a grafikai anyagot.

Rádiós megjelenések. A 2012-es évben a hét hat napján jelentkezett a Meteo Klinika műsorelem az MR1-Kossuth rádió műsorán. Hétköznaponként reggelente, a 8 órás Krónikát követő információs blokkban kapott helyet a humánmeteorológiai előrejelzés, hétvégén pedig szombatonként, a 10 órás hírblokk után. Hétköznaponként élőben a rádióstúdióból tájékoztattuk a hallgatókat az aktuális és a következő 24 órában várható humánmeteorológiai helyzetről. Kiemelt fontosságú volt a közlekedésre veszélyes elemek, hatások, valamint a munkavégzés során minket érő humánmeteorológiai hatások részletes elemzése, hiszen a műsort főképp a reggel munkába indulók hallgatták. Rendszeresen tájékoztattunk a légszennyezettség- és a pollenhelyzetről is, az UV-sugárzás mértékéről nem csak az aktuális adatok, hanem a várható változások tükrében is. A hétvégi műsorelem kapcsán részletesebben kitértünk a hétvége humánmeteorológiai

helyzetének elemzésére, különös tekintettel a szabadtéri tevékenységek, kikapcsolódás során minket ért hatásokra, veszélyekre. Mindkét fajta rádiós bejelentkezés interaktív volt, az adott műsor vezetői helyzetfüggő kérdéseket is feltettek.

A Meteo Klinika műsorelem tapasztalatai. Az MTVA csatornáin egy éven keresztül megjelenő Meteo Klinika műsorelem kidolgozása és folyamatos fejlesztése közben számtalan tapasztalathoz jutottunk. A műsorelem megjelenési formáit, és így a szerzett tapasztalatokat is, két nagy csoportba lehet osztani: *rádiós és tévés megjelenésekre*. A tévés megjelenéseket a stúdiókörnyezet szempontjából három csoportra tudjuk osztani: *ülő helyszínen, háttérben futó grafikával; álló helyszínen, plazmafallal; 3D-s stúdiókörnyezet*. Ezeket fejtjük ki a következőkben.

Rádiós tapasztalatok. A rádiózás műfaja az utóbbi években a televízió és az internet elterjedésével jelentősen háttérbe szorult. Az emberek már csak melléktevékenységként hallgatnak rádiót, például vezetés, irodai munka, vagy házimunka közben. Ezért nagyon fontos, hogy a képi információk hiányában is korrekt, érthető tájékoztatást tudjunk átadni. Az MR1-Kossuth rádió igen kötött műsorideje mindig megkívánta a pontos időtartam betartását, de persze az élő adásoknak köszönhetően így is előfordultak csúszások, amikor a szerkesztők, műsorvezetők azonnali kérései alapján kellett a műsorelemet rövidítenünk. Emellett az interaktívabb volta miatt a műsorelemek tartalmi összetétele jelentősen függött egyes műsorvezetők beszédtempójától, aktuális koncentráltaságától, felkészültségi fokától. A rádiós anyagok összeállítása tehát jelentős rugalmasságot követelt meg, hiszen sok információt elmondani nem volt értelme, mert az emberek félmondatokat meghallva esetleg téves tájékoztatáshoz jutnak. Másrészt a grafikai támogatás nélkül a képi információkat a folyamatok tér- és időbeli lezajlásáról szavakkal kellett körülírni, képies formában átadni. Ez elég sok műsoridőt felemésztett. Mindezek mellett próbáltunk színesek lenni, és több témát is érinteni naponta. Elmondható, hogy rádiós keretek között a 1,5-2 perces műsoridő csak néhány kiemelt humánmeteorológiai téma érintőlegesen körüljárásához elegendő, a teljes körű tájékoztatáshoz korántsem.

Tévés tapasztalatok. A televíziós műfajokban mindig nagy segítségünkre szolgált a grafikai megjelenítés lehetősége, de ez az opció is megkívánja a megfelelő módosításokat a műsorelemben. Ugyanis a televíziót néző emberek számára a képi tartalom teszi ki az információ befogadás folyamatának 80%-át, és körülbelül a figyelmük 20%-a fordítódik arra, hogy a hallottakat is feldolgozzák. Az információk átadásához tehát érdemes kissé lassítani a beszédtempón, és a mondatok között nagyobb szüneteket tartani. Ezek a technikák, noha valójában a nézők érdekeit szolgálják, el is vesznek értékes másodperceket az amúgy is szűkös műsoridőből. Az élő adásokban a feszített tempó mellett is előfordul csúszás a műsoridőben, és mivel a műsorok tartalma és időtartama percre pontosan, forgatókönyv szerint kötött, a csúszásokat még időben be kell hozni, bizonyos blokkok lerövidítésével. A Meteo Klinika blokkja is rengetegszer szenvedte meg ezt az

időbeli kurtítást, és erre sokszor már csak a stúdiótérben hívta fel a humánmeteorológus figyelmét a rendezőasszisztens, vagy a műsorvezető, így azonnal kellett változtatnia a mondandóján, kiemelve a legfontosabb részleteket. A tévés megjelenések során háromféle szituációban is képernyőre kerültünk: a reggeli és a délelőtti magazinműsorokban kötetlenebb formában, ülve beszélgettünk a nappalinak berendezett díszletben a műsorvezetővel (*ülő helyszín, háttérben futó grafika*). A háttérben elhelyezett monitorokon futott a stúdió vezérlőjéből bejatszott grafikai anyagunk, amit néha a beszélgetés közben tálba is bevágtak. Rengeteg technikai nehézség merült fel a grafikai anyag bejátszása során. Az információ nem mindig volt szinkronban az adott képi anyaggal, még úgy sem, hogy a humánmeteorológus a stúdiótérből tudta lépíteni az anyagot. Az élő adások miatt a műsorvezetők mindig hosszabb-rövidebb felvezetővel kezdték a humánmeteorológia-blokkot, utalva esetleg az előzőekben behívott vendégekre, bejátszásokra (amennyiben volt kapcsolat), ez azonnali szakmai reagálást kívánt a humánmeteorológus szakembertől sok esetben, értékes másodperceket rabolva el az amúgy is szűkös műsoridőből. A tévés szakma kötöttségei miatt csak némi töltelékszóveg után juthattunk el a képi információ megjelenéséhez, hiszen először ki kellett írni a képernyőn szereplő szakember nevét, eközben az ő arcát kellett mutatni stb. Így csúszás esetén már nem tudták a grafikát totálban szerepeltetni elég ideig ahhoz, hogy az emberek számára feldolgozható információkkal szolgáljon. Ügyes mondat-szerkesztéssel, folyamatos rendezőasszisztensi kontroll mellett kellett megoldanunk, hogy értékes információk jussanak el az emberekhez. Ezek mellett volt rá példa, hogy egy-egy nézői kérdés megválaszolása borította fel az eredetileg tervezett mondandót.

Összefoglalva elmondható, hogy az ülő helyszín, a beszélgetősebb hangvétel csak eléggé korlátozott mennyiségű információ elmondására volt alkalmas, melyben az adott napra vonatkozó legfontosabb adatok szerepelhettek. A másik stúdiókörnyezet, az *álló helyszín, a plazmafal* nagy segítségünkre volt az információk pontosításához. Azonban itt is adódtak nehézségek az élő adások miatt. Az időbeli csúszások itt is folyamatos rövidítést kívántak meg, így az anyagoknak néha csak töredéke hangozhatott el. Mivel a grafikával itt teljesen szinkronban kellett lenni, így az információk sorrendisége nem változhatott, néha igen fontos mondandók maradtak ki. A műsorvezetők itt is interaktívan részt vettek, kérdeztek a műsorelemben, a kérdések mennyisége szerkesztői és rendezői utasításokra változhatott. Ha aktuálisan tudunk kapcsolódni az adott műsorban elhangzottakhoz, az is azonnali reagálást kívánt, elvéve a lényegi információktól az értékes adásidőt. A képi megjelenítést jobban támogatta a plazmafalon futó grafika, viszont komplett rendezői feladat volt, hogy minden információ megfele-

lően látszódjon, természetesen megfelelő időben. Ennek a folyamatnak is van némi időbeli késleltetése, hiszen élő adás esetén a folyamatos rendezői utasítások mellett van némi kiesett idő a kameravágások között, így előfordult, hogy a mondandó még nem volt szinkronban a képi megjelenítéssel. A rendezőkkel, rendezőasszisztensekkel történő összehangolt munka következtében azonban ezt a kezdeti nehézséget elég hamar le tudtuk küzdeni. Az élő adás varázsa azonban sokszor közbeszólt, rengeteg alkalommal kellett azonnal átrendezni az adást, és eltérni a kamerapróbán elhangzottaktól. Tehát elmondhatjuk, hogy az élő adások nem tudják azt a környezetet folyamatosan biztosítani, ahol teljes körű tájékoztatást lehet adni. Ez egyébként majdnem minden adástémára igaz, a televíziózás nézőszám-orientált műfaja manapság megkívánja ezt a felfokozott tempót. A harmadik típusú megjelenési forma, a *3D-s stúdiókörnyezet* a legpontosabb tájékoztatást tette lehetővé. Az előre felvett anyagokban nem volt hirtelen időbeli csúszás vagy rövidülés, nem volt tematikai váltás sem. A humánmeteorológus itt egyedül volt a stúdiótérben, és kötött időtartam alatt mondta el a jelentést. Az azonban elmondható, hogy a teljes körű tájékoztatáshoz a 1,5-2 perces adásidő természetesen korántsem elegendő. A nyári magazinműsorokban a nem szakemberek (műsorvezetők) által felolvasott szóveges jelentés sok esetben elbulvárosodott, lényegi tartalma elveszett, hiszen a műsorvezető sem olvashatott fel papírról egy két perces anyagot, így megpróbálta sok esetben téves, illetve oda nem illő információkkal színesíteni a blokkot, amely így sokszor szinte teljesen elvesztette a tájékoztatást szolgáló tartalmát. Ez alapján az a következtetés vonható le, hogy nagyon fontos a megfelelő szakemberi háttér az információk interpretálásához. Mindezek mellett a nézői visszajelzések alapján hasznosnak találták az emberek a műsorelemet, de ők is észrevették, hogy a műsoridő szűkösége és az élő adásból adódó csaknem folyamatos technika problémák miatt szinte lehetetlen teljes körű, mindenki számára érthető információkat átadni.

Összefoglalás. Az elmúlt négy évben adott több száz interjú és média-megjelenés, megkeresés és a rengeteg pozitív visszajelzés alapján elmondhatjuk, hogy Magyarország lakossága érdeklődik a humánmeteorológiai információk iránt, hasznosnak találja őket, és az adott tanácsokat megfogadva úton van egy egészségesebb és időjárás-tudatosabb életmód kialakítása felé, mely nemcsak szociális, hanem gazdasági pozitívumokkal is járhat. A humánmeteorológiai tájékoztatás teljességéhez azonban a rádiós és tévés műfajok nem hordoznak elég lehetőséget magukban, hiszen a műsoridő kötöttsége, a feszes tempó és az élő adásokban a folyamatos technikai és időbeli korlátok, problémák erősen behatárolják a teljes körű és minél jobban hasznosítható információk átdatoltságát.

MÉRŐMŰSZER FEJLESZTÉSE AZ IDŐJÁRÁS EMBERI SZERVEZETRE GYAKOROLT HATÁSÁNAK MÉRÉSÉRE

INSTRUMENT DEVELOPMENT FOR MEASURING EFFECTS OF THE WEATHER ON HUMAN HEART SIGNALS

Pintér Ádám¹, Samu Krisztián²

¹ICI INTERAKTIV Ltd.; BME, adam.pinter@icicom.hu

²BME, MOGI Department, Budapest, samuk@mogi.bme.hu

Összefoglalás: Számos tanulmány foglalkozik a levegőkörnyezet emberre gyakorolt hatásával, így ma már kevesen vitatják e hatások létezését és fontosságát. Az ICI Interaktív Kommunikációs Zrt-nél több mint egy évtizede folynak humánmeteorológiai® és orvosmeteorológiai kutatások, fejlesztések. Ebben fontos helyet foglalnak el az objektív műszeres mérések. A műszerfejlesztés lehetővé teszi, hogy a többéves tapasztalatok alapján egyre pontosabb és megalapozottabb méréseket végezzünk az időjárási hatások hatásmechanizmusának tisztázására. Dolgozatunkban az emberi szervezetet rendszertechnikai értelemben kezeljük, ami szerves részét alkotja annak a tárgyalásmódnak, ami mérés technikai oldalról kellőképpen megközelíthetővé teszi a problémát. Emellett összefoglaljuk a szív működés-monitoring műszerfejlesztési projekt tapasztalatait, a felmerülő problémákat és azok megoldását. Berendezésünk legnagyobb újszerűsége az, hogy egyszerre méri az egyén fiziológiai paramétereit, illetve az egyént körülvevő mikrokörnyezeti paramétereket.

Abstract: Numerous researches deal with the effects of the atmospheric environment on human body, so these days no doubt about its importance. Our aim at ICI INTERAKTIV Co. Ltd. was to develop devices for objective instrumental reproducible measurements, which have very important role in relevant conclusions. This project is the sequel of a more than ten year research and development have been performed for this topic, and trademarked as humanmeteorology®. The engineering work at the company facilitates more accurate and relevant measurements to clear and understand the effects of weather. In this paper we regard human organism as a technical system which allows us a measurement-theoretical approach. Besides collecting the implications of this point of view, we also summarize the basis and solutions of the development of our heart monitor apparatus satisfying all requirements we laid. The main novelty of this project is to make a device which is capable to simultaneously measure physiological signals and atmospheric microenvironmental parameters.

Rendszertechnikai értelmezés.

Bevezetés. Mind az orvostudományok, mind a meteorológia területén alapvető fontossága van a különböző méréseknek, azok értékelésének, illetve a különböző modellalkotási folyamatoknak. Általában ezek útján jutunk olyan rendszerezhető vagy már meglévő rendszerbe illeszthető információhoz, amire szükségünk van ahhoz, hogy előrejelzést adjunk az időjárás alakulásáról vagy felmérjük egy páciens egészségi állapotát. A két mérési típus első ránézésre meglehetősen különbözik, azonban mérés technikai oldalról ez már korántsem annyira igaz. Főleg akkor érdemes a két gondolatvilágot ilyen szempontból közelebb vinnünk egymáshoz, ha egy olyan tudományterületen szeretnénk előre lépni, ami éppen a két kapcsolatát tárgyalja.

Rendszerek közötti kapcsolat. Rendszertechnikai értelemben valós fizikai rendszernek nevezünk egy olyan fizikai objektumot, amely mérhető külső kényszer hatására mérhető módon megváltozik (Korondi, 2012). Ez első hallásra orvostudományi területen idegen megfogalmazásnak tűnhet, azonban a műszaki és mérés technikai megközelíthetőség megköveteli ezt a szemléletet. Ennek elfogadásával nem csak a két rendszer (az élő szervezet és a légköri-fizikai környezet) együtt tárgyalása válik kézenfekvőbbé, hanem lehetőséget ad arra is, hogy kapcsolatuk matematikailag leírhatóvá váljon, abból adott esetben egy modell készíthessen, ami a mérések spektrumának bővítésével finomítható.

Esetünkben e gondolatmenet közvetlen felhasználása azért nehéz, mert a legtöbb fizikai rendszertípussal

(például: mechanikai, villamos, termikus) szemben a biológiai rendszerek leírására egyelőre kevés egzakt, matematikailag deklaráható belső összefüggés áll rendelkezésünkre. Ugyanakkor a rendszerszemlélet ezt nem minden esetben igényli feltétlenül. Műszaki területen sem idegenek az úgynevezett fekete-doboz mérések, amikor a rendszer bemenetére ismert gerjesztő jeleket kapcsolunk, valamint mérjük a rendszer kimenetén megjelenő jeleket és a kettő egymáshoz való viszonyából próbáljuk kitalálni az ismeretlen vagy csak részben ismert rendszer tulajdonságait idő- és frekvencia tartományban. Az így szerzett ismeretek kellő alapként szolgálhatnak a belső kapcsolatok feltárásának kiindulópontjaként is. Ez a vizsgálati módszer kellő analógiában áll a rendszer fogalmával is, miszerint: a rendszer egy valós fizikai rendszer valamilyen pontosságú és meghatározott működési tartományra érvényes absztrakt modellje, amely a bemenőjelek és a kimenőjelek között teremt matematikai kapcsolatot (Korondi, 2012).

Az emberi szervezet egy kiemelkedő bonyolultságú, rengeteg belső összefüggéssel rendelkező, számtalan állapotjelzővel leírható rendszer, aminek teljes feltárása bőven túlmutat a tárgyalt célunkon, azonban a mérnöki gyakorlatban megszokott lényegkiemelés térnyerésével, és a megfelelő paraméterek megválasztásával közelíthetünk ahhoz. Az emberi szervezetet még ez esetben is mindenképpen MIMO, azaz több be- és kimenetű rendszerként kell kezelni. Ilyen esetekben általában minden bemenetnek minden kimenetre gyakorolt hatását fel kell tárnunk. Ez többféle méréstípus

eredményeinek együttes kezelését jelenti. Sok esetben a legnagyobb segítséget az adja, ha az újszerű rendszerünket egy már ismert rendszerrel analógiába tudjuk állítani, ugyanis ha az analógia helytállónak bizonyul, akkor meg lehet kísérelni a már ismert rendszerre érvényes törvényszerűségek alkalmazását az újszerű rendszerre. Példa erre a villamos és mechanikus rendszerek közötti megfeleltetés, ahol az $i(t)$ áramnak a mechanikai egyenes vonalú rendszerben az $f(t)$ erő felel meg (átmenő jellegű változó), míg az $u(t)$ villamos feszültségnek a $v(t)$ sebességkülönbség (keresztváltozó). A köztük lévő kapcsolatot leíró egyenletek is hasonló alakúak, kapcsolatukat megtestesítő fizikai mennyiségek pedig szintén analóg módon értelmezhetők (1. táblázat).

1. táblázat: Analógia a villamos és mechanikai egyenes vonalú fizikai rendszerek között (Huba, 2010)

	Energiatárolók		Disszipatív elemek
Villamos rendszer	$i = C \cdot \frac{du_{12}}{dt}$	$i = \frac{1}{L} \cdot \int u_{12} dt$	$i = \frac{1}{R} \cdot u_{12}$
Egyenes vona- lú, mechanikus rendszer	$f = m \cdot \frac{dv_{12}}{dt}$	$f = k \cdot \int v_{12} dt$	$f = b \cdot v_{12}$

A táblázatban található fizikai mennyiségek és mértékegységeik: i , villamos áram [A]; C villamos kapacitás [F]; u , villamos feszültség [V]; L , villamos induktivitás [H]; R , ohmikus ellenállás [Ω]; f , erő [N]; m , tömeg [kg]; v , sebesség [m/s]; k , rugómerevség [N/m]; b , csillapítási faktor [Ns/m]

Jelen esetben ilyen mértékű megfeleltetésre egyelőre nem vagyunk képesek, de mindenképpen érdemes szem előtt tartani azt a szemléletmódot, miszerint a légkörkörnyezet és a minket körülvevő fizikai valóság ismert pillanatnyi paraméterei, illetve azok ismert tranziensei a vizsgált rendszer (emberi szervezet) bemenetei, kimenetei pedig olyan mérhető szintén fizikai mennyiségek, amik alkalmasak lehetne arra, hogy a kapcsolatokat felderítsük. Ennek érdekében olyan műszerekre van szükségünk, amik alkalmasak valamilyen paramétert vagy mutatót megbízhatóan, objektíven és reprodukálhatóan mérni. Ilyen mérendő mutatók lehetnek a szív működés villamos jelei. Ennek igazolása nem tárgya e dolgozatnak, jelen bemutatás egy konkrét készülék tervezésénél felmerülő technikai és mérés technikai problémák tárgyalására összpontosít.

Mérőműszer fejlesztés.

Bevezetés. A szív villamos jeleinek mérésére egy folyamatos működésű, az emberre veszélyt semmilyen módon nem jelentő, noninvazív készülék tervezése volt a cél, mikrokontrolleres irányítással. A berendezés tervezésekor és kialakításakor olyan kritériumokat és szempontokat kellett figyelembe venni, amik nagy mértékben meghatározták az egyes technológiai paramétereket. Ezeket veszem számba az alábbi bekezdésben. A tervezés során általában többszörös iteráción keresztül jutottunk el a végső megoldáshoz, ami természetes a műszaki fejlesztések és megoldások terén.

Tervezési szempontok. Mérés technikai szempontból a véletlen hibák és külső zavarjelek kiküszöbölése érdekében elengedhetetlen a nagy számú, és jelen esetben rendszeres, minél hosszabb időtartamú mérés. Ráadásul, mivel a vizsgálataink a környezeti paraméterek széles spektruma esetén elvégzendőek, ilyen szempontból is cél a kísérleti személyek szervezetének reakciójának rögzítése minél több különböző humánmeteorológiai® helyzetekben. Egyúttal a berendezésnek minél mobilabbnak kell lennie. Ezek az elvárások huzamos (több hetes) üzemidőt igényelnek, aminek sok technológiai vonzata van. Ilyen például a tápellátás kérdése. A készülék 3 [V]-os egyenfeszültségű tápellátását 1,5 [V]-os szárazelemek biztosítják, a gazdaságos tápfelhasználás érdekében pedig számos szoftveres és hardveres megoldásra volt szükség, melyek közül a legfontosabbak a következők:

- időben szakaszos programfutás;
 - flexibilis órajel módosítás;
 - intelligens periféria kezelés (a mikrokontrolleren belül is);
 - szerteágazó hardveres tápmenedzsment;
 - back-up megoldások;
 - ultra alacsony fogyasztású áramköri elemek használata.
- A hosszú távú használat ergonomiai kérdéseket is felvet. A készüléknek méreteiben és kialakításában olyannak kell lennie, hogy az viselőjét ne akadályozza a mindennapi életvitelében, és ne okozzon kellemetlenséget a viselése. Az ennek figyelembevételével történő tervezést a következő paraméterek és megoldások tükrözik:

- a készülék tömege 100 [g];
 - a készülék tetszés szerint nyakba akasztható vagy övre csíptethető;
 - a mellkasi elektróda-öv bőrbarát anyagokból készül, felhelyezése és levétele egyszerűen, gyorsan megvalósítható, nem szükséges hozzá második személy.
- A könnyű kezelhetőség ugyanannyira fontos, mint az ergonómikus viselet, melynek érdekében a készülék:
- a kijelzőjén átláthatóan, lényegre törően jeleníti meg a szükséges adatokat;
 - a grafikus kijelzésen kívül hangjelzéssel is tud kommunikálni viselőjével;
 - kezelése egyszerű, egyértelmű funkciójú gombokkal történik;
 - szoftvere egyszerű, robusztus, túlnyomórészt automatikus működésű, lényeges beavatkozást nem igényel;
 - mérés közben valós idejű visszajelzést ad a szív mért elektromos jeleiről, ami által könnyen ellenőrizhetjük az elektróda-kontaktusok minőségét.

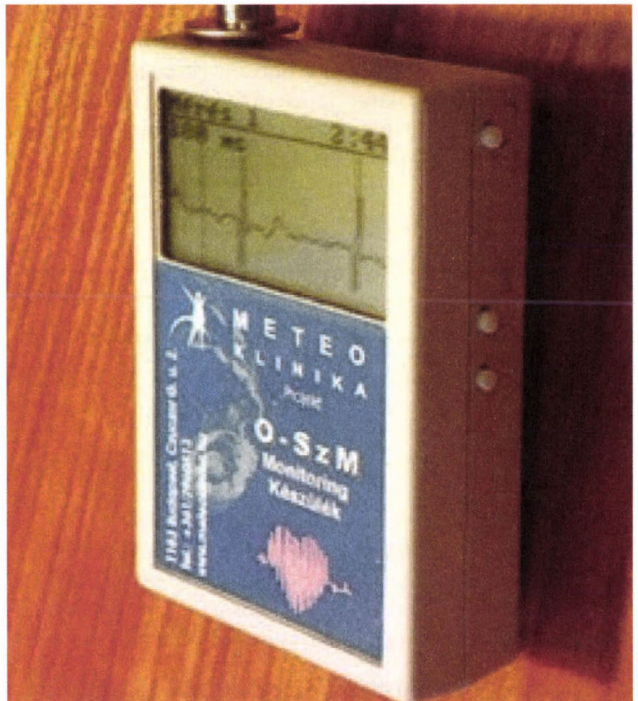
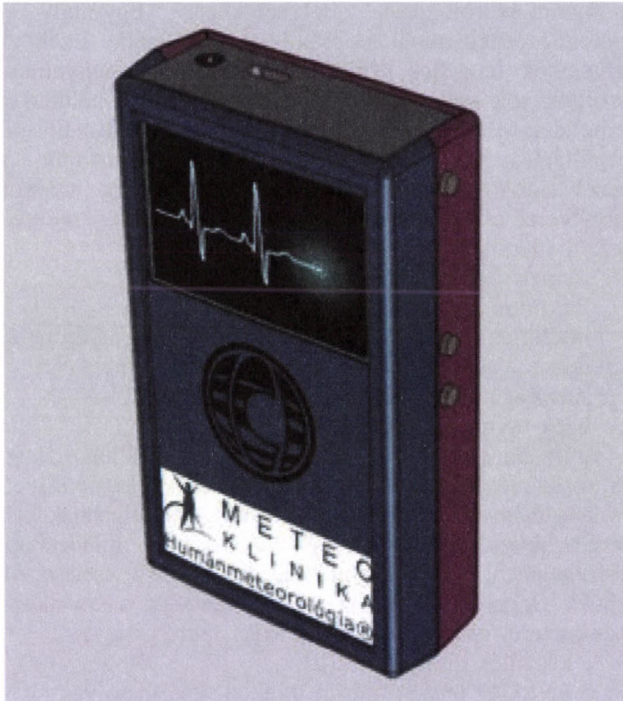
A sok mérés nagy mértékű adattárolást és kezelést kíván. Az ezzel kapcsolatos paraméterek:

- a készülék nagy mennyiségű adat tárolására képes a mérés közben folyamatosan, így végtelenített mérésekre is lehetőség adódik;
- az adatokat titkosítva tárolja;
- a ma már szinte kötelező szabvánnyá vált USB-s kommunikáció létesíti meg az interfészt az adatok letöltéséhez illetve a mérési paraméterek beprogramozásához.

Analóg elektronikai értelemben a legfőbb problémát a következők jelentették:

- megfelelő jelvezetés;
- zajvédelem;
- túlfeszültség védelem;
- ESD (elektrosztatikus kisülés) elleni védelem;
- DC-leválasztás;
- 50 [Hz]-es zajsűrűséssel történő kiküszöbölése.

elvárásokat. A kezdeti kísérleti időszakban 25 személyen végeztünk különböző időtartamú méréseket százas nagyságrendben, a néhány percestől a 24 óráig. A készülék folyamatos mérési ideje 50-60 óra, amely szakaszos üzemmód esetén akár hónapos méréseket is lehetővé tesz. A mellkasi jelvezetések emberi bőrrel



1. ábra: Az ICI Interaktív Zrt. saját fejlesztésű szív működés-monitorozó 3D modellje és legyártott kísérleti sorozatú berendezése

E problémák áthidalására különféle megoldásokat eszközöltünk. A hasznos jel zajterhelése kettős. Egyrészt a környezetből, antennaként összeszedett széles frekvenciaspektrumú zaj, másrészt a feldolgozó elektronika digitális áramköri elemeinek nagyfrekvenciás zaja. Ezek minimalizálása végett többlépcsős, L-C szűrőn keresztül kell megválasztani az analóg műveleti erősítőket, amelyekkel a szív villamos jeleit erősítjük digitalizálható jelszintre, illetve fokozottan kell ügyelnünk a rendszer tápellátásának kialakítására. Ez egyrészt a szokásosnál nagyobb mennyiségű zajsűrő, úgynevezett hidegítő kondenzátor használatát, másrészt a táp- és földvezetés csillag-topológiájának szigorú betartását jelenti. A túlfeszültség és ESD elleni védelmet speciális, erre alkalmas Zener-diódákkal oldottuk meg. A DC-leválasztást kerámia kondenzátorok sorba kötésével valósítottuk meg.

Tapasztalatok, további célok. A berendezés a gyakorlatban teljesítette az irányába támasztott

való kontaktjának bizonytalansága napi viszonylatban 5-8%-os adatvesztést okozott, ami jelentősen nem befolyásolta a kiértékeléseket. A berendezés jelenleg az ICI Interaktív Zrt.-nél folytatott humánmeteorológiai® kutatások spektrumának bővítését szolgálja, azonban időközben kilátásba került a készülék klinikai felhasználása is, amely különböző intézetekkel történő együttműködés keretein belül valósulhat majd meg. A készülék utódja már tervezés alatt áll. Elsősorban az akkumulátoros tápellátás és a kisebb, könnyebb kivitelezés alkotják a továbbfejlesztés tárgyát.

Irodalom

- Korondi, P., 2013: Rendszertechnika jegyzet. Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, 10-13.
 Huba, A., 2010: Oktatási segédanyag Mechatronika II. tantárgyhoz. Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

A 2014-ES TAVASZ IDŐJÁRÁSA WEATHER OF SPRING OF 2014

Fülöp Andrea

Országos Meteorológiai Szolgálat, H-1525 Budapest, Pf. 38., fulop.a@met.hu

Az idei tavasz országos átlagban 1,8 °C-kal volt melegebb a megszokottnál, ezzel a 7. helyre került az 1901 óta homogenizált, interpolált adatok alapján a legmelegebb tavasz középhőmérsékletek rangsorában. Ezen belül az idei március volt a mérések kezdete óta a legmelegebb. A tavasz első fele országos viszonylatban szárazabb volt a megszokottnál, de a május behozta a lemaradást. Így az idei tavasz összességében enyhén csapadékosnak mondható.

Március. 2014 márciusa jelentősen melegebbnek bizonyult a megszokottnál: az országban sehol sem volt hűvösebb a harmincéves átlagnál, a legnagyobb részen a havi átlaghőmérséklet a sokévi normálnál 3,5-4,5 °C-kal is magasabbnak adódott. Az ÉK-i régióban és a Dunántúli-középhegységben alakult 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. A hónap elején kezdődő melegedő tendenciát csak egy többközéppontú ciklonrendszer szakította meg 23-án. Ennek következtében a hónap legnagyobb részén bőven átlag felett alakultak a napi középhőmérsékletek hazánkban. Budapesten háromszor is megdőlt a legmagasabb minimumhőmérséklet rekordja. Március 17-én csak 12,2 °C-ra hűlt le a levegő a korábbi 11,5 °C-kal szemben. Március 19-én eddig 1951-ben Budapest belterületén volt a legmelegebb, akkor 10,6 fokot mértek. Idén azonban ugyanitt 12 fok volt a minimumhőmérséklet. Március 20-án az addigi rekordot 2004-ben Budapest belterületén mérték 10,7 fokkal, idén Lágymányoson csak 10,8 fokig hűlt le a levegő. Országos átlagban 5 fagyos napot regisztráltunk (napi minimumhőmérséklet kisebb, mint 0 °C), mely 7 nappal alulmúlta a sokévi átlagot.

A hónap során mért legmagasabb hőmérséklet:

23,4 °C, Letenye (Zala megye), március 17.

A hónap során mért legalacsonyabb hőmérséklet:

-8,5 °C, Zabar (Nógrád megye), március 11.

A március rendkívül száraz volt hazánkban, az ország nagy részén 10-20 mm közötti értékeket jegyeztünk. A Kisalföld térségében és a Duna-Tisza-közén mindössze 5-10 mm közötti havi csapadékösszegek voltak jellemzőek. Az országos márciusi átlag 14,4 mm, a legtöbb csapadék Alsószentmártonon hullott (41,3 mm). A március 19-én, északkeleten kialakult zivatarból jégdarát is észleltek. Jellemzően a megszokott csapadékmennyiség 40-50%-a hullott le hazánkban március folyamán. A Kisalföld térségében és a Duna-Tisza-közén jelentős csapadékhányról számolhatunk be (a normál 10-30%-át jegyeztük). Csak délkeleten 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 sokévi átlag mindössze 45%-ának felel meg. A csapadékos napok száma (6 nap) alulmúlta a sokévi átlagot (9 nap), s az 1, 5, 10, valamint 20 mm-t meghaladó csapadékú napok száma is normál alatt alakult. Sem havas, sem hótakarós napot nem jegyeztünk.

A hónap legnagyobb csapadékösszege:

41,3 mm, Alsószentmárton (Baranya megye)

A hónap legkisebb csapadékösszege:

0,9 mm, Zsámbok (Pest megye)

24 óra alatt lehullott maximális csapadék:

24,3 mm, Magyartád (Somogy megye), március 7.

Április. Áprilisban a középhőmérséklet zömmel 12-13 °C közé esett hazánkban. A legalacsonyabb hőmérsékletek főként az Északi-középhegységben alakultak ki. Átlagosan Kékestetőn volt a leghidegebb (7,2 °C), a legmelegebb Budapest-Lágymányoson (14,0 °C). A hónap 1,8 fokkal melegebbnek bizonyult a megszokottnál: az ország legnagyobb részén a havi

átlaghőmérséklet a sokévi normálnál 1,5-2,5 °C-kal magasabbnak adódott. Az északkeleti régióban és a Dunántúlon, az Alpokalján alakult ki a legnagyobb anomália, itt átlagban 2,5-3 °C-kal is melegebb volt a szokásosnál. A hónap legnagyobb részén jóval átlag felett alakultak a napi középhőmérsékletek hazánkban. Több maximum is megfigyelhető, ebből a két legmagasabb 24-én (15,9 °C) és 28-án (15,7 °C) volt. A két leghidegebb nap (10-e és 15-e) alacsony átlaghőmérsékleteit két gyors mozgású hidegfront okozta. Mindkét esetben országos átlagban 7,0 °C-ra hűlt le a levegő. Országos átlagban 1 fagyos nap fordult elő, ami elmarad a sokévi átlagtól (3 nap). Nyári napból (napi maximumhőmérséklet ≥ 25 °C) azonban áprilisban nem volt (a sokévi átlag 1 nap).

A hónap során mért legmagasabb hőmérséklet:

25,8 °C, Tiszaszalka (Szabolcs-Szatmár-Bereg megye), április 24.

A hónap során mért legalacsonyabb hőmérséklet:

-3,8 °C, Zabar (Nógrád megye), április 15.

Az ország nagy részén 35-45 mm közötti értékeket jegyeztünk. Ugyanakkor északkeleten és az ország középső részén még mindig kevés volt a csapadék. Itt mindössze 25 mm alatti havi csapadékösszegek voltak jellemzőek. Az országos területi átlag 42,4 mm, a legtöbb csapadék Rábagyarmaton (88,4 mm), a legkevesebb Pátyodon (12,9 mm) hullott. Országos átlagban a sokévi átlagnak megfelelő csapadékmennyiség (91,2 %) hullott le hazánkban április folyamán. Északkeleten és a Dunántúl északi részén hullott kevesebb csapadék (a normál 40-50%-át jegyeztük). Az előző hónapok csapadékhányos időszaka után április megtörte a trendet. Országos átlagban 13 csapadékos nap jelentkezett, mely meghaladja a normál értéket (10 nap), 4 zivataros napot regisztráltunk (a sokévi átlag 1 nap). Havas nap és hótakarós nap nem volt.

A hónap legnagyobb csapadékösszege:

119,2 mm, Sopron Görbetalom (Győr-Moson-Sopron megye)

A hónap legkisebb csapadékösszege:

8,5 mm, Szamosbecs Csenger-Gátörház (Szabolcs-Szatmár-Bereg megye)

24 óra alatt lehullott maximális csapadék:

54,8 mm, Sopron Görbetalom (Győr-Moson-Sopron megye), április 8.

Május. Májusban a középhőmérséklet zömmel 14-16 °C közé esett hazánkban. A havi országos átlaghőmérséklet 15,1 °C volt. Ny-K irányú hőmérsékletnövekedés volt a jellemző, a Dunántúl nyugati részén, az Alpokalján voltak kisebb értékek. Átlagosan Kékestetőn volt a leghidegebb (10,0 °C), a legmelegebb Budapest-Lágymányoson (16,7 °C). A hónap 0,7 fokkal hidegebbnek bizonyult a megszokottnál: az ország legnagyobb részén a havi átlaghőmérséklet a sokévi normálnál 0,5-1,0 °C-kal alacsonyabbnak adódott. Pozitív anomália-értékek csak az Északi-középhegység magasabban fekvő területein és a keleti határszélnél adódtak. A hónap lehűléssel kezdődött, amit egy hidegfront okozott május 4-én. Ezután egy rövidebb időszakra visszamelegedett az idő, a középhőmérséklet meghaladta a sokévi átlagot. Majd a hónap közepén a térségünkben örvénylő ciklon újabb lehűlést eredményezett. Ekkor országos átlagban 10,7 °C-ra hűlt le a levegő. Majd ismét melegedni kezdett az idő,

a középhőmérséklet elérte havi maximumát. A hó végén pedig megint az átlagnál hűvösebb volt. 7 nyári napot jegyeztünk a hónapban, mely 1 nappal marad el csupán a sokévi átlagtól. A normál szerint ilyenkor jelentkező 1 hőségnap azonban nem fordult elő.

A hónap során mért legmagasabb hőmérséklet:

31,7 °C, Körösszakál (Hajdú-Bihar megye), május 23.

A hónap során mért legalacsonyabb hőmérséklet:

-2,1 °C, Nagy-Hideg-hegy (Pest megye), május 5.

Az ország nagy részén 80-90 mm közötti csapadék értékeket jegyeztünk. Az ország középső részén hullott kevesebb csapadék, északon és délen több. Itt mindössze 70 mm alatti havi csapadékösszegek voltak jellemzőek. Az országos területi átlag 97,6 mm, a legtöbb csapadék Belpátfalván (220,7 mm), a legkevesebb Derecskén (29,1 mm) hullott. Májusban több helyen is volt jégeső. Május 3-án Tornyospálcan észlelőnk borsó-, majd cseresznye nagyságú jégszemeket jelentett. Május 1-én Pécsen, 12-én Edelenyben, május 16-án a Nyírségben észleltek

tubát. Május 17-én villámárvíz volt a Bőrsőnyben. Országos átlagban a sokévi átlaghoz képest jóval több csapadék hullott ebben a hónapban. A Tiszántúlon és a Dunántúl középső részén hullott kevesebb csapadék, de ez a mennyiség is az éghajlati átlagnak megfelelő volt. A Kisalföldön és az ország déli területein azonban a normál értékek 2-2,5-szerese is lehullott. Belpátfalván az éghajlati átlag csapadékmennyiség 339,7%-a esett le a hónap folyamán. A csapadékos áprilist egy szintén csapadékos május követte. Országos átlagban 15 csapadékos nap jelentkezett, mely felülmúlta a 11 napos normált. Zivataros napból is átlag feletti értéket regisztráltunk a hónapban, 6 nap adódott a sokévi 3-mal szemben.

A hónap legnagyobb csapadékösszege:

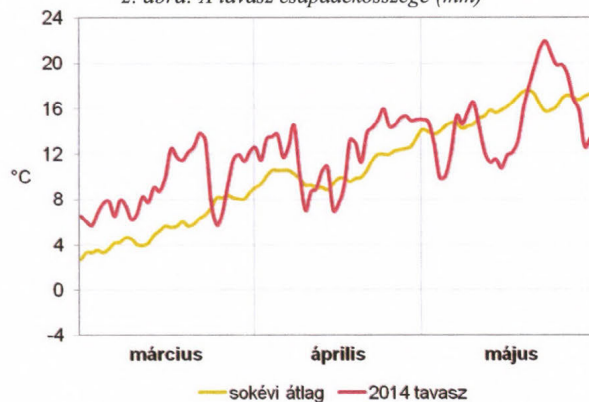
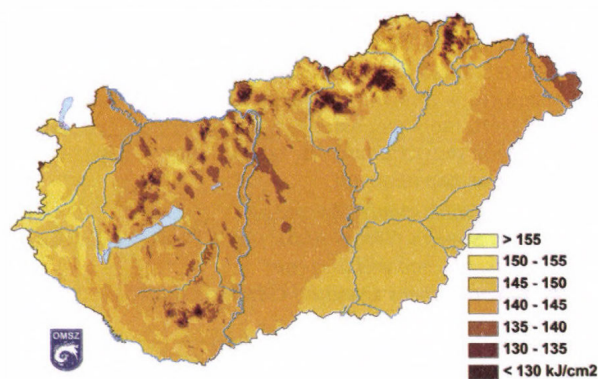
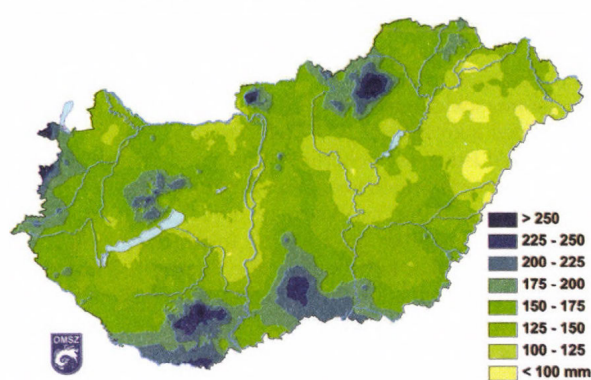
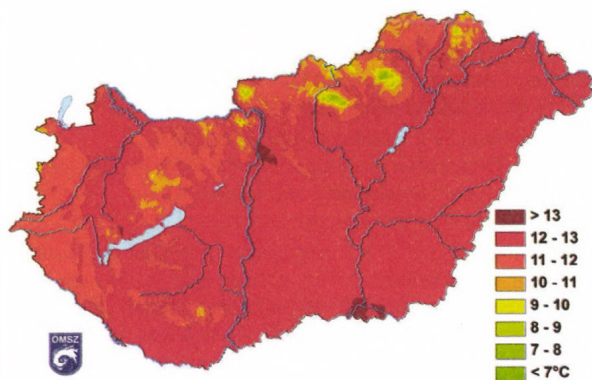
220,7 mm, Belpátfalva (Heves megye)

A hónap legkisebb csapadékösszege:

29,1 mm, Derecske (Hajdú-Bihar megye)

24 óra alatt lehullott maximális csapadék:

95,2 mm, Verpelét (Heves megye), május 3.



2014. tavasz időjárási adatainak összesítője

Állomás	Napsütés (óra)		Sugárzás (kJ/cm ²)	Hőmérséklet (°C)						Csapadék (mm)			Szél viharos napok
	évszak összes	eltérés		évszak összes	évszak közép	elté- rés	max	napja	min	napja	évszak összes	átlag %-ában	
Szombathely	690,9	156,7	154	12,1	2,3	28,4	05.23	-1,3	03.01	166,6	121,4	25	14
Nagykanizsa	-	-	-	11,8	1,7	28,8	05.23	-2,4	03.11	132,8	80,6	23	12
Siófok	-	-	-	12,8	1,9	30,2	05.23	0,0	03.11	100,9	78,3	20	23
Pécs	639,1	58,4	145	12,6	1,8	27,9	05.23	0,2	03.01	224,3	154,9	26	15
Budapest	649,2	77,8	140	13,3	2,2	29,4	05.24	1,1	03.14	159,0	123,4	25	10
Miskolc	660,4	120,5	-	12,3	2,2	28,6	05.26	-1,4	03.11	172,1	130,9	26	7
Kékestető	377,9	-166,3	80	7,2	2,0	22,5	05.24	-1,8	03.09	220,6	105,0	27	26
Szolnok	586,4	5,8	-	12,7	1,8	28,8	05.23	-2,7	03.11	125,7	98,9	17	12
Szeged	695,8	145,8	-	12,7	1,7	29,0	05.23	-3,2	03.11	205,4	176,3	17	12
Nyíregyháza	-	-	-	12,7	2,2	29,6	05.23	-0,6	03.11	108,5	89,3	18	19
Debrecen	717,3	141,4	145	12,8	2,1	29,4	05.23	-0,3	03.14	96,2	67,4	19	13
Békéscsaba	-	-	-	12,7	1,9	29,6	05.23	-4,3	03.11	145,4	103,4	23	8

TÖRTÉNELMI ARCKÉPEK

HISTORICAL PORTRAITS

Varga Miklós

AUJESZKY LÁSZLÓ

Budapest, 1903. augusztus 23 – Budapest, 1978. december 7.

Aujeszky László a Pázmány Péter Tudományegyetem matematika-fizika szakán szerezte meg tanári diplomáját 1925-ben. 1926-ban meteorológiából valamint elméleti- és kísérleti fizikából doktorált. Ugyanebben az évben lépett be a meteorológiai intézetbe, ahol 1963-as nyugdíjazásáig az időjárás előrejelzésével foglalkozott. 1937-ben egyetemi magántanár lett, ebben a minőségében 16 éven át tartott előadásokat „*A meteorológia korszerű fejezetei*” tárgyából. Az Országos Meteorológiai és Földmágnassági Intézet Prognózis Osztályának vezetői pozícióját 1940–43, valamint 1951–1963 között töltötte be.

A világháborút megelőző években ő volt a „*média-meteorológus*”, nevét a nagyközönség is ismerte. Nemcsak magas szakmai szinten tanított, de számos népszerűsítő írás is fűződött a nevéhez. Még a 80-es években is az ő írását olvashatták az alsó-tagozatos tanulók az iskolások számára a meteorológus munkájáról írt tananyagban. A Természettudományi Társulat titkára és a Természettudományi Közlöny társszerkesztője volt 1939 és 1945 között.

Réthly Antal 1944. április hónapban betegségére hivatkozva állásáról lemondott, s családjával Tokajba költözött. Aujeszky töltötte be 1944. április 25-től 1945. május 8-áig az Országos Meteorológiai és Földmágnassági Intézet megbízott igazgatói tisztjét. Munkája a front Bu-

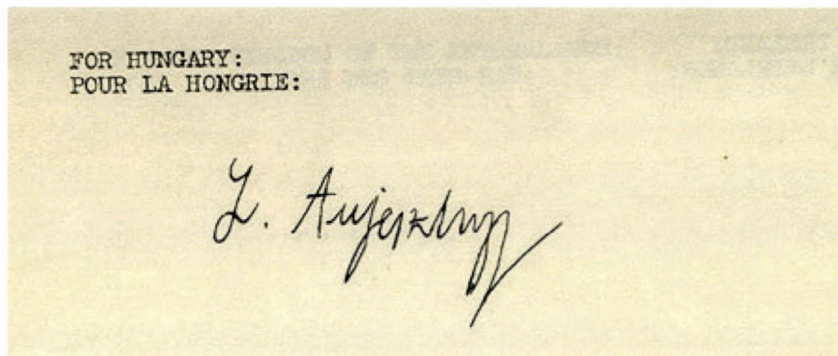
dapesten történt lassú áthaladása miatt ellehetetlenült. A budapesti harcok befejezése után, 1945. február 13-án, mint megbízott igazgató megjelent az Intézetben, és a romokban álló épületben megkereste a bent rekedt néhány dolgozót. 1945. február 15-én öten kezdtek dolgozni, ennyien írták alá a jelenléti ívet, amely február végére már 27 főre nőtt. Aujeszky kérelmére az Ideiglenes Nemzeti Kormány 1945. március 8-ával Réthly Antalt visszahelyezte az igazgatói állásába, amely az igazolási eljárás lezárása után 1945. május 8-tól lépett érvénybe.



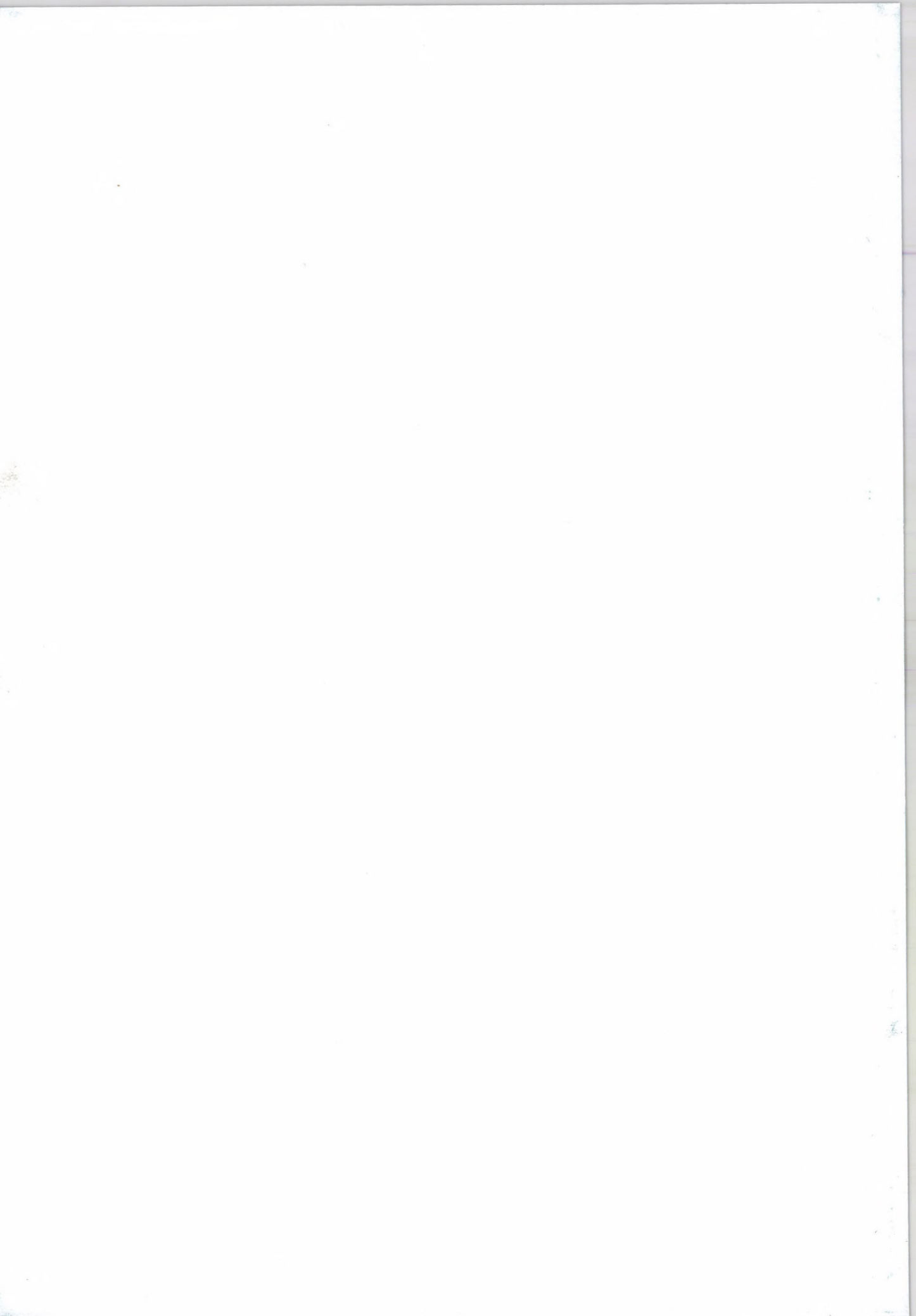
Aujeszky 1948 és 50 között az Intézet IDŐJÁRÁS c. folyóiratának szerkesztője. 1947-ben Washingtonban Magyarország képviselőjeként ő írta alá a WMO alapító okiratát. A szovjet típusú tudományos minősítő rendszer bevezetésekor, disszertáció benyújtásának és külön eljárásnak a mellőzésével, tudományos munkássága elismeréséül 1954-ben megkap-

ta a fizikai tudományok kandidátusa fokozatot. 1971-ben *Kísérlet a légkör meteorológiai mobilizálható energia készletének megbecsülésére* című dolgozata alapján megkapja a földrajztudományok doktora címet.

1948-50-ig az MMT főtitkára, majd 1950-51-ben elnöke, később a Tudományos Tanács tagja. A Társaság kétszer tüntette ki a Steiner Lajos Emlékéremmel. A Társaság tiszteleti tagja.



Aujeszky László aláírása a Meteorológiai Világszervezet konvencióján. Washington DC, 1947. október 11.



L É G K Ö R

59. évfolyam

2014. 3. szám



80 éves a
balatoni
viharjelzés

80 ÉVES A BALATONI VIHARJELZÉS

Koszorúzás az évforduló alkalmából Hille Alfréd, a viharjelzés kezdeményezője és Zách Alfréd, az obszervatórium építtetője emléktáblájánál, a Siófoki Viharjelző Obszervatóriumban, 2014. július 8.



Rác András helyettes államtitkár és V. Németh Zsolt a környezetügyért, agrárfejlesztésért és hungarikumokért felelős államtitkár koszorúz



Buda István elnökhelyettes és Radics Kornélia elnök, mögöttük Rác András HÁT, Péliné Németh Csilla őrnagy, Hernádi Balázs alezredes és Fejes Edina



Kovács László alezredes, MH-GEOSZ, tiszteleg a nagy előd, Hille Alfréd emléktáblája előtt



Németh Ákos, az MMT főtitkára és Dunkel Zoltán, a Társaság elnöke helyezi el a megemlékezés virágait

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 ábrák is tartoznak, 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, szívesen fogadunk *kiegészítésül* 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

Sáhó Ágnes

Somfalvi-Tóth Katalin kislexikon

Térey János olvasószerkesztő

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

Évi előfizetési díja 1760 Ft

Megrendelhető az OMSZ

Pénzügyi és Számviteli Osztályán
1525 Budapest Pf. 38.

E-mail: legkor@met.hu

AZ ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT ÉS A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG SZAKMAI TÁJÉKOZTATÓJA

TARTALOM

CÍMLAPON: Kilátás a Siófoki Viharjelző Observatórium tornyából Bartha Imre
szolgálatát alatt (*Horváth Ákos felvétele*)

80 éves a balatoni viharjelzés, képek a koszorúzásról98

Szerzőink figyelmébe98

Haszpra László és Péliné Németh Csilla kitüntetése.....100

TANULMÁNYOK

Zsikla Ágota: **A 2014. évi Balatoni és Velencei-tavi viharjelzési szezonról**101

Kovács Attila, Erdődiné Molnár Zsófia, Kovács Gabriella és Rácsi András:

A 850 hPa-os nyomási szint léghőmérsékletének vizsgálata Miskolc fölött

ECMWF ERA-interim reanalízis adatok alapján106

Szelepcsényi Zoltán, Kis Anna, Skarbit Nóra és Breuer Hajnalka:

Éltető-térképek alkalmazása az éghajlatváltozás vizualizációjára111

Kis Anna, Pongrácz Rita és Bartholy Judit: **Magyarországra becsült**

csapadéktrendek: hibakorrekció alkalmazásának hatása117

Balczó Márton és Lajos Tamás: **Városi terek szélviszonyai és légszennyezettsége**..121

Szilárd Barbara: **A város környezeti adottságai, a városi klíma**

emberre gyakorolt hatásai127

KÖZLEMÉNYEK

Szepesi Dezső: **Túlélhető-e a balatoni tornádó?**105

Somfalvi-Tóth Katalin: **Kislexikon**116

Haszpra László: **Minek nevezzük?**131

Tóth Róbert és Tamáskovits Károly: **Pontos észleléssel az 5 éves tervért!**133

Dunkel Zoltán: **Magashegyvidéki megfigyelő állomás speciális programmal**.....135

KRÓNIKA

Vincze Enikő és Kovács Tamás: **2014 nyarának időjárása**137

Varga Miklós: **Történelmi arcképek – Berényi Dénes**139

LIST OF CONTENTS

COVER PAGE: Storm Warning Observatory, Siófok

Instructions to authors of LÉGKÖR98

80 years old the Balaton Lake storm warning, pictures from wreathing.....98

Award of László Haszpra and Csilla Péliné Németh.....100

STUDIES

Ágota Zsikla: **About the Storm Warning Season at Lake Balaton**

and Velence in 2014101

Attila Kovács, Zsófia Erdődiné Molnár, Gabriella Kovács and András Rácsi:

Analysis of Air Temperature at 850 hPa Pressure Level above Miskolc

based on the ECMWF ERA-Interim Database106

Zoltán Szelepcsényi, Anna Kis, Nóra Skarbit and Hajnalka Breuer:

Applying Life Zone Maps to Visualize Climate Change111

Anna Kis, Rita Pongrácz and Bartholy Judit: **Projected Trends of Precipitation**

for Hungary: The Effects of Bias Correction117

Márton Balczó and Tamás Lajos: **Wind Conditions and Air Quality**

in Urban Squares121

Barbara Szilárd: **The Urban Environmental Conditions, the Effects of**

Urban Climate for Humans127

COMMUNICATIONS

Dezső Szepesi: **Can Anybody Survive a Balaton-Tornado?**105

Katalin Somfalvi-Tóth: **Pocket Encyclopaedia**116

Haszpra László: **How to Name You?**131

Róbert Tóth and Károly Tamáskovits: **With Accurate Observation**

for the 5-Year Plan!133

Zoltán Dunkel: **Mountain Observation Station with Special Programme**135

CHRONICLE

Enikő Vincze and Tamás Kovács: **Weather of Summer 2014**.....137

Miklós Varga: **Historical Portraits – Dénes Berényi**139

HASZPRA LÁSZLÓ ÉS PÉLINÉ NÉMETH CSILLA KITÜNTETÉSE

Fazekas Sándor földművelésügyi miniszter az államalapító Szent István ünnepe, 2014. augusztus 20-a alkalmából adományozott **Magyar Érdemrend Tisztikeresztje** kitüntetést adta át **Haszpra Lászlónak**, az ELTE Meteorológiai Tanszék címzetes egyetemi docensének, az Országos Meteorológiai Szolgálat tudományos tanácsadójának – és nem mellékesen az MMT Választmányi tagjának, valamint a Léggör szerkesztőbizottsági tagjának –, a légszennyező anyagok terjedésének és kémiai átalakulásának vizsgálatában elért kimagasló eredményei, valamint oktatói és publikációs tevékenysége elismeréseként.



Fazekas Sándor földművelésügyi miniszter gratulál



A gomblyuk kitűző és a szalagsáv, Magyar Érdemrend Tisztikereszt

Haszpra László, az Országos Meteorológiai Szolgálat szakmai tanácsadója, a Magyar Meteorológiai Társaság választmányi tagja, 1954. október 14-én született Szegeden. Tudományos kutató. Egész pályafutása, szakterülete a levegőkémiahoz kötődik. Elsődleges kutatási témái a légköri fotokémiai oxidánsok és prekursoraik vizsgálata, valamint az üvegházhatású gázok légköri viselkedésének tanulmányozása. Számos hazai és külföldi publikáció, könyv fűződik nevéhez. 1996-ban szerezte meg a PhD tudományos fokozatot az Eötvös Loránd Tudományegyetemen, míg az MTA doktora címet 2006-ban érte el. Kutatói tevékenysége mellett az oktatásban is közreműködik. Címzetes egyetemi tanár. Több szakmai szervezetnek a tagja, többek között a Doktori Tanács póttagja, a Meteorológiai Tudományos Bizottság szavazati jogú tagja. Az Időjárás és a Léggör szerkesztő bizottsági munkájában is közreműködik. Munkásságát eddig is több alkalommal tüntették ki, 2011-ben Schenzl Guido-díjat (vidékfejlesztési miniszter), 2006-ban Pro Meteorologia emléklapett (környezetvédelmi és vízügyi miniszter), míg 1990-ben megosztott Akadémiai Díjat kapott.



Hende Csaba honvédelmi miniszter állami ünnepünk, 2014. augusztus 20-a alkalmából a **Szolgálati Érdemjel ezüst fokozatát** adományozta **Péliné Németh Csilla őrnagynak**, a MH Geoinformációs Szolgálat állományából – aki nem mellékesen az MMT Nap- és Szélerenergia Szakosztályának titkári feladatait is ellátja. Németh Csilla 1999-ben szerzett meteorológus és csillagász diplomát az Eötvös Loránd Tudományegyetemen katonai ösztöndíjasként. A diploma megszerzése után a Magyar Honvédség Meteorológiai Szolgálatánál kezdett el dolgozni, meteorológusként. Jelenleg az MH GEOSZ Meteorológia Támogató Osztály osztályvezető helyettese. A szélklíma-változással foglalkozó doktori disszertációját készül benyújtani.

A kitüntetetteknek további sikerekben gazdag, eredményes munkát kívánunk!

A 2014. ÉVI BALATONI ÉS VELENCEI-TAVI VIHARJELZÉSI SZEZONRÓL

ABOUT THE STORM WARNING SEASON AT LAKE BALATON AND VELENCE IN 2014

Zsikla Ágota

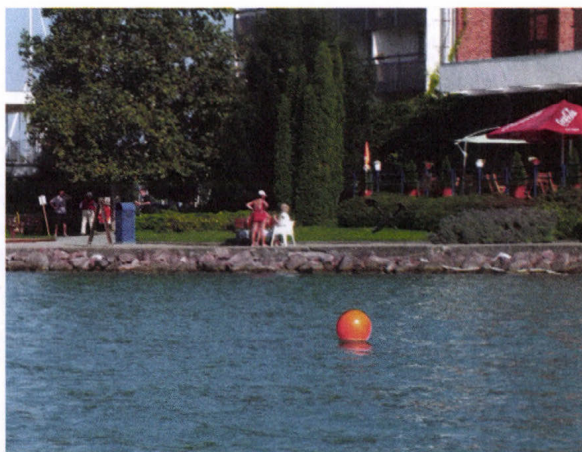
OMSZ Viharjelző Observatórium, Siófok, Vitorlás utca 17., zsikla.a@met.hu

Összefoglalás. Az Országos Meteorológiai Szolgálat minden évben viharjelző szolgálatot lát el a Balatonon és a Velencei-tavon a vízen tartózkodók biztonsága érdekében. A viharjelzési szezon április 1-je és október 30-a között tart. Az alábbi cikkben a 2014-es viharjelzési szezon időjárási eseményeit és kiadott viharjelzéseit tekintjük 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 2014 and about the length of warning periods.



A balatoni viharjelzés főhadiszállása az OMSZ Siófoki Viharjelző Observatóriuma a tó felől



A tudósításokban gyakran szerepel a Balaton vizének hőmérséklete Siófoknál. A hőmérő helyzetét jelző bója



A felhőnéző szobra előtt OMSZ elnökök, korábbiak és a jelenlegi: Buda István, Czelnai Rudolf, Radics Kornélia, Bozó László, Dunkel Zoltán



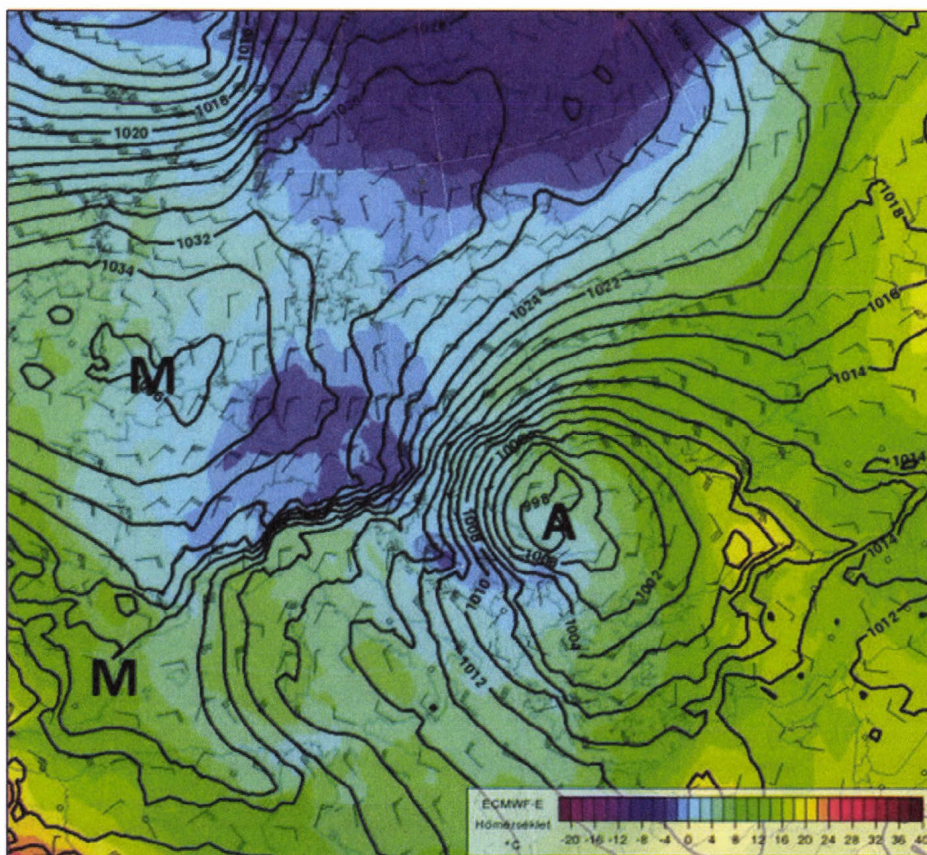
A megemlékező ünnepség résztvevői Radics Kornélia előadását hallgatják

Bevezetés. 2014-ben ünnepeltük a balatoni viharjelzés elindításának 80. évfordulóját. A viharjelzés Hille Alfréd repülő ezredes, meteorológus kezdeményezésére kormányzati döntés alapján 1934. július 8-án indult el. A jelzéseket az akkori Légügyi Hivatal meteorológusai adták ki. A nevezetes napra 2014. július 8-án előadásokkal

és koszorúzással emlékezett az OMSZ és a Magyar Honvédség Geoinformációs Szolgálat Siófokon. Radics Kornélia, az OMSZ elnöke köszöntötte a résztvevőket és kiemelte a balatoni viharjelzés és az időjárási veszélyjelzés fontosságát. V. Németh Zsolt, a Földművelésügyi Minisztérium államtitkára köszönetet mondott a meteo-

rológusoknak, vízrendőröknek, katasztrófavédőknek és az együttműködésben résztvevő civil szervezeteknek a biztonságáért végzett munkájukért. Kovács László alezredes, az MH Geoinformációs Szolgálat szolgálatvezető helyettese, bevezető előadásában méltatta Hille Alfréd életútját. A viharjelzés történeti áttekintése után a közelmúltban végbement változásokról, meteorológiai fejlesztésekről Horváth Ákos, az Observatórium vezető-

és Rác András helyettes államtitkár a Vidékfejlesztési Minisztérium képviselőjében. Az emléktáblát ugyancsak megkoszorúzta Siófok város polgármester-helyettese, a Magyar Meteorológiai Társaság elnöke, Dunkel Zoltán, a HM Geoinformációs Szolgálat nevében Kovács László alezredes. Az Országos Meteorológiai Szolgálat nevében Radics Kornélia elnök és Buda István elnökhelyettes helyezték el a megemlékezés koszorúit.



1. ábra: Az Yvett ciklon elhelyezkedése Dél-Kelet-Európa felett 2014.05.15-én 06 UTC-kor. Izobár struktúra, 850 hPa-os hőmérséklet és a 925 hPa-os szélmező (a légnyomás 2 hPa-onként analizálva)

je tartott előadást. Horváth Gyula, a Megfigyelési Főosztály vezetője a távérzékelésben és a meteorológiai adatgyűjtésben bekövetkezett hatalmas fejlődést mutatta be. Dobai Sándor, az RSOE (Rádiós Segélyhívó és Infokommunikációs Országos Egyesület) elnöke, a viharjelző rendszer üzemeltetésében és korszerűsítésében végzett munkájukról szólt, bemutatta a kezdeti rakétás korszakot felváltó fényjelző készülékeket, kiemelve az idei szezonban a keleti medencébe telepített korszerű LED technológiára alapuló fényjelző berendezéseket. Horváth László, a Balatoni Vízrendészeti Rendőrkapitányság vezetője ismertette a vízbiztonság növelése érdekében folytatott tevékenységüket és bemutatta az új mentőhajókat. Az előadásokon a sajtó képviselői is jelen voltak. Ezt követően koszorúzásra került sor az Observatórium falán lévő emléktáblánál Hille Alfréd, a viharjelzés megindítója és Zách Alfréd, az Observatórium építetője előtt tisztelegve. Koszorút helyezett el V. Németh Zsolt államtitkár

A viharjelzési szezon időjárásának főbb jellemzői. A 2014-es szezon a gyakori ciklonaktivitásnak köszönhetően az átlagosnál csapadékosabb időt hozott. Az elmúlt évekhez képest hűvösebb, de a sokévi átlaghoz hasonlóan összességében a Balaton nyugati részén annak megfelelő, keleten inkább kissé az átlagos feletti (<110 %) hőmérsékletű szezonról beszélhetünk.

Ugyanakkor a szélviszonyok tekintetében a szezont a megszokottól kevésbé szélesnek érezhettük. Tény, hogy a keleti medence átlagos szélessége 6 százalékkal maradt alatta az előző 10 év átlagának, míg a Tihanytól nyugatra eső balatoni állomásokból számolt 2014-es szezonátlag megfelelt a tízévi átlagsebességnek.

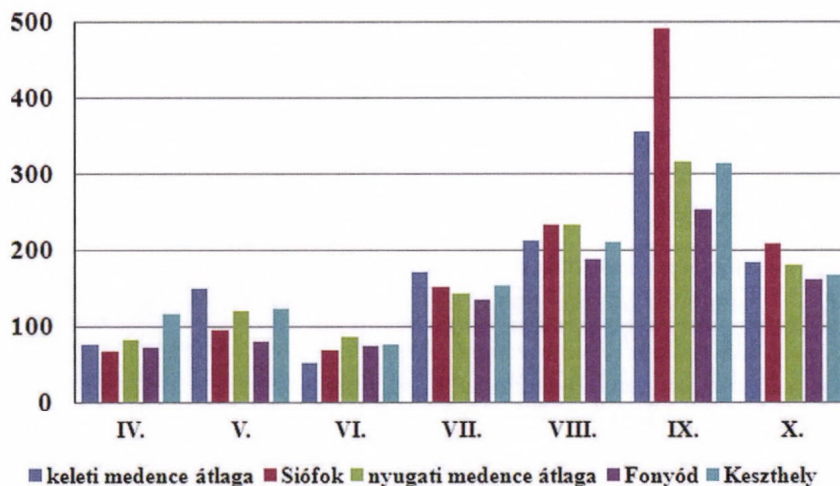
A havonkénti vizsgálódás már kimutatja, hogy a május kiemelkedően szeles hónap volt, míg a szezon további része általában a megszokottól gyengébben szeles lett.

Hasonlóan a tavalyi évhez, 2014-ben is hét napon jeleztek a műszerek 90 km/h-t meghaladó szélsősebességet a Balatonnál. A hétből öt májusban, egy júliusban, egy pedig októberben fordult elő. A legnagyobb vihart idén az Yvette ciklon okozta. A ciklon, kedvező feltételek között, május 13-án kezdett kialakulni a Földközi-tenger közepes medencéjében egy hidegfront betörését követően. A légörvény gyorsan mélyült, közben centruma a Balkán-félszigetre, majd legfejlettebb fázisában 15-ére Románia, illetve Erdély fölé helyeződött. A ciklon hátoldalán, a Dunántúl térségében viharos szelet kiváltó ritkán előforduló nagy légnyomáskülönbség alakult ki, mely Sopron és Budapest között meghaladta a 10 hPa-t is. (1. ábra). 2014. május 14-én már délutántól, estétől a Balatonnál gyakran fordultak elő a 90 km/h sebességet meghaladó széllelőkések. 15-én ezek állandósultak és több helyen már 100 km/h-t is meghaladó erős széllelőkések alakultak ki. 2014. május 15-én Balatonmárfiafürdő és Fonyód térségében átmenetileg a 120 km/h-t is meghaladta a szél-erősség (Balatonőszöd: 126 km/h, Balatonmárfiafürdő: 122 km/h). Tizenhatodikától a légörvény töltődni kezdett, de még ekkor is előfordult a Balatonnál kisebb területen 90 km/h feletti széllelőkés. A ciklon erőssége és fennmaradása sokban hasonlított a szinte napra pontosan négy évvel korábbi, károkozó Zsófia ciklonhoz. A belőle kihulló csapadék azonban a Balaton térségében jellemzően kevesebb volt: most nem érte el a 30 mm-t sem. 2014-ben a szezon két legmelegebb hónapja az 1961-1990-es évek átlagához képest az április és az október lett. Ekkor a havi középhőmérséklet 1,6-2,5 fokkal haladta meg az éghajlati normál értékeket. A sokévi átlaghoz képest a május lett a leghűvösebb hónap. A szezon átlaghőmérséklete Keszthelyenél 16,5, Siófokonál 17,9 fok volt (a sokévi átlag 16,0, illetve 16,4 °C). A Balatonnál az év legmelegebb napja június 11-ére esett. Keszthelyen a mért maximális hőmérséklet 33,7 °C volt, Siófokon ettől eltérően július 20-án állt be a maximum 33,5 °C-kal. Ez jóval elmaradt a 2013-as maximumhoz képest, amikor augusztusban a legmagasabb értéket Fonyódnál regisztrálta az automata 39,3 °C-kal, de Keszthelyen 38,4 és Siófokon is 38,0 °C volt. 2014-ben a hőségnapok száma is viszonylag kevés lett. Májusban és szeptemberben általában 30 °C alatt maradt a hőmérséklet csúcserkéke. Egyedül Siófokon mértek májusban egyetlen napon 30

fokot elérő hőmérsékletet. A teljes időszakot tekintve ugyancsak Siófokon volt a legtöbbször (összesen 18-szor) 30 °C-t elérő vagy meghaladó napi maximum hőmérséklet. A Balaton többi részén jellemzően a mérések szerint csak 12-15 ilyen nap adódott. Ezzel szemben 2013-ban a hőségnapok száma 26-28 nap volt. A tó vize 2014. június 11-én melegedett fel legjobban, Siófoknál az esti órákban 29,1 °C-ot mérhettünk.

A legszélsőségesebben alakuló időjárási elem a csapadék volt. Ebben a hét hónapban az átlagos csapadékmennyi-

ségnek (1961-1990) legtöbb helyen legalább 160%-a hullott le, ami a keleti medencében területi átlagban kb. 600 mm-t, tőle nyugatra 650 mm-t (középső és nyugati medence) jelentett. Csak az április és a június volt viszonylag szárazabb hónap. A többi hónapban a csapadékösszeg általában meghaladta, többnyire jelentősen túl-
lépte a sokévi



2. ábra: 2014. Havi csapadékösszegek a sokéves átlag százalékában (1961-1990)

átlagokat (2. ábra). Közülük is kiemelkedett az augusztus, amikor az elvárt összeg több mint kétszerese, és a szeptember, amikor pedig Balaton-szerte átlagosan több mint háromszorosa hullott le. Szeptemberben az ország legtöbb csapadékot kapó területe a Közép- és a Délnyugat-Dunántúl volt. Átlagosan a Balatonnál a keleti medence térségében 156, a középső és a nyugati medence térségében összesen 160 mm csapadék volt. A balatoni települések közül kiemelhető Siófok, ahol 211,6 mm eső hullott (az 1961-1990-es átlag itt 43,1 mm, az 1984-2013-as átlag 51,5 mm). Szeptemberben itt még ennyi csapadékot nem mértek. A csapadék változékonyságát mutatja, hogy az 1984-2013 közötti 30 évben ötször volt 100 mm-t meghaladó összeg szeptemberben, hat alkalommal viszont összesen csak 5-12 mm hullott.

A csapadék a nyári és az őszi eleji időszakban is intenzív záporokból, zivatarokból hullott. Az egész szezonra nézve a zivataros napok száma a keleti medence térségében 65, nyugaton 49 nap lett. Ez keleten majd kétszerese, nyugaton több mint kétszerese a 2013-as évben észlelt zivataroknak. Szeptemberben már ilyen számban nem szoktak előfordulni zivatarok, most a keleti medence térségében 6, nyugaton 7 napon észleltek zivatart. A csapadéknak kedvező időjárás nagyjából annak köszönhető, hogy a Földközi-tenger medencéjében augusztusra nem alakult ki az erre az időszakra jellemző

anticiklonális időjárás. A térségben folyamatosan sekély ciklonok helyezkedtek el, amelyekben jelentős nedvesség halmozódott fel. A térség szárazföldi területein a kihulló csapadék folytán a talaj telítődött nedvességgel, amit a növényzet visszapárologtatott a légkörbe. A szeptemberi nagy csapadék legalább háromnegyed része a hónap első

A viharjelzések összesítése. A Balatonnál és a Velencei-tónál a viharjelzések összesített fenntartási ideje a tavalyihoz mérten kis mértékben csökkent, mely alapvetően a Balatonnál az elsőfokú, a Velencei-tónál a másodfokú viharjelzések rövidebb fenntartásának köszönhető. A Balaton nyugati medencéjében 2042, a középső medencé-

1. táblázat: A 2014-es szezonban kiadott balatoni viharjelzések összesítése

Balaton medencék	fok	kiadott viharjelzések száma							összesen	IV–X. darab
		IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.		
Nyugati	I. fok	20	24	17	25	22	11	14		133
	II. fok	11	15	7	23	18	11	5		90
Középső	I. fok	19	23	18	29	21	12	9		131
	II. fok	10	19	9	25	20	11	5		99
Keleti	I. fok	17	22	18	27	21	15	8		128
	II. fok	10	19	10	22	23	11	3		98
Balaton medencék	fok	fenntartott órák száma							összesen:	IV–X. óra
		IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.		
Nyugati	I. fok	189	201	240	247	197	147	124		1345
	II. fok	132	172	39	94	82	123	56		698
Középső	I. fok	136	187	216	191	175	168	102		1174
	II. fok	128	179	47	101	96	107	54		711
Keleti	I. fok	123	185	217	175	195	176	101		1171
	II. fok	132	168	50	97	93	83	56		680

felében hullott két ciklonaktivitásnak köszönhetően. Elseje és negyedike között Olaszország–Földközi-tenger középső medencéje, majd DK-Európa volt a ciklon centruma. A 10–15-éi időszakban pedig Ausztria–Horvátország–Szlovénia–Magyarország fölött húzódtott a centrum. Az utóbbi esetben a hosszú itt tartózkodás, a sok nedvesség, tartós labilitás és a főként helyeződő magassági futóáramlás együttes fennállása egyes területeken a záporos csapadékot adó ciklonkarok mellett hosszú ideig fennmaradó zivataros aktivitást is eredményezett. A zivataros csapadék tartósabban érintette a keleti medence térségét. Ennek köszönhetően Siófokon a szeptember 10–15. közötti 5 napban pl. 151,9 mm csapadék hullott. Október 22-e körül is előfordult még, hogy nagyobb területen az egy nap alatt lehulló csapadékmennyiség megközelítette, vagy meg is haladta a sokévi egyhavi átlagot. Az idei szezonban a Balaton vízszintjét végig 110 cm fölött tartották a szakemberek. A legcsapadékosabb hónapban, szeptemberben az elsejei 119 cm-ről huszadikára – a megkezdett leeresztés ellenére – már 135 cm-re emelkedett a vízállás. Egyben ez az érték volt a szezon legmagasabb vízállása. Ezt követően szeptemberben stagnálás, majd októbertől lassú csökkenés következett be. A folyamatos vízleeresztés eredményeképpen a hónap végére 126 cm-re csökkent a vízszint. A szeptemberi és októberi viharok során a hullámozás és a tartós szél okozta vízszint kilengés miatt többször is védekezni kellett elsősorban a Balaton déli partján.

ben 1885, a keleti medencében 1851, a Velencei-tónál 1370, a Tisza-tónál 1242 órán át volt érvényben valamilyen fokozatú viharjelzés (1. táblázat). A fenntartási értékek a Balaton középső és a keleti medencéjében csökkentek a leginkább, több mint száz órával.

A Balatonra kiadott másodfokú viharjelzések fenntartási ideje a keleti medencében a teljes időszaknak 13,2, a középső medencében 13,8, a nyugati medencében 13,6, míg a Velencei-tónál a 6,5 százalékára terjedt ki. Ez a Balaton esetében az előző évihez képest 54–79 órával magasabb érték. A Velencei-tónál ugyanakkor 62 óra csökkenés mutatkozik. Az elrendelt másodfokú viharjelzések száma a jellemzően zivataros szezon miatt átlagosan 22-vel több lett. Az átlagosan fenntartott idő viszont csökkent: a Balatonnál a 2013-beli 8,6 órától 2014-re 7,25 órára.

A Tisza-tónál a másodfokú viharjelzések fenntartási ideje a teljes időszak 5,4 százalékára terjedt ki. Ez az előző évihez képest 118 óra emelkedést jelent.

Az idei viharjelzési szezon egyik újdonsága volt az OMSZ által fejlesztett *METEORA* nevű mobil alkalmazás, amely az érvényben lévő időjárási figyelmeztetések és riasztások kijelzése mellett többek között alkalmas arra is, hogy a tavi viharjelzés érvényben lévő fokozatáról, illetve annak változásáról tájékoztassa a felhasználót.

TÚLÉLHETŐ-E A BALATONI TORNÁDÓ? CAN ANYBODY SURVIVE A BALATON-TORNADO?

Szepesi Dezső

szd12506@ella.hu

Összefoglalás. Egykori balatoni viharjelzőként emlékezik meg a szerző ebben az írásban egy viharos, de szerencsésen túlélte helyzetről.

Abstract. This paper commemorates a stormy but luckily survived situation written by a former storm signaller of Lake Balaton.

Mi túlélünk a hidegfront orrán keletezett tornádót, tehát két vízhullával kevesebbet kellett kiemelni ötvenegy évvel ezelőtt az 1963. július 8-án a Balatonra törő és a szokásos három napig tartó óriásvihar utáni napokban. Ha valaki érzékelné akarja az akkori helyzetet a vízen, javaslok egy egyszerű kísérletet. Az autópályán 120-130 km-es sebességnél dugja ki a kezét az ablakon és tartson egy vizes kötélardabot. Próbálja a sebességet addig fokozni, ameddig a vizes kötélzet fűlsike-títően fűtyülni nem kezd.

Hát ezt éltük át Papp Zsuzsa rajzolóval, aki életében először ült vitorlásban, és 1963. július 8-án, szép hétfői napon szolgálat után eljött velem csónakázni a Siófoki Observatórium tornya előtt himbálózó, teljesen felszerelt kalóz vitorlással.

Az utolsó aktuális térképet még megrajzolta, magam analizáltam ki, s ezen, közeledő veszélyre utaló jel nem látszott. Gyerünk vitorlázni!

A tó közepére érve elsötétült az ég, ránk tört iszonytató erővel a korábban még az országhatáron kívül leselkedő, magyar talaj közeli adaton még nem látható hidegfront. A Mannschaft (*csapat, legénység*) tapasztalatlansága miatt a nagyvitorla reffelésére (*vitorlafelület csökkentése*) nem volt lehetőség, az 1 m-nél is nagyobb hullámok dobálták a hajót, csak a kormánylapáttal való folyamatos manőverezésre volt lehetőség. Hat-nyolc órán keresztül folyamatosan rá kellett menni a szélre, illetve attól néhány fokkal jobbra, hogy a felvett sebességgel kissé haladva ismételni lehessen a manővert.

Körülöttünk több vitorlás felborult, mentésre gondolni sem lehetett, végül sötétedésre beértünk a Bakony szélárnyékába, ahonnan közepes sebességgel érkeztünk Almádi kikötőjébe. Felmentünk az akkor még működő meteorológiai üdülőbe, vasalóval kiszárítottuk csuromvizes melegítőinket. Mivel a hajóforgalom 3 napig szünetelt, körben vasúton érkeztünk vissza Siófokra. Hála a Jóistennek és a Balatonra megfelelőképpen tervezett kalóznak.

Talán a vízi rendészeti statisztikákban meg lehet találni, akkor hány vitorlázót sikerült kimenteni, illetve hány áldozatot már élettelenül kiemelni.

Tánczer Tibornak, a Viharjelzés korábbi vezetőjének kiegészítése: „....a szóban forgó helyzet nem tipikus eset volt. Emlékszem egy olyan helyzetre, amikor a szombathelyi 4 m/s-os

északi szélre és gyenge, de a süllyedést követő nyomásemelkedésre riasztottam, és a Balatonon 20 m/s-os széllal jött meg a hidegfront. 1963. július 8-án Balatonszemesen 28 m/s-os széllökés és az 1,8 m-es hullámhagasság mindennél nagyobb volt. A helyzet későbbi értékelése alapján egy igen gyors lefolyású frontgenezis ment végbe a Dunántúlon. A folyamat felgyorsulását jelzi, hogy a hidegfront a következő napra már elérte a Fekete-tenger térségét.”

Sajnos az eset mélyebben már nem analizálható, mivel a MET OFFICE által jelenlegi, az időjárás minden vonatkozására kiterjedő térképek áradata 50 évvel ezelőtt még nem létezett, csak faxon érkező hazai észlelésekre lehetett térképre rajzolás után támaszkodni.



Balatoni nyár 1963-ban

A 850 HPA-OS NYOMÁSI SZINT LÉGHŐMÉRSÉKLETÉNEK VIZSGÁLATA MISKOLC FÖLÖTT ECMWF ERA-INTERIM REANALÍZIS ADATOK ALAPJÁN

ANALYSIS OF AIR TEMPERATURE AT 850 HPA PRESSURE LEVEL ABOVE MISKOLC BASED ON THE ECMWF ERA-INTERIM DATABASE

Kovács Attila¹, Erdődiné Molnár Zsófia¹, Kovács Gabriella, Rázi András¹

¹OMSZ, Miskolci Veszélyjelző és Szolgáltató Iroda, 3533 Miskolc, Kerpely A. u. 12.

kovacs.av@met.hu, molnar.zs@met.hu, kvgabi@freemail.hu, razsi.a@met.hu

Összefoglalás: Az operatív szinoptikus gyakorlatban az egyik legfontosabb légköri paraméter a 850 hPa-os szint hőmérséklete, ennek segítségével lehet frontzónákat azonosítani, légtömegeket elkülöníteni, és kulcsszerepe van a felszíni maximumhőmérséklet előrejelzésében. Tanulmányunkban az Európai Középtávú Előrejelző Központ által létrehozott ERA-Interim adatbázist felhasználva egy Miskolc közeli rácspont 850 hPa-os főizobárszint 00 UTC-s hőmérséklet napi adatsorának időbeli változásait vizsgáljuk 1979 és 2013 között.

Abstract: In operational synoptic practice one of the most important atmospheric parameters is the temperature of 850 hPa level. One may identify front lines and separate air masses by the help of it, and it has a key role in the forecast of the surface maximum temperature too. In our study we used the ERA-Interim database created by European Centre for Medium-Range Weather Forecasts. We examined the temporal changes of the daily data series of 00 UTC temperature of 850 hPa isobar level for a grid point near Miskolc from 1979 to 2013.

Bevezetés. A felszíni hőmérséklet előrejelzésében kiemelt szerepe van a 850 hPa-os főizobárszint hőmérsékletének. Bár utóbbi mennyiség nem határozza meg egyértelműen az előbbi, az összefüggés különösen a nyári félév felszíni maximumhőmérsékletével nagyon szoros. Ugyanakkor az operatív szinoptikus gyakorlatban egész évben az egyik legfontosabb légköri paraméter a 850 hPa-os szint hőmérséklete, illetve ennek változása. Ez a nyomási szint nagyjából 1,5 km-es magasságban helyezkedik el, sokszor közvetlenül a határréteg fölött. Térbeli eloszlásának vizsgálata segít frontzónákat azonosítani, légtömegeket elkülöníteni.

A felszín közeli, 2 m-es hőmérsékletről nagyon sok mérési adattal és az ezekből készített statisztikával rendelkezünk, ez érdekel bennünket leginkább, hiszen itt élünk. Ugyanakkor növekvő érdeklődésre tart számot a fölöttünk lévő légoszlop meteorológiai állapota és hosszabb távú változása. Mérési adatok a magasabb légrétegekből a felszínhez képest nagyságrendekkel kisebb mértékben állnak rendelkezésünkre, ezért jó lehetőséget kínál az ECMWF ERA-Interim adatbázisa mindezek vizsgálatára. Tanulmányunkban ezt az adatbázist felhasználva egy Miskolc közeli rácspont 850 hPa-os főizobárszintje hőmérsékletének időbeli változásait, statisztikáit, évi járását és hosszútávú trendjeit vizsgáljuk.

Az adatbázis. A Európai Középtávú Előrejelző Központ (ECMWF) honlapján elérhető ERA-Interim adatbázis a legutolsó globális légköri reanalízis, melyet az ECMWF készített. Az 1979-től adatokat tartalmazó adatbázist a korábbi, az ERA-40 reanalízis helyettesítésére hozta létre az ECMWF. Az adattasszimilációs rendszer 4-dimenziós variációs analízissel (4D-VAR) készült 12 órás időbeli, nagyjából 125 km-es horizontális felbontással és 60 vertikális szinttel (Dee et al., 2011.). Az adatbázisból egy Miskolc közeli rácspontra állítottuk elő a 850 hPa-os

szint hőmérsékletének 00 UTC-s napi adatsorát 1979. január 1-től 2013. december 31-ig.

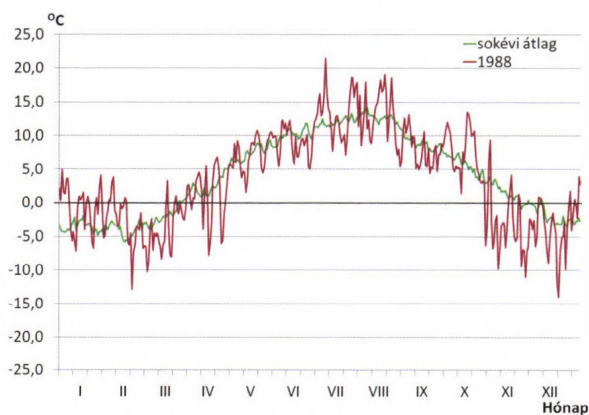
Napi adatok. Az 1. ábrán a 35 év napi átlagainak adatsora látható, illetve példaként az 1988-as év napi adatai, amelyek viszonylag jól követik ezt a sokévi átlagot, de természetesen tartalmazznak nagy kiugrásokat is.

Az átlagokat tekintve (2. ábra) a 850 hPa hőmérséklete február 16-án a leghidegebb, és augusztus 4-én a legmelegebb. Az átlag november 19-től március 24-ig 0 fok alatt van, ezen belül pedig február második harmadában -5 fok alatti. A nyári hónapokban június legelejének kivételével 10 fok fölötti.

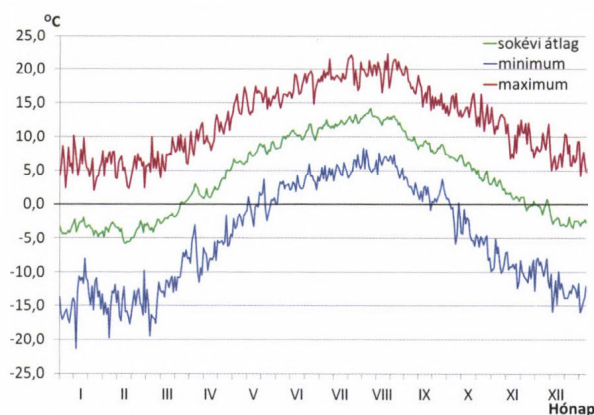
Érdekes megfigyelni, hogy július második felében és augusztusban a 35 év során előfordult leghűvösebb napokon a 850 hPa hőmérséklete hasonló vagy még alacsonyabb is a legmelegebb decemberi, januári és februári értékeknél. Nyáron kisebb a különbség a legmelegebb és a leghidegebb napok 850 hPa-os hőmérsékletei között, mint télen, és ebben a tekintetben a 850 hPa-os hőmérséklet hasonlóan viselkedik, mint a 2 m-es, vagyis a felszíni hőmérséklet, hiszen a felszíni hőmérsékletnek is nagyobb az abszolút hőingása a téli időszakban.

A -20 fok alatti 850 hPa-os hőmérséklet 00 UTC-kor csak egyszer fordult elő a 35 év során (1. táblázat), 1987. január 13-án. 20 fok fölötti 850 hPa-os hőmérséklet július 18. és augusztus 30. között fordult elő. A legmagasabb érték, 22,2 fok, 2008. augusztus 16-án volt. Itt azonban meg kell jegyeznünk, hogy csak a 00 UTC-s adatokat vizsgáltuk, tehát ezek az értékek kissé eltérhetnek, ha sűrűbb időbeli felbontású adatsorból indulunk ki.

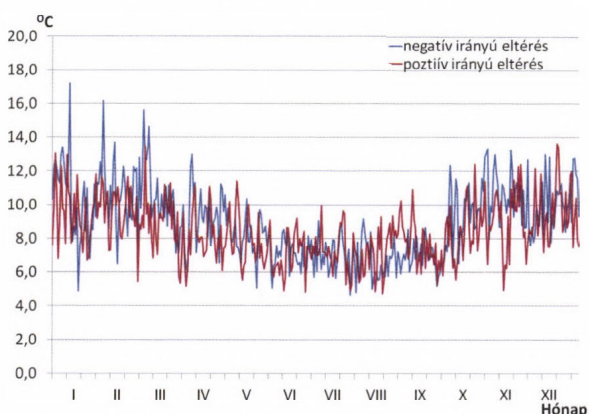
Ahogy azt az előrejelzői tapasztalatok alapján el is várjuk, a 850 hPa-os szint hőmérséklete átlagtól vett kilen-



1. ábra: A 850 hPa izobárszint 00 UTC-s hőmérsékletének napi adatok alapján számított átlagos évi menete, valamint egy átlagosnak számító év, 1988. napi adatai



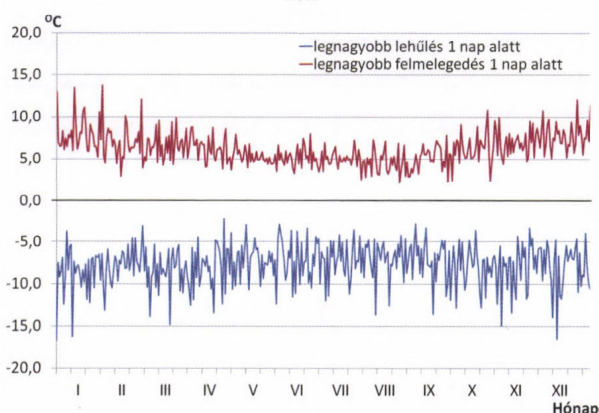
2. ábra: A 850 hPa izobárszint 00 UTC-s hőmérsékletének napi adatok alapján számított átlagos évi menete, valamint az adott nap előfordult legalacsonyabb és legmagasabb értékek évi menete 1979 és 2013 között



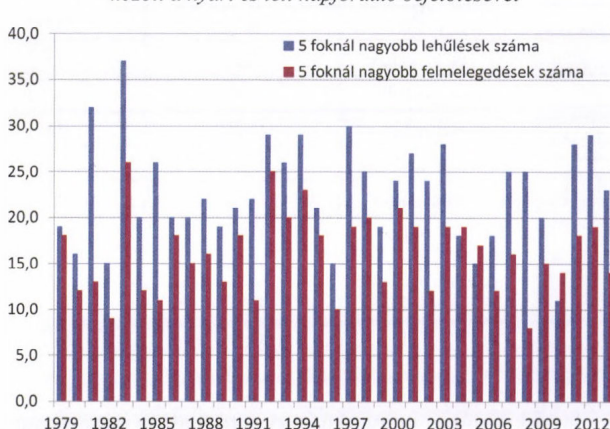
3. ábra: A 850 hPa izobárszint 00 UTC-s hőmérsékletének napi átlagtól vett maximális pozitív, ill. negatív eltérése 1979 és 2013 között



4. ábra: A 850 hPa izobárszint 00 UTC-s hőmérsékletének sokévi napi átlagának és 5 napos mozgóátlagának évi menete 1979 és 2013 között a nyári és téli napforduló bejelölésével



5. ábra: A 850 hPa izobárszint 00 UTC-s hőmérsékletének 1 nap alatt előfordult legnagyobb lehülése és felmelegedése 1979 és 2013 között



6. ábra: A 850 hPa izobárszint 00 UTC-s hőmérsékletének 1 nap alatt előfordult 5 Celsius foknál nagyobb mértékű lehüléseinek és felmelegedéseinek évi esetszámai 1979 és 2013 között

gésének jellegzetes éves menete van (3. ábra): a téli félévben a legnagyobb, maximuma a tél második felében van (abszolút maximum: 17,2 fok, január 13.). Ekkor alakulnak ki a legnagyobb hőmérsékletkülönbségek Európa peremterületei között, s egy erőteljes déli ill. északkeleti áramlás során térségünkben akár 30 Celsius fokos különbség is adódhat. Legalacsonyabb értékeit nyáron, ill. a sokszor nagyon csendes szeptemberben találjuk.

Érdekes és a tapasztalatokkal is egybevág, hogy télen a nagyobb értékek negatív irányban vannak, azaz az átlagtól a legnagyobb mértékben a hideg levegő hőmérséklete tér el. Ez nagy valószínűséggel az északkeletről érkező szibériai eredetű légtömegekkel hozható összefüggésbe. Nyáron viszont, bár a télinél kisebb mértékben, de pont fordítva van: a meleg léghullámok hőmérséklete jobban tér el az átlagtól, mint a hidegetöréseké.

A 4. ábrán megfigyelhető, hogy a nyári napforduló után még bő egy hónapig többnyire folyamatosan, fokozatosan növekszik a 850 hPa-os hőmérséklet átlaga, és ma-

1. táblázat: A 850 hPa izobárszint 00 UTC-s hőmérsékletének szélsőségei 1979 és 2013 között

abszolút minimum	-21,4 °C
abszolút maximum	22,2 °C
abszolút hőingás	43,6 °C

ximumát augusztus elején éri el. Augusztus közepétől az átlag meredeken csökken december elejéig. Az első téli hónaptól a hűlés lelassul, a minimumot február közepén, közel két hónappal a téli napforduló után éri el. Márciustól egy áprilisi megtorpanással együtt gyors növekedés jellemzi.

A maximális lehűlések a felmelegedéseknél jóval nagyobb mértékűek (2. táblázat), ugyanakkor csak kissé változnak az év során. A legnagyobb előfordult lehűlése-

2. táblázat: A 850 hPa izobárszint 00 UTC-s hőmérsékletének 1 nap alatt előfordult legnagyobb lehűlése és felmelegedése 1979 és 2013 között

évszak	lehűlés, °C	felmelegedés
tavas	14,8	9,9
nyár	13,6	8,0
ősz	15,0	10,8
tél	16,7	13,7

ket télen találjuk, 15 fokot meghaladó értékekkel, de nyáron is bőven sorjáznak a 10 fokot meghaladó lehűlések.

Érdekesség 1987. január 12-14. hőmérséklet változása. Ugyanis 12-én -5,1 Celsius fok volt a 850 hPa-os nyomási szint hőmérséklete, 13-án -21,4, 14-én pedig már -7,9

3. táblázat: A 850 hPa izobárszint 00 UTC-s hőmérsékletének 1 nap alatt előfordult 5 illetve 10 Celsius foknál nagyobb mértékű változásának (lehűlés és felmelegedés) átlagos esetszáma 1979 és 2013 között

Időszak	10 Celsius foknál nagyobb hőmérséklet változás 24 óra alatt		5 Celsius foknál nagyobb hőmérséklet változás 24 óra alatt	
	Lehűlés	Felmelegedés	Lehűlés	Felmelegedés
január	0,23	0,14	2,60	2,66
február	0,09	0,09	2,17	1,86
március	0,20	0,00	2,06	1,80
április	0,26	0,00	1,49	1,11
május	0,17	0,00	1,86	0,66
június	0,17	0,00	1,20	0,57
július	0,11	0,00	1,43	0,46
augusztus	0,06	0,00	1,54	0,34
szeptember	0,11	0,00	1,43	0,71
október	0,20	0,03	2,23	1,71
november	0,23	0,03	2,37	1,69
december	0,20	0,06	2,43	2,51
Tavas	0,63	0,00	5,40	3,57
Nyár	0,34	0,00	4,17	1,37
Ősz	0,54	0,06	6,03	4,11
Tél	0,51	0,29	7,20	7,03
Év	2,0	0,3	22,8	16,1

Éghajlatunk sajátja, hogy akár egy nap alatt is hatalmasat változzon a fölének érkező légtömegek hőmérséklete. Ez a táptalaja a médiában előszeretettel hangoztatott és immár sajnálatosan elterjedt, a „felkonfokban” jópofának és érdekesnek tűnő, de inkább szenzációhajhász megfogalmazások, miszerint már az időjárás sem olyan, mint régen, hiszen ma már nincs átmenet az évszakok között. Az egy nap alatt bekövetkezett maximális felmelegedéseknek évi menete van (5. ábra). Télen, különösen januárban és februárban fordulnak elő nagy, 10 Celsius fokot meghaladó értékek, de 15 fokot megközelítő felmelegedésre is volt példa 24 óra alatt. A nyári időszakban ennek mértéke 5 fok körülire csökken.

fok. Egyik napról a másikra bő 16 fokal lehűlés, majd másnapra 13 fokos melegedés következett be.

Első látásra félrevezető lehet a 3. táblázat tanulmányozása. Nagyon alacsonyok ugyanis az értékek, ettől többet várnánk. Azonban ha meggondoljuk, hogy pl. egy markáns hidegfront átvonulásakor a prefrontális meleg maximum, majd a front utáni hideg levegő minimuma nem valószínű, hogy pontosan igazodik a 00 UTC-s mintavételünkhöz, sokkal inkább az a helyzet, hogy ezt figyelembe se veszi. Így mintavételünk fázisai nem esnek egybe a front két oldalán a maximális hőmérsékletkülönbséggel. Ezért valószínűleg nagyobb az 5, ill. 10 fokot

meghaladó mértékű hőmérsékletváltozások átlagos száma a 850 hPa-on egy adott pont fölött.

Azonban mégis vonhatunk le érdekes következtetéseket a fenti adatokból is. A legszembetűnőbb az április viselkedése. Ugyanis ekkor fordulnak elő leggyakrabban a nagyobb lehűlések (10 Celsius fokot meghaladó lehűlés átlagosan minden 4. évben), míg a kisebb (>5 Celsius fok) lehűlések gyakorisága relatíve alacsony. Nem véletlen, hogy az áprilist bolondos hónapnak nevezik, mert ahogy látjuk, nem kifejezetten gyakori a lehűlés, de ha van, akkor az meglehetősen markáns.

Azon napok évi esetszámai, amikor 00 UTC-kor a 850 hPa-os hőmérséklet 15 °C fölött alakul, 1979 óta egyértelmű és jelentős növekedést mutatnak (7. ábra). Érdekes megfigyelni a meredeken emelkedő trendet is: ez az esetszám 1979 és 1999 között 3 évben haladta meg a 20 napot, míg 2000 és 2013 között 3 évben nem érte el a 20 napot.

A 20 °C fölötti 00 UTC-s 850 hPa-os hőmérsékletek meglehetősen ritkán fordulnak elő, van úgy, hogy éveken át egyáltalán nem, de e napok esetszámai is növekedést mutatnak 1979 óta.

4. táblázat: A 850 hPa izobárszint hőmérsékletének 00 UTC-s napi adatokból számított havi, évszakos és éves átlagai, az előfordult leghidegebb és legmelegebb időszak, ezek különbsége, valamint az időszakos adatok szórása 1979 és 2013 között

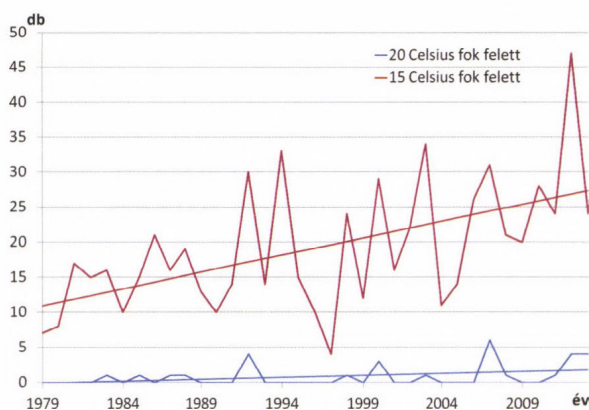
időszak	átlag-hőmérséklet (°C)	előfordult leghidegebb hónap, évszak, év (°C)	előfordult legmelegebb hónap, évszak, év (°C)	előfordult legmelegebb és leghidegebb hónap, évszak, év eltérése (°C)	havi, évszakos, évi átlagok szórása
január	-3,6	-8,1	-0,6	7,5	2,1
február	-4,1	-10,0	0,6	10,6	2,4
március	-1,8	-7,8	1,7	9,5	2,1
április	2,6	-2,2	6,5	8,7	1,9
május	7,4	3,5	11,1	7,6	1,6
június	10,2	7,6	12,7	5,1	1,3
július	12,1	9,1	14,8	5,7	1,5
augusztus	12,3	9,2	16,7	7,5	1,3
szeptember	8,4	4,6	12,0	7,4	1,8
október	5,0	1,2	8,4	7,2	1,7
november	0,8	-4,1	4,3	8,4	2,1
december	-2,3	-6,4	1,2	7,6	1,8
Tavaszi	2,7	0,0	4,7	4,7	1,2
Nyári	11,6	9,5	13,6	4,1	1,0
Őszi	4,8	3,0	7,3	4,3	1,1
Téli	-3,3	-7,0	-0,6	6,4	1,4
Év	3,9	2,5	5,0	2,5	0,7

Korábbi megfigyeléseinkkel egybevág, hogy a tél a legváltozékonyabb évszak, ekkor fordulnak elő leggyakrabban erős lehűlések és felmelegedések is. Kíváncsiak voltunk arra is, hogy megfigyelhető-e a vizsgált harmincöt év során valamiféle trend az egy nap alatt bekövetkező 5 fokonál nagyobb változások évi esetszámaiban (6. ábra), hiszen az éghajlatváltozás egyfajta mérőszáma lehet a hirtelen nagy változások gyakoribbá válása. A lehűlések és a felmelegedések évi esetszámai egyaránt nagy változékonyaságot mutatnak az egyes évek során. Átlagosan másfélszer annyi egy nap alatt bekövetkező 5 fokot meghaladó lehűlés fordul elő egy évben, mint ugyanilyen mértékű felmelegedés. Azonban sem a lehűlések sem a felmelegedések tekintetében nem sikerült semmilyen trendet megállapítani a 35 év során, egyik irányú változás évi esetszámai sem nőttek, de nem is csökkentek.

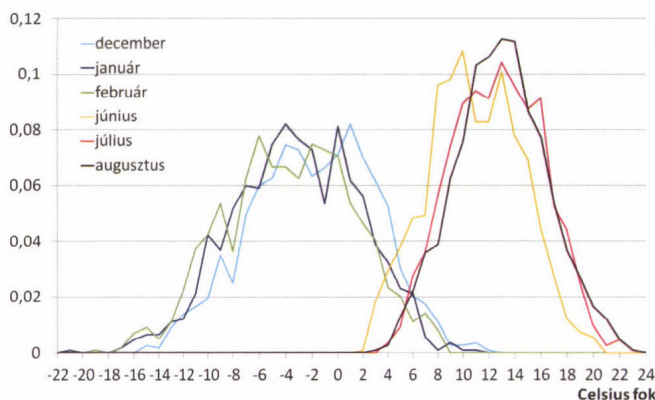
Az, hogy egy adott évben hány napon fordul elő 00 UTC-kor -10 °C alatti 850 hPa-os hőmérséklet, meglehetősen nagy változékonyaságot mutat (8. ábra). Például 1985-ben 30, 1990-ben viszont csak 1 ilyen nap fordult elő.

A nagy szórás ellenére is megállapítható, hogy e napok évi előfordulása 1979 és 2013 között kismértékű csökkenő tendenciát mutat. Szintén csökkenés figyelhető meg ezen időszak alatt a -15 °C alatti napok előfordulásában.

Havi adatok. A legmelegebb hónap 1992 augusztusa, míg a leghidegebb 1985 februárja volt 1979 és 2013 között (4. táblázat). Ezen kívül említést érdemel még 1987 márciusa, mely a leghidegebb március volt a 35 év alatt, de azon a télen is ez bizonyult a leghidegebb hónapnak.



7. ábra: 1979 és 2013 között azon napok éves esetszáma és lineáris trendje, amikor 00 UTC-kor a 850 hPa izobárszint hőmérséklete 15 ill. 20 °C fölötti

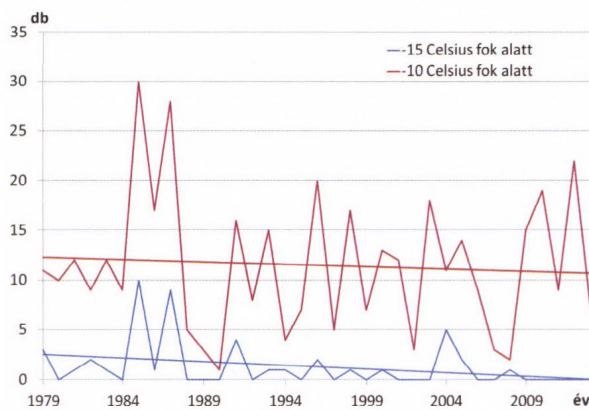


9. ábra: A 850 hPa izobárszint hőmérsékletének 00 UTC-s napi adatokból számított átlagos relatív gyakorisága a téli és a nyári hónapokban 1979 és 2013 között

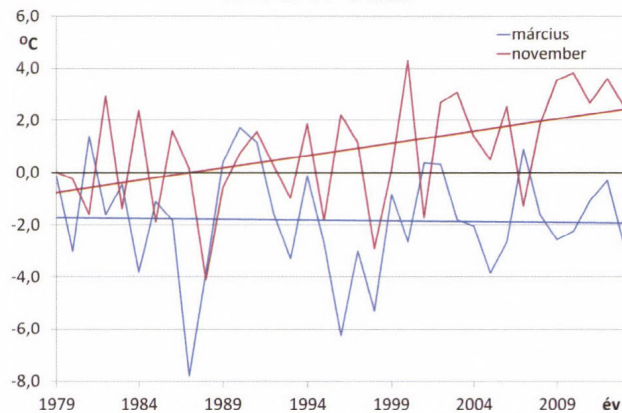
A hőmérséklet tekintetében legváltozékonyabb hónap a február, majd a január, a március és a november, míg az évszakok közül a tél. Az egyes évek havi átlaghőmérsékletei között igen nagy különbségek alakulhatnak ki. A 35 év során előfordult legmelegebb és leghidegebb havi át-

5. táblázat: A 850 hPa izobárszint napi 00 UTC-s hőmérséklete alapján számított havi, évszakai és éves átlagok lineáris trendjei 1979 és 2013 között

időszak	lineáris trend, (°C/10 év)
január	0,30
február	0,22
március	-0,06
április	0,80
május	0,47
június	0,50
július	0,75
augusztus	0,51
szeptember	-0,14
október	0,04
november	0,94
december	0,10
Tavaszi	0,40
Nyár	0,59
Ősz	0,28
Tél	0,14
Év	0,37



8. ábra: 1979 és 2013 között azon napok éves esetszáma és lineáris trendje, amikor 00 UTC-kor a 850 hPa izobárszint hőmérséklete -15 °C és -10 °C alatti



10. ábra: A 850 hPa izobárszint napi 00 UTC-s hőmérséklete alapján számított március és november havi átlagai és az erre illesztett lineáris trendek 1979 és 2013 között

lagok közötti különbség februárban meghaladja a 10 Celsius fokot, mely kétszerese a legalacsonyabb, júniusi értéknek! Egyes évek átlagai között márciusban és áprilisban is közel 10 fokos különbség fordulhat elő. A havi átlagok abszolút hőingása 26,7 Celsius fok.

A 850 hPa-os főizobárszint 00 UTC-s hőmérsékletének átlagos relatív gyakoriságát vizsgálva (9. ábra) megállapítható a téli hónapok nagyobb változékonysága, az értékek nagyobb szórása, míg nyáron a görbék jóval csúcsosabbak. Télen a leggyakoribb érték -2, nyáron +13 Celsius fok körül alakul. Érdekes megfigyelni, hogy mindkét évszakban egyforma gyakorisággal fordul elő +6 Celsius fok körüli érték.

Hosszú távú változások. 35 év az éghajlatváltozás vizsgálatához meglehetősen rövid időszak, mégis tartogat néhány érdekességet ezen adatok vizsgálata is (5. táblázat). Ugyanis az emelkedés egyértelmű. A legjobban a november hőmérséklete emelkedett ebben az időszakban (2,8 °C 35 év alatt), amit talán az utolsó 6 év átlagon felüli értékei „vittek el” ennyire (10. ábra). E közben a szeptember és a március gyenge lehűlő trendet mutat.

Irodalom

Dee, D. P. et al., 2011: The ERA-Interim reanalysis: configuration and performance of the data assimilation system, *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* 137: 553–597

ÉLETLÉZŐNA-TÉRKÉPEK ALKALMAZÁSA AZ ÉGHAJLATVÁLTOZÁS VIZUALIZÁCIÓJÁRA

APPLYING LIFE ZONE MAPS TO VISUALIZE CLIMATE CHANGE

Szelepcsényi Zoltán¹, Kis Anna², Skarbit Nóra³, Breuer Hajnalka²

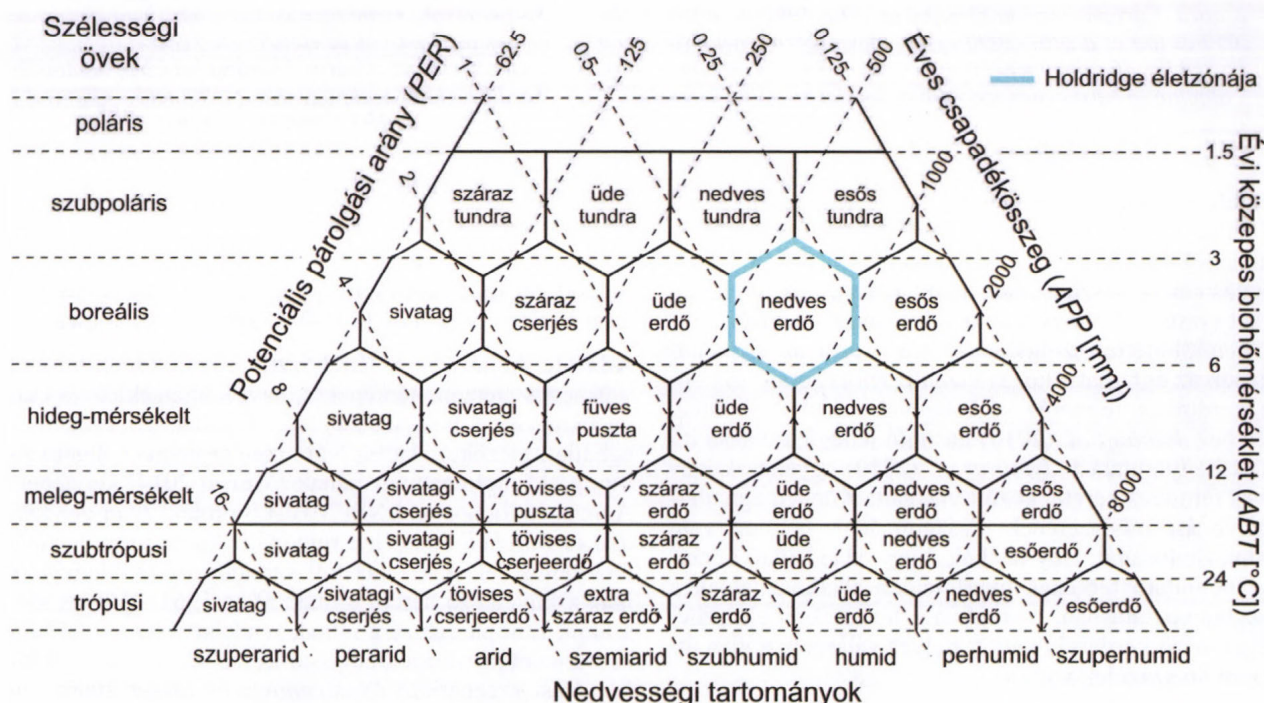
¹SZTE Földtani és Őslénytani Tanszék; 6722 Szeged, Egyetem u. 2–6., ²ELTE Meteorológiai Tanszék; 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A, ³SZTE Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék; 6722 Szeged, Egyetem u. 2–6.
szelepcsényi@geo.u-szeged.hu, kisanna@nimbus.elte.hu, skarbitnora@gmail.com, bhajni@nimbus.elte.hu

Összefoglaló. Cikkünkben azt vizsgáljuk, hogy a vegetáció területi eloszlásában bekövetkező módosulások alkalmasak-e a megváltozott éghajlati viszonyok közérthető illusztrálására. A kutatást kérdőív segítségével valósítottuk meg, amelyhez ún. életzóna-térképeket használtunk fel. Eredményeink szerint a vegetáció – ilyen egyszerű módon – becslést változása alkalmas lehet arra, hogy a laikusok számára megkönnyítse a klímaváltozás értelmezését. A kérdőívet kitöltők jelentős hányada alkalmasnak tartotta az életzóna-térképeket az éghajlatváltozás vizualizációjára. Az életzóna-térképek érthetőségét ellenőrző kérdésekre adott helyes válaszok aránya átlagosan 81% volt.

Abstract. In this paper we analysed, whether changes in the spatial distribution of vegetation are appropriate for illustrating climate change. For the investigation questionnaire survey was applied, in which life zone maps were used. According to our results change of vegetation, which is simulated in a simple way, can be an effective visualization tool for disseminating climate change. Most of the responders claimed that life zone maps are suitable to visualize climate change. The average percentage of the correct answers for those questions, which were applied to test the clarity of life zone maps, was 81%.

Bevezetés. Manapság egyre több fórumon merül fel annak igénye, hogy az éghajlatváltozással kapcsolatos ismereteket az eddigiekhez képest újabb, érthetőbb formában mutassuk be. Ha a XXI. század végére, Magyarországra becsült – minden évszakban legalább 2,5 °C-os – hőmérsékletemelkedés és várható csapadékváltozás (Bartholy *et al.* 2007) helyett azt hangsúlyozzuk, hogy azok együttesen milyen ökológiai következményeket

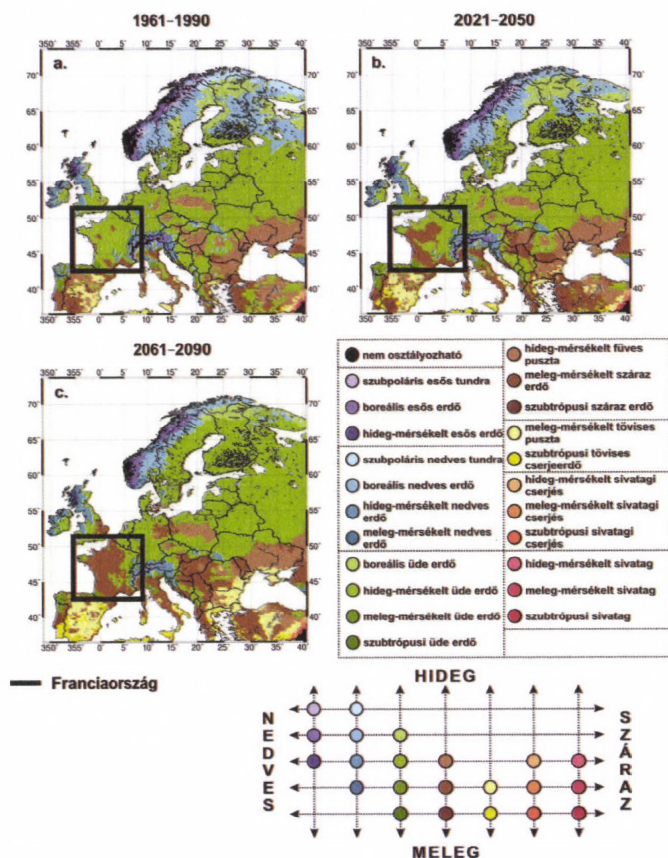
idézhethetnek elő, a lakosság talán valósabb problémaként értékelheti az éghajlatváltozás hatásait. Emiatt gondoltuk úgy, hogy Európa jövőben várható éghajlatát valamely biofizikai klímaklasszifikációs módszerrel érdemes kiértékelnünk. A biofizikai éghajlat-osztályozási modellek ugyanis a vegetáció és az éghajlat között fennálló szoros kapcsolatot használják fel az éghajlat tipizálására. E modellek közül a három talán legismertebb Köppen (1936),



1. ábra: A Holdridge-féle háromszögdiagram Holdridge (1967) alapján.

Holdridge (1947, 1967) és Thornthwaite (1948) módszere. Holdridge életzóna rendszere viszonylag egyszerű, azonban igen sokrétű, ugyanis az egyes klímátípusokat

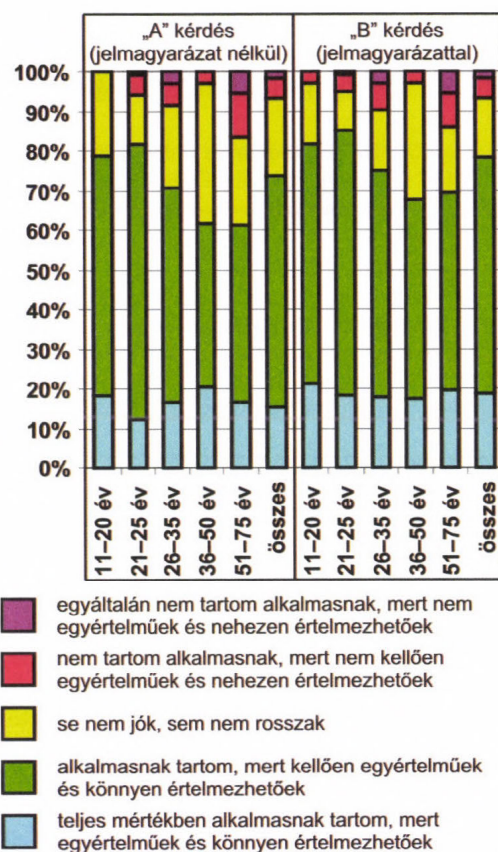
amellyel adott éghajlati feltételek mellett konstruálható vegetációtípusokat lehet meghatározni. Modelljéhez három klímaindexet definiált: évi közepes biohőmérséklet



2. ábra: Európa életzóna-térképei az 1961–1990-es (a.), a 2021–2050-es (b.) és a 2061–2090-es (c.) időszakokra a hét kiválasztott ENSEMBLES szimuláció átlagos hőmérséklet- és csapadémezőit alapján (a kérdőívben szereplő 6. feladat példáján keresztül).

szemléletes módon a potenciális vegetáció segítségével definiálja. Feltételezésünk szerint ez lehetővé teszi, hogy a modellel kapott ún. életzóna-térképek a lakossági tájékoztatásban is hasznosulhassanak. Kutatásunk során tehát azt vizsgáltuk, hogy a laikusok számára megfelelő információtöbbséggel szolgálnak-e, vagy sem az életzóna-térképek az éghajlatváltozás vizualizációja során. Ezt online kérdőíves felmérés segítségével valósítottuk meg, amelyhez Jylhä *et al.* (2010) hasonló jellegű kutatása jelentett iránymutatást. Jylhä *et al.* (2010) ugyancsak kérdőíves felmérés keretei között vizsgálta Köppen éghajlat-osztályozási módszerének disszeminációs célokra való alkalmazhatóságát. Úgy találták, hogy az éghajlati körzeteket bemutató térképek megfelelően alkalmazhatóak a tömegtájékoztatásban, esetükben a térképek értelmezhetőségét mérő kérdésekre adott helyes válaszok aránya átlagosan 86 százalék volt.

Holdridge életzóna rendszere. Holdridge (1947, 1967) egy olyan geometriai modellt (1. ábra) dolgozott ki,



3. ábra: A kérdőív kitöltőinek véleménymegoszlása (%) korosztályok szerint arra vonatkozóan, hogy mennyire tartják alkalmasnak az életzóna-térképeket az éghajlatváltozás érzékeltetésére. A kérdést két ízben iktattuk be kérdőívünkbe: a jelmagyarázat feltüntetése előtt („A” kérdés) és után („B” kérdés).

(ABT), évi csapadékösszeg (APP), potenciális párolgási arány (PER). Az indexek meghatározása csupán a hőmérséklet és a csapadék napi vagy havi idősorait igényli. A módszer teljes körű leírását és egy lehetséges módosítását Szelepcsényi *et al.* (2014) cikkében találjuk meg.

Adatok. Ahhoz, hogy létrehozzuk az online kérdőívhez szükséges életzóna-térképeket, havi hőmérséklet- és csapadémezőkre volt szükségünk. Esetünkben ezeket az éghajlati mezőket Skarbit Nóra meteorológus hallgató állította elő diplomamunkájának (Skarbit 2014) keretében. A vizsgálatokhoz az ENSEMBLES projekt (van der Linden és Mitchell 2009) hét regionális klíma-szimulációját használtuk fel. A kiválasztott szimulációk mindegyikére igaz a következő három állítás: a) az 1951–2100-as időszakra, Európa egészére állnak rendelkezésre; b) 25 km-es horizontális rácsfelbontással készültek; c) az A1B kibocsátási scenárióra (Nakicenovic és Swart 2000) vonatkoznak. Továbbá a szimulációkhoz alkalmazott regionális klímamodellek kezdeti- és peremfeltételeit két kü-

lönböző globális klímamoddell (ECHAM5: Roeckner et al. 2003, ARPEGE: Déqué et al. 1998) szolgáltatta. Az életzóna-térképek elkészítéséhez azonban nem közvetlenül a nyers adatokat használtuk fel, a szimulált adatsorok először egy hibakorrektíós eljárás (Formayer és Haas 2009, Skarbit 2014) estek át. A korrekció során referenciaként az E-OBS rácsponthoz megfigyelési adatbázist (Haylock et al. 2008) használtuk. Végül a korrekciót követően a hét szimuláció mindegyikét felhasználva származtattuk mind a havi csapadékösszegeket, mind a havi középhőmérsékletek átlagos mezőit a következő három időszakra nézve: jelen (1961–1990), közeljövő (2021–2050) és távoli jövő (2061–2090).

Kérdőív. A kutatás első lépéseként a korábban megállapított átlagos éghajlati mezőket felhasználva, Holdridge modelljét alkalmazva három életzóna-térképet (2. ábra) határoztunk meg. Ezután 12 olyan állítást fogalmaztunk meg, amelyekről eme életzóna-térképek segítségével – véleményünk szerint – könnyen eldönthető, hogy helyesek-e vagy sem. Az egyértelműség kedvéért az állításokban szereplő földrajzi helységeket az aktuális térképeken feltüntettük, ezzel is csökkentve az előképzettségéből fakadó egyenlőtlenségeket. A válaszadás során a „Nem tudom eldönteni.” opciót is beiktattuk, hogy a válaszadónak ne kelljen kötelezően állást foglalnia, és ezzel is jelezhesse az életzóna-térképekkel szembeni elégedetlenségét. Továbbá kérdőívünkbe egyéb, a módszer értékelésére, véleményezésére irányuló kérdéseket is beépítettünk. Végül az összeállított kérdőívet „Tömegkommunikáció – éghajlatváltozás – életzónák” címen Google űrlapként hoztuk létre, amelyet elsősorban közösségi oldalakon keresztül népszerűsítettünk. Továbbá e-mailben kértünk segítséget a kérdőív terjesztéséhez a következő csoportok tagjaitól: hazai egyetemeken/főiskolákon klimatológiát és biogeográfiát oktató tanárok, földrajz szakos gimnáziumi és szakközépiskolai tanárok, természet- és környezetvédelmi civil szervezetek vezetői.

A kérdőív 12 – az életzóna-térképek értelmezhetőségét mérő – feladatból és 4 további – a módszer értékelésére vonatkozó – kérdésből állt. A kitöltőnek elsőként a nemét, az életkorát és a legmagasabb iskolai végzettségét kellett megadnia. Ezt követően az 1–4. állításokról kellett eldönteni, hogy igazak-e vagy sem. Ezeknél a feladatoknál kizárólag az életzóna-térképek álltak rendelkezésre segítségül, a hozzájuk tartozó jelmagyarázat nem volt feltüntetve. A 4. feladat után következett az „A” kérdés („Mennyire tartja alkalmasnak az életzóna-térképeket az éghajlatváltozás érzékelésére?”), amelyet 1-től 5-ig terjedő skálán kellett pontozni. Majd az 5–12. feladatokat kellett megoldani – a térképek jelmagyarázatának segítségével –, aztán a „B” kérdésre (amely azonos az „A” kérdéssel) kellett választ adni. Végül még két állítást („C” és „D”) kellett pontozni ugyancsak 1-től 5-ig terjedő skálán, amelyek arra vonatkoztak, hogy a kérdőívet kitöltő milyen mértékben alapozta válaszait az életzóna-térképekre, illetve azok használata nélkül is képes lett-e volna válaszolni a kérdésekre.

Eredmények. A vegetáció és az éghajlat kapcsolata már évszázadok óta ismeretes. Ezt az összefüggést az éghaj-

latváltozással kapcsolatos ismeretek széleskörű terjesztésére azonban hazánkban még nem alkalmazzák. Az általunk összeállított kérdőív segítségével tesztelhetjük feltevésünket, miszerint a vegetáció területi eloszlásában bekövetkező módosulások alkalmasak lehetnek a megváltozott éghajlati viszonyok közérthető illusztrálására.

Az 1. táblázatban az életzóna-térképek érthetőségét ellenőrző feladatok állításait, továbbá a helyes válaszokat és a helyes választ adók arányát láthatjuk. Az eredményeket a térképhasználat szempontjából kettéosztottuk: „Térképet használóknak” tekinthetjük azokat, akik a „C” állításra („Válaszaim kizárólag a térképeken alapultak.”) 4–5 pontot adtak, míg az 1–3 pontot adókat „Térképet nem használóknak” tekintettük. A helyes válaszok aránya átlagosan a térképet használók között volt magasabb (86 %), a térképet nem használók ennél mintegy 10 %-kal gyengébben teljesítettek (75 %). A válaszok összegzése után tehát arra jutottunk, hogy az éghajlatváltozással kapcsolatos kérdések megválaszolásához segítséget nyújtottak az életzóna-térképek. A 1–4. és 5–12. feladatok átlagos eredményeit összevetve megállapíthatjuk, hogy a térképhasználók esetén kb. 3 %-kal javult a helyes válaszok aránya a jelmagyarázat feltüntetésének köszönhetően, míg a térképet nem használók esetén – elvárásainknak megfelelően – nem okozott változást a jelmagyarázat megadása.

Az 5–12. feladatok közül négy (6., 8., 11. és 12. állítás) kifejezetten az életzónákkal volt kapcsolatos, míg másik négy kérdés (5., 7., 9. és 10. állítás) esetében arra ösztönöztük a válaszadót, hogy az éghajlati viszonyok megváltozását az életzóna-módosulásokból olvassa ki. Az életzónákra vonatkozó kérdések esetében a térképet nem használó válaszadók jelentős mértékben rosszabbul teljesítettek. E kérdések esetében a térképet használók helyes válaszainak aránya átlagosan 84,46 % volt, míg a térképet nem használók esetében ez az érték csupán 66,55 %-nak felelt meg. Ez utóbbi azzal magyarázható, hogy az életzónákkal kapcsolatosan háttértudása a kérdőívet kitöltőknek valószínűsíthetően nem volt – minthogy maga a módszer még kevésbé ismert hazánkban. A 8. feladat példáján keresztül pedig egyértelműen megállapítható, hogy a térképek jelentős segítséget nyújtottak a válaszadás során: a térképet nem használók helyes válaszainak aránya mindössze 58,45 % volt, míg a térképhasználók körében ugyanez az érték közel 84 %-nak adódott.

A helyes válaszok aránya egyébként a 9. feladat („A távoli jövőben Magyarországon melegebb éghajlati viszonyok fognak uralkodni, mint napjainkban.”) esetén bizonyult a legmagasabbnak: az összes válaszadót tekintve 94,83% válaszolt helyesen és még a térképet nem használók esetén is 90% feletti volt ez az arány (1. táblázat). Ebből arra következtethetünk, hogy a lakosság tudatában van annak, hogy becslések szerint hazánkban a XXI. század végére a jelenleginél melegebb éghajlati körülmények valószínűsíthetőek.

Eredményeink szerint az ellenőrző kérdésekre adott válaszokat kevésbé befolyásolta az iskolázottság. A helyes válaszok aránya 80,67 % volt a diplomások (legmagasabb iskolai végzettség: BA/BSc alapképzésben, MA/MSc mes-

terképzésben vagy osztatlan képzésben szerzett fokozat) körében, és 81,07 % a nem-diplomások (legmagasabb iskolai végzettség: általános iskola 8 osztály, szakmunkásképző/szakiskola, gimnázium/szakközépiskola) esetén. Az 1–4. feladatok során a diplomások helyes válaszainak aránya volt magasabb három állítás esetén is, míg az 5–12. feladatok megválaszolásakor a nem-diplomások teljesítettek jobban a 6. és 7. kérdéstől eltekintve. Ez talán azzal magyarázható, hogy az életzóna-térképek jelmagyarázatának hiányában a diplomások a háttértudásukra

A 4. és 12. feladatokat követően a válaszadóknak pontoznia kellett, hogy mennyire tartják alkalmasnak az életzóna-térképeket (a jelmagyarázat használata nélkül illetve annak használatával) az éghajlatváltozás érzékeltetésére. A 3. ábrán e vélemények százalékos eloszlását láthatjuk, a korosztályok függvényében. A térképek jelmagyarázatának megadása előtt a 26 év alattiak kb. 80 %-a, a 26–35 évesek mintegy 70 %-a, a 35 éven felülieknek pedig csupán 60%-a tartotta alkalmasnak az életzóna-térképeket a klímaváltozás vizualizációjára (az összes ki-

1. táblázat: Az életzóna-térképek érthetőségét ellenőrző feladatok állításai. Az 1. oszlopban a 12 állítást, a 2. oszlopban az adott feladatokhoz tartozó helyes válaszokat láthatjuk. A 3. oszlopban a helyes válaszok arányát tüntettük fel az összes válaszadót figyelembe véve. A 4. és 5. oszlopokban pedig a „térképet használók” (a „C” állítás esetén 4–5 pont), illetve a „térképet nem használók” (a „C” állítás esetén 1–3 pont) helyes válaszainak arányát láthatjuk.

állítások	helyes válaszok	helyes válaszok aránya		
		Összes válaszadó (290 fő)	Térképet használók (148 fő)	Térképet nem használók (142 fő)
1. A távoli jövőben (2061–2090) Magyarország nagy részén ugyanaz az életzóna-típus lesz megfigyelhető, mint napjainkban (1961–1990).	hamis	76,55	78,38	74,65
2. Németország éghajlata a közeljövőre (2021–2050) jelentősen módosulni fog napjainkhoz (1961–1990) képest.	hamis	71,38	80,41	61,97
3. Tekintsük Magyarország éghajlatát a távoli jövőben (2061–2090)! Az alábbi négy lehetőség közül válassza ki azt a területet, ahol a jelenlegi (1961–1990) klíma leginkább megegyezik Magyarország jövőbeli éghajlatával! (a. Dánia; b. Nyugat-Törökország; c. Bosznia-Hercegovina; d. Nyugat-Ukrajna)	b.	84,14	89,19	78,87
4. Dél-Európa jelenlegi életzóna-típusai a jövőben északi irányba fognak tolni.	igaz	85,86	86,49	85,21
5. A távoli jövőben (2061–2090) Spanyolország számos régiója szárazabb lesz a jelenleginél (1961–1990).	igaz	94,14	95,27	92,96
6. Franciaországban a jövőben egyre nagyobb lesz a kiterjedése a meleg-mérsékelt száraz erdő életzóna-típusnak.	igaz	91,38	97,30	85,21
7. Görögországban a jövőben nedvesebb éghajlati viszonyok lesznek jellemzőek.	hamis	89,31	92,57	85,92
8. Dél-Franciaországban a közeli jövőben (2021–2050) a szubtrópusi tövises-cserje erdő életzóna-típus fog megjelenni.	hamis	71,38	83,78	58,45
9. A távoli jövőben (2061–2090) Magyarországon melegebb éghajlati viszonyok fognak uralkodni, mint napjainkban (1961–1990).	igaz	94,83	98,65	90,85
10. Lengyelországban a közeli jövőben (2021–2050) jelentősen hűvösebb éghajlati viszonyok lesznek jellemzőek, mint jelenleg (1961–1990).	hamis	71,03	74,32	67,61
11. A Kola-félszigeten napjainkban (1961–1990) jelentős területeket foglal el a szubpoláris nedves tundra életzóna-típus, azonban a távoli jövőre (2061–2090) teljesen eltűnik a területről, helyét boreális nedves és üde erdő életzóna-típusok veszik át.	igaz	75,17	81,76	68,31
12. Finnországban a távoli jövőben (2061–2090) a boreális nedves erdő életzóna-típus lesz uralkodó.	hamis	64,83	75,00	54,23
átlag		80,83	86,09	75,35
szórás		10,33	8,51	13,11

alapozták válaszaikat, míg a 4. feladat után a válaszadók már nagyobb figyelmet fordítottak a térképekre, amelyek viszont iskolázottságtól függetlenül ugyanúgy értelmezhetőek. Az életzóna-térképek alkalmazhatóságára vonatkozó kérdések („A” és „B” kérdés) esetén nem volt statisztikailag szignifikáns különbség a két csoport válaszai között. A „B” kérdésre adott átlagos pontszám a diplomások körében 3,84, míg a nem-diplomások esetén 3,95 volt.

töltött tekintve kb. 73 % volt ez az érték). A jelmagyarázat megadása után minden korosztály magasabb pontszámot adott erre a kérdésre, az összes választ figyelembe véve a kitöltők kb. 79 %-a tartotta részben vagy egészben alkalmas eszközöknek az életzóna-térképeket. Mindkét esetben a fiatalabb korosztály (26 év alatt) adott magasabb pontokat; a 12. feladat után több mint 80%-uk tartotta egyértelműnek és könnyen értelmezhetőnek az életzóna-térképeket. A jelmagyarázat megadása után az

50 év feletti kitöltők közül jelentősen (10 %-kal) többen találták megfelelő eszközöknek az életzóna-térképeket, azonban az 1–2 pontot adók aránya nem változott.

A 2. táblázatban a „C” és „D” állításokra adott pontok százalékos eloszlását láthatjuk. A „C” és „D” állításokra adott válaszok között fennálló negatív korreláció (–0,5) 99,9 %-os szinten szignifikánsnak bizonyult. A „C” állítással („Válaszaim kizárólag a térképeken alapultak.”) a válaszadók 51 %-a egyetértett, illetve teljes mértékben egyetértett, míg 12,4 %-a nem vagy egyáltalán értett egyet vele. Azaz minden 10 válaszadóból legalább 8 részben vagy egészben az életzóna-térképekre támaszkodott a kérdőív kitöltése során. A helyes válaszok aránya 69,91 % volt azon válaszadók esetében, akik a „C” állítással nem vagy egyáltalán nem értettek egyet (1–2 pontot adtak az állításra), míg ugyanezre a kérdésre 4–5 pontot adók között 86,1 %-os volt a helyes válaszok aránya. Tehát azok, akik válaszaikat kizárólag a térképekre alapozták, általánosságban jobb eredményeket értek el, mint azok, akik a kérdőív kitöltése során nem csak az életzóna-térképekre hagyatkoztak. Azok, akik azt állították, hogy a kérdésekre a térképek használata nélkül is képesek lettek volna válaszolni („D” állítás esetén 4–5 pont), 72,35 %-ban válaszoltak helyesen. Ugyanez az érték azokra vonatkozóan, akik állításuk szerint a térképek nélkül nem tudtak volna válaszolni („D” állítás esetén 1–2 pont), 83,41 % volt.

Elemzéseink szerint a diplomások csupán 45,9 %-a alapozta válaszeit kizárólag a térképekre („C” állítás esetén 4–5 pont), míg a nem-diplomások körében 58,5 % volt ez az arány. A „C” állításra adott átlagos pontszám a nem-diplomások körében volt magasabb (rendre 3,45 és 3,83), és a válaszok 90 %-os szinten statisztikailag szignifikánsan különböztek egymástól. Azok a diplomások, akik úgy ítélték meg, hogy a térképek használata nélkül is képesek lettek volna válaszolni a kérdésekre („D” állítás esetén 4–5 pont), 70,3 %-ban válaszoltak helyesen; míg a nem-diplomások, akik bevallottan válaszaikat a térképekre alapozták („C” állítás esetén 4–5 pont), 85,39 %-ban feleltek helyesen az ellenőrző kérdésekre.

2. táblázat: A „C” („Válaszaim kizárólag a térképeken alapultak.”) és a „D” („A kérdésekre a térképek használata nélkül is képes lettem volna válaszolni.”) állításokra adott válaszok (1 – egyáltalán nem értek egyet; 2 – nem értek egyet; 3 – részben egyetért; 4 – egyetért; 5 – teljes mértékben egyetért) két-dimenziós, százalékos eloszlása

	C					°
	1	2	3	4	5	Σ
1	0,34	0,00	1,03	3,10	7,93	12,41
2	0,00	0,34	7,93	7,24	7,93	23,45
D 3	0,00	3,10	19,66	12,41	7,24	42,41
4	0,34	4,14	5,52	3,45	0,69	14,14
5	2,41	1,72	2,41	0,00	1,03	7,59
° Σ	3,10	9,31	36,55	26,21	24,83	

A „D” állításra, miszerint „A kérdésekre a térképek használata nélkül is képes lettem volna válaszolni.” a nők és a férfiak által adott pontszámok a kétmintás Kolmogorov-

Szmirnov próba alapján 90 %-os szinten szignifikánsan különböztek. A fenti állításra adott átlagos pontszám a nők esetében 2,66, a férfiaknál pedig 3,04 volt: azaz a nők számára nagyobb segítséget jelentettek az életzóna-térképek a válaszadás során.

Konklúzió. Összességében elmondható, hogy a válaszadók iskolai végzettsége, háttértudása kevésbé befolyásolta a kérdésekre adott válaszok helyességét, mint a válaszadás folyamata (térképhasználók és térképet nem használók eredményeinek eltérése). Ebből is kitűnően látszik, hogy előképzettség hiányában is megfelelően alkalmazhatóak az életzóna-térképek az ismeretterjesztésben.

A válaszadók többsége – mintegy 79 %-a – alkalmasnak találta az életzóna-térképeket az éghajlatváltozás vizualizációjára. Ugyanakkor meg kell jegyeznünk, hogy felmérésünk nem reprezentálja Magyarország teljes lakosságát. Az életzóna-térképek értelmezése során pedig problémát vethet fel az is, ha valaki hibásan úgy gondolja, hogy azt a régiót, ahol nem figyelhető meg életzóna-átmenet, az éghajlatváltozás semmiképpen sem érintheti majd (pl. Fehéroroszország, 2. ábra). Az ebből fakadó értelmezési problémákat esetleg a módszer részletes leírásával, a Holdridge-féle háromszögdiagram bemutatásával küszöbölhetjük ki. Fontos továbbá még megemlíteni – miként de Castro et al. (2007) is hangsúlyozza – azt a négy tényezőt, amit mindig figyelembe kell venni, ha valamely éghajlat-osztályozási módszert alkalmazunk a várható klímaváltozás alapján modellezett vegetáció-módosulások kiértékelésére. Először is, a jövőre vonatkozó klíma-szimulációk meglehetősen bizonytalanok. Másodszor, az éghajlat és a vegetáció közötti kapcsolat az idő során módosulhat; nem feltétlen lesz ugyanolyan, mint napjainkban (evolúciós adaptáció). Harmadszor, a vegetáció eloszlásában történő változások visszahatása az éghajlatra – a felszín tulajdonságainak megváltozása által – nincs figyelembe véve a vizsgálat során. Végül, az éghajlat-vegetáció sémák csak véges számú klasztereket tekintenek, nem reprezentálják a teljes jelenlegi növényi diverzitást.

Összefoglalás, következtetés. Kutatásunkban azt vizsgáltuk, hogy az ún. életzóna-térképek megfelelően alkalmazhatóak-e az éghajlatváltozással kapcsolatos klíma-szimulációs eredmények disszeminációja során. A kutatást online kérdőíves felmérés segítségével valósítottuk meg. A kérdőív az életzóna-térképek értelmezhetőségét mérő feladatokat, valamint a módszer véleményezésére irányuló kérdéseket/állításokat tartalmazott. A kérdőívet mintegy 290 fő töltötte ki.

A két kérdőív eredményeinek értékelése során arra a következtetésre jutottunk, hogy az életzóna-térképek megfelelő eszközök lehetnek a klímaváltozás közérthető bemutatására. Úgy tapasztaltuk, hogy az éghajlati viszonyok becsült változása könnyen értelmezhető az életzóna-térképek segítségével. Így azt az álláspontot képviseljük, hogy tömegtájékoztásban is megfelelően alkalmazhatóak ezek a térképek. Állításunkat támasztja alá, miszerint az életzóna-térképek értelmezhetőségét mérő kérdésekre adott helyes válaszok aránya átlagosan 81 %

volt, amely csak kissé marad el a Jylhä et al. (2010) hasonló jellegű kutatása esetén tapasztaltától (86 %).

Köszönetnyilvánítás. Szelepcsényi Zoltán publikációt megalapozó kutatása a TÁMOP 4.2.4.A/2-11-1-2012-0001 azonosító számú Nemzeti Kiválóság Program – Hazai hallgatói, illetve kutatói személyi támogatást biztosító rendszer kidolgozása és működtetése országos program című kiemelt projekt keretében zajlott. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg. A felhasznált regionális klíma-szimulációkat az ENSEMBLES projekt (<http://ensembles-eu.metoffice.com>) keretében állították elő, melyet az EU FP6 program támogatott. Az E-OBS adatbázis alapját képező állomási adatokat az ECA&D projekt (<http://eca.knmi.nl>) bocsátotta rendelkezésre. Továbbá a szerzők köszönetet mondanak mindenkinek, aki a kérdőív kitöltésével és/vagy annak népszerűsítésével hozzájárult a kutatás sikerességéhez.

Irodalom

- Bartholy, J., Pongrácz, R., Gelybó, Gy., 2007: Regional climate change expected in Hungary for 2071–2100. *Applied Ecology and Environmental Research* 5(1), 1–17.
- de Castro, M., Gallardo, C., Jylhä, K., Tuomenvirta, H., 2007: The use of a climate-type classification for assessing climate change effects in Europe from an ensemble of regional climate models. *Climatic Change* 81(Suppl.), 329–341.
- Déqué, M., Marquet, P., Jones, R.G., 1998: Simulation of climate change over Europe using a global variable resolution general circulation model. *Climate Dynamics* 14(3), 173–189.
- Formayer, H., Haas, P., 2009: Correction of RegCM3 model output data using a rank matching approach applied on various meteorological parameters. In: Deliverable D3.2 RCM output localization methods (BOKU-contribution of the FP 6 CECILIA project). 5–15.
- Haylock, M.R., Hofstra, N., Klein Tank, A.M.G., Klok, E.J., Jones, P.D., New, M., 2008: A European daily high-resolution gridded data set of surface temperature and precipitation for 1950–2006. *Journal of Geophysical Research* 113, D20119, 12 p.
- Holdridge, L.R., 1947: Determination of world plant formations from simple climatic data. *Science* 105(2727), 367–368.
- Holdridge, L.R., 1967: Life zone ecology. Tropical Science Center. San Jose, Costa Rica, 206 p.
- Jylhä, K., Tuomenvirta, H., Ruosteenoja, K., Niemi-Hugaerts, H., Keisu, K., Karhu, J.A., 2010: Observed and Projected Future Shifts of Climatic Zones in Europe and Their Use to Visualize Climate Change Information. *Weather, Climate and Society* 2(2), 148–167.
- Köppen, W., 1936: Das geographische System der Klimate. In: Köppen, W., Geiger, R. (Eds.): *Handbuch der Klimatologie*. Verlag von Gebrüder Borntraeger, Berlin, 1–44.
- Nakicenovic, N., Swart, R., 2000: Emissions Scenarios. A special report of IPCC Working Group III. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 570 p.
- Roeckner, E., Bäuml, G., Bonaventura, L., Brokopf, R., Esch, M., Giorgetta, M., Hagemann, S., Kirchner, I., Kornbluh, L., Manzini, E., Rhodin, A., Schlese, U., Schulzweida, U., Tompkins, A., 2003: The atmospheric general circulation model ECHAM5. PART I: Model description. Technical Report, Max Planck Institute for Meteorology, MPI-Report 349, 140 p.
- Skarbit, N., 2014: Európa éghajlatának alakulása a XX. és a XXI. században Feddema módszere alapján. Diplomamunka, ELTE Meteorológiai Tanszék, Budapest, 59 p.
- Szelepcsényi, Z., Breuer, H., Sümege, P., 2014: The climate of Carpathian Region in the 20th century based on the original and modified Holdridge life zone system. *Central European Journal of Geosciences* 6(3), 293–307.
- Thorntwaite, C.W., 1948: An approach toward a rational classification of climate. *Geographical Review* 38(1), 55–94.
- van der Linden, P., Mitchell, J.F.B., 2009: ENSEMBLES: Climate Change and its Impacts: Summary of research and results from the ENSEMBLES project. Met Office Hadley Centre, Exeter, UK, 160 p.

KISLEXIKON

POCKET ENCYCLOPAEDIA

Somfalvi-Tóth Katalin

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

E-OBS adatbázis <röv., ang.> *ENSEMBLES Observations*, rácspontra meghatározott meteorológiai adatok, amelyek díjmentesen letölthetők a <http://www.ecad.eu> honlapról. (Kis, A., Pongrácz, R. és Bartholy, J.: *Magyarországra becsült csapadéktrendek: hibakorrekció alkalmazásának hatása*)

Reynolds-szám <ang.> dimenzió nélküli mennyiség, a tehetetlenségi és a súrlódási erő hányadosa,

$$Re = \frac{v \cdot l}{\nu},$$

ahol v az áramló közeg jellemző sebessége, l jellemző hossz méret, ν a kinematikai viszkozitási együttható. A tapasztalatok szerint lamináris áramlás a $Re < 2320$ tartományban alakul ki. $Re > 2320$ esetén az áramlás turbulens. Azt a $\sim t$, melynél a turbulens áramlás kialakul, *kritikus* $\sim$ -nak nevezik. Osborne Reynolds (1842–1912) angol fizikusról nevezték el. (Balczó, M. és Lajos, T.: *Városi terek szélviszonyai és légszennyezettsége*)

Schmidt szám <ném.> dimenzió nélküli mennyiség, a kinematikus viszkozitás és a diffúziós együttható hányadosa,

$$Sc = \frac{\nu}{D} = \frac{\mu}{\rho D},$$

ahol ν a kinematikai viszkozitási együttható, D a diffúziós együttható, ρ a sűrűség. Ernst Heinrich Wilhelm Schmidt német mérnök (1892–1975) tiszteletére nevezték el. (Balczó, M. és Lajos, T.: *Városi terek szélviszonyai és légszennyezettsége*)

MAGYARORSZÁGRA BECSÜLT CSAPADÉKTRENDEK: HIBAKORREKCIÓ ALKALMAZÁSÁNAK HATÁSA

PROJECTED TRENDS OF PRECIPITATION FOR HUNGARY: THE EFFECTS OF BIAS CORRECTION

Kis Anna, Pongrácz Rita, Bartholy Judit

ELTE Meteorológiai Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A.
kisanna@nimbus.elte.hu, prita@nimbus.elte.hu, bartholy@caesar.elte.hu

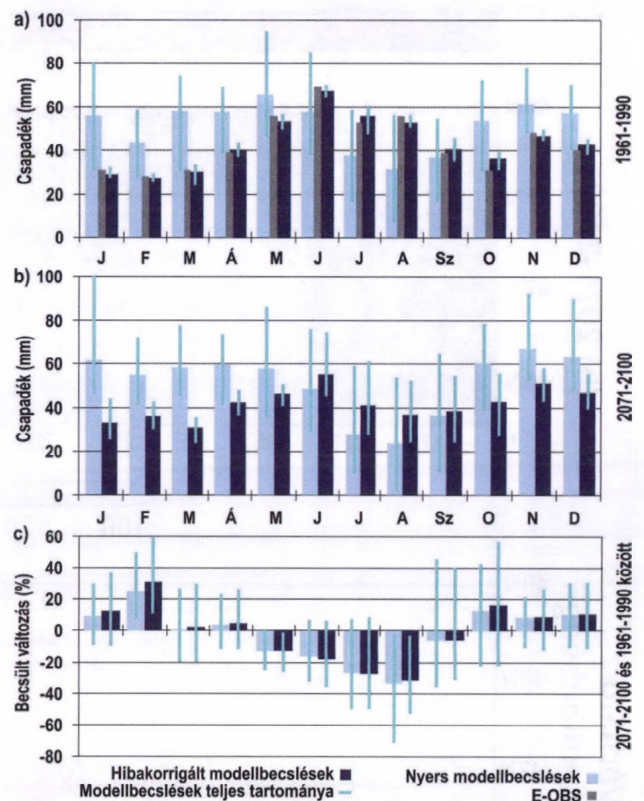
Összefoglaló. Az 1951–2100 időszak csapadéktrendjeit elemezzük Magyarország térségére vonatkozóan regionális klímamodell szimulációkból származó eredeti mezősorok és matematikai statisztikai alapú korrekció alkalmazása után kapott adatsorok felhasználásával. Eredményeink szerint a nyers és a hibakorrigált szimulációk azonos irányú változásokat becsülnek a jövőre (nyáron szárazabb, télen nedvesebb éghajlati körülmények várhatók). A változások mértéke eltérő lehet.

Abstract. Estimated precipitation trends are analysed for Hungary for the period of 1951–2100 using raw and bias-corrected data of regional climate model simulations. Our results suggest that in both cases similar changes are projected (i.e., drier summers and wetter winters); however, these estimated changes are somewhat different in amplitude.

Bevezetés. A csapadék az egyik legfontosabb meteorológiai elem: meghatározó szerepet játszik a talaj vízellátottságában, a természetes vegetáció kialakulásában, a mezőgazdasági termelésben, a folyók vízhozamában. A csapadék túlzott hiánya (aszály) vagy többlete (árvíz, belvíz) komoly természeti-, környezeti-, gazdasági- és egészségügyi károkat okozhat. Magyarországon a 2010. év csapadékösszege 69 %-kal haladta meg az 1971–2000 normálidőszak átlagát (Móring, 2011), míg 2011-ben 28 %-kal alulmúlta azt (Móring, 2012) – így a pusztító árvizeket követő évben a mezőgazdasági produktivitás csökkenésével kellett megküzdeni, egy korábbi tanulmány (Faragó et al., 2010) szerint. Az esetleges károk megelőzésének, illetve mérséklésének érdekében fontos, hogy megfelelő becsléseket készítsünk a jövőben várható csapadéktrendekre vonatkozóan.

Adatok. A csapadéktendenciák elemzéséhez regionális klímamodellek (RCM) napi csapadékszimulációját használtuk fel, amelyeket az ENSEMBLES projekt (van der Linden és Mitchell, 2009) keretében futtattak. A modellek egységesen 25 km-es horizontális rácsfelbontással rendelkeznek és a közepesnek tekinthető A1B forgatókönyvet vették alapul (Nakicenovic és Swart, 2000), ám a kezdeti- és peremfeltételeket három különböző globális klímamodell (GCM) szolgáltatta. Az éghajlati rendszer összetettsége miatt a szimulációk nem tökéletesek, sőt, az egyes modellek által becsült változások eltérőek is lehetnek. A várható változások bizonytalanságának érzékeltetésére összesen 11 klímaszimuláció napi csapadékoutputját elemeztük. Vizsgálataink Közép-Kelet-Európa térségére (é. sz. 43,625°–50,625°; k. h. 13,875°–26,375°), az 1951–2100 időszakra fókuszálnak. E cikkben a Magyarországra becsült eredményeinket mutatjuk be részletesebben.

Eredmények. Elemzéseink során elsőként összehasonlítottuk az állomási mérések felhasználásával összeállított rácsponti napi értékeket tartalmazó E-OBS adatbázis (Haylock et al., 2008), a 11 klímaszimuláció eredeti outputjait, valamint a statisztikai alapú hibakorrekció után kapott eredmények átlaga alapján számított magyarországi havi csapadékösszegeket az 1961–1990 referencia időszakra vonatkozóan (1. ábra). Eredményeink szerint a



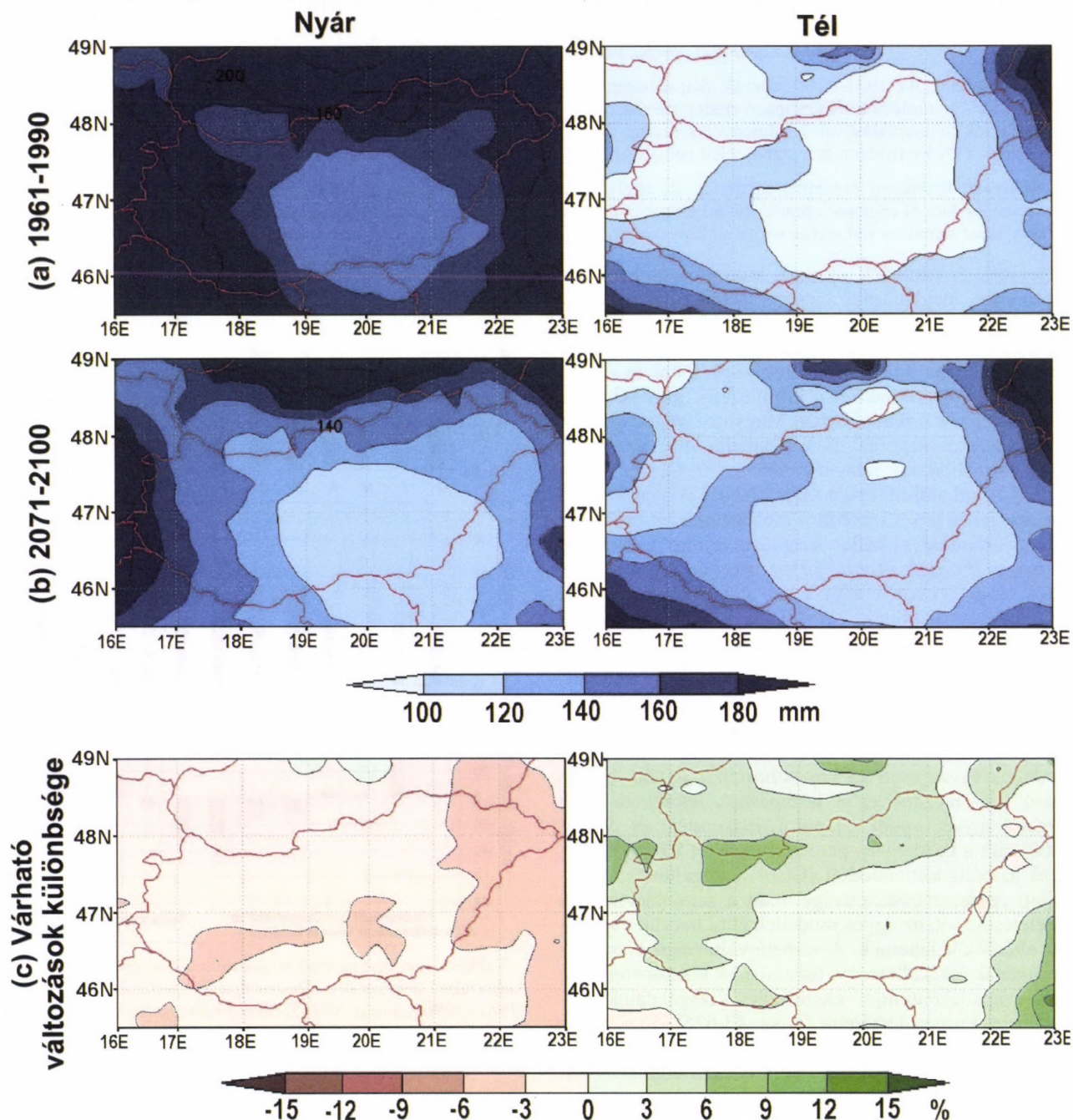
1. ábra: A magyarországi havi csapadékösszegek az E-OBS adatbázis, a nyers és a hibakorrigált szimulációk alapján az 1961–1990 (a) és a 2071–2100 (b) időszakokra vonatkozóan, valamint a becsült változások mértéke (c).

nyers modellszimulációk nyáron alul-, télen, ősszel és tavasszal pedig felülbecslik a havi csapadékösszegeket. Az átlagos eltérés az E-OBS adatbázis alapján számított értékektől télen +58 mm, nyáron –50 mm, ami átlagosan 59 %-os, illetve 28 %-os hibát jelent. Annak érdekében, hogy a valósággal minél jobban egyező csapadék idősorokkal dolgozhassunk, az eltérések kiküszöbölésére az eloszlásfüggvények illesztésén alapuló hibakorrekciós eljárást alkalmaztunk (Formayer és Haas, 2009; Pongrácz et al., 2012). A korrigált szimulációs eredmények átlaga

már elfogadhatóan közelíti a megfigyeléseken alapuló csapadékösszegeket, a csapadék évi eloszlása egyezik a mérésekkel, valamint a modellek közötti szórás is jelentősen csökkent a korrekció hatására (1/a. ábra). A 2071–2100-ra becsült havi csapadékösszegek esetén is hasonló megállapításokat tehetünk (1/b. ábra). A várható változások iránya megegyezik az eredeti szimulált csa-

jelenlegihez képest a jövőben nyáron szárazabb, télen nedvesebb éghajlati viszonyokra számíthatunk majd.

A változások becsült mértéke azonban valamelyest eltér a nyers és a hibakorrekción átesett szimulációs eredmények alapján: a hibakorrigált szimulációk nagyobb mértékű növekedést, illetve csökkenést valószínűsítenek. Ez



2. ábra: A becsült téli és nyári átlagos csapadékösszegek a hibakorrigált szimulációk alapján az 1961–1990 (a) és a 2071–2100 (b) időszakokra vonatkozóan, valamint a becsült relatív változások különbsége a nyers és a hibakorrigált szimulációk alapján (c).

padékatatok, illetve a hibakorrekció után kapott adatso-
rok figyelembevételével számítva: májustól szeptemberig
csökkenő, októbertől áprilisig növekvő csapadéktenden-
cia valószínűsíthető hazánk területén (1/c. ábra), azaz a

azzal magyarázható, hogy a nyári alulbecslés korrigálása
után a csökkenés mértéke százalékban kifejezve relatíve
nagyobb lett, télen pedig a felülbecslés kiküszöbölése ál-
tal a becsült csapadéknövekedés lett relatív értelemben

nagyobb. Az E-OBS adatbázis alapján az 1961–1990 időszakban Magyarországon az évszakos csapadékösszeg télen átlagosan 99 mm, nyáron 178 mm volt. Ezek az értékek az Országos Meteorológiai Szolgálat csapadékmérő hálózatának mérései alapján számított évszakos átlagértékektől (Lakatos és Bihari, 2011) csupán néhány százalékkal térnek el, tehát országos átlagként elfogadható becsléseknek tekinthetők. A XXI. század végére várható átlagos csapadékösszeg a hibakorrigált szimulációk alapján télen 116 mm, nyáron 133 mm lesz, azaz a korábbi nagyobb éven belüli különbségek jelentősen csökkennek a jövőben. Az eddigi legcsapadékosabb évszakunk – a nyár – jóval szárazabbá, míg a jelenlegi legszárazabb évszakunk – a tél – lényegesen csapadékosabbá válhat a jövőben Magyarországon. Ezek a jövőbeli tendenciák nem csak az A1B scenárió esetén valószínűsíthetők, hanem a nagyobb, illetve kisebb üvegházhatású gáz koncentrációt feltételező A2 és B2 scenáriók esetén is (Bartholy et al., 2008).

A nyári és téli átlagos becsült csapadékösszegek, valamint a nyers és hibakorrigált szimulációk alapján számított relatív változások különbségének térbeli szerkezetét a 2. ábrán láthatjuk. A térképeken is jól látszik, hogy az 1961–1990 referenciaidőszakhoz képest a XXI. század végére szárazabb nyarak és csapadékosabb telek várhatók hazánkban. Nyáron, a múltban, a Dél-Alföldön volt a legkevesebb (120–140 mm) az átlagos évszakos csapadékösszeg, míg hazánk északi és nyugati területein akár a 200 mm-t is meghaladta ez az érték (2/a. ábra). A hibakorrekció utáni szimulációs adatok szerint a jövőben a csapadék eloszlásának térbeli szerkezete hasonló marad: a Dél-Alföldről kiindulva az északi és nyugati határvonalak felé tartva egyre több lesz az átlagos nyári csapadékösszeg. Az évszakos csapadékmennyiségek értékében azonban jelentős különbségekre számíthatunk az évszázad végére: a legszárazabb területeken csupán 100–120 mm csapadék várható; 180 mm-t meghaladó átlagos mennyiség pedig már csak az Alpok alja egy kis területén valószínűsíthető (2/b. ábra). A referenciaidőszakban az átlagos téli csapadékmennyiség Magyarország jelentős hányadán nem haladta meg a 100 mm-t; magasabb értékek (100–140 mm) csak az északkeleti tájakon, a Dunántúli-középhegységben és a Dél-Dunántúlon fordultak elő (2/a. ábra). A becslések szerint 2071–2100-ra télen is a referenciaidőszakhoz hasonló térbeli eloszlás várható, ám az átlagos csapadékmennyiség ez esetben is változik. Hazánk szinte teljes területén 100 mm feletti lesz az átlagos téli csapadékmennyiség az RCM-szimulációk szerint, sőt egyes területeken a 160 mm-t is meghaladhatja az évszakos csapadékösszeg (2/b. ábra). A nyers és a hibakorrigált szimulációs adatok felhasználásával számított XXI. század végére becsült változások kis mértékben eltérnek egymástól (2/c. ábra). Nyáron, a statisztikai alapú hibakorrekció után kapott eredmények átlaga mintegy 3 %-kal nagyobb mértékű szárazodó tendenciát jelez hazánkban; a legnagyobb – kb. 4 %-os – eltéréseket az északkeleti és a déli területeken kaptuk. Télen a nyers RCM-szimulációs adatok alapján kisebb mértékű a csapadékmennyiség várható átlagos növekedése, mint a hi-

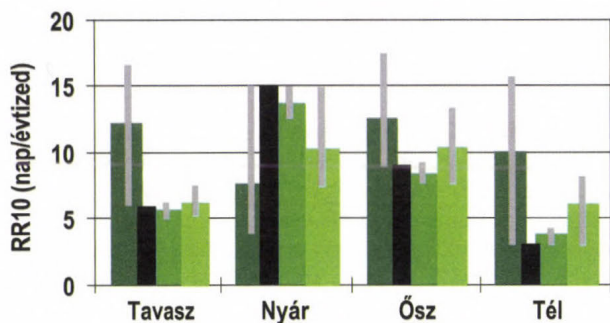
bakorrekció utáni szimulált csapadékezők figyelembevételével: az ország jelentős hányadán ez esetben is 2–3 %-os eltérést találtunk. A Dunántúlon, valamint az északi tájakon erőteljesebb – akár 6 %-ot is meghaladó – a valószínűsíthető változások közötti különbség (2/c. ábra).

A nyers és a hibakorrekción átesett szimulált csapadékezők felhasználásával számos csapadékeindex (Karl et al., 1999) várható változását számítottuk ki Közép-Kelet-Európa térségére. Eredményeink a csapadékösszegekhez hasonlóan azt jelzik, hogy a becsült változások iránya megegyezik, azonban a változások mértéke valamelyest eltérő. A következőkben a 10 mm-nél nagyobb csapadéke napok számának (RR10) és a napi csapadékösszeg 95. percentilisének (R95p) 2071–2100-ra, Magyarországra várható változását mutatjuk be részletesebben.

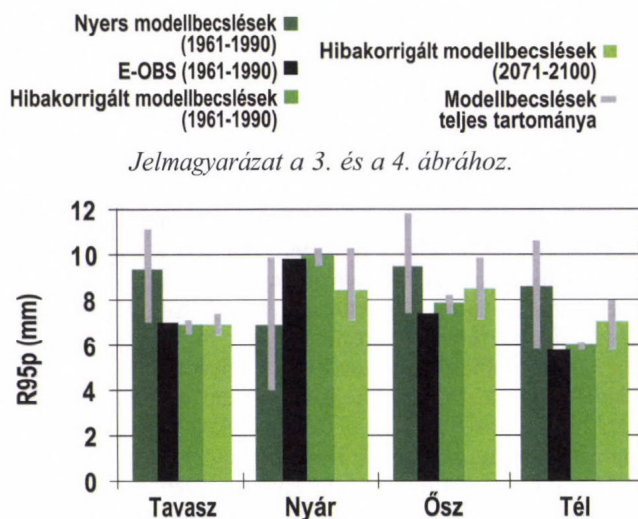
A 10 mm-nél nagyobb csapadéke napok száma a becslések szerint átlagosan 68 %-kal fog megnövekedni hazánkban a XXI. század végére (3. ábra). Az 1961–1990 referenciaidőszakban az E-OBS adatbázis alapján az RR10 évtizedenkénti átlagos értéke tavasszal 6 nap, nyáron 15 nap, ősszel 9 nap, télen 3 nap volt. Az RCM-szimulációk nyers csapadéke-idősorából számított indexértékek ezeket az átlagértékeket nyáron alul-, a többi évszakban pedig jelentősen felülbecsülték (az index évszakos évtizedenkénti átlagértékei rendre 12 nap, 8 nap, 13 nap, 10 nap – a maximális eltérés az E-OBS adatbázisból meghatározott indexértékeihez viszonyítva 7 nap). Az RCM-szimulációk hibakorrekció alkalmazása után kapott idősorából számított értékek azonban már jól közelítik a megfigyeléseket: tavasszal 6 nap, nyáron 14 nap, ősszel 8 nap, télen 4 nap a 10 mm-nél nagyobb csapadéke napok átlagos évtizedenkénti száma, azaz az E-OBS idősorok alapján számított indexértékektől vett maximális eltérés 1 napra csökkent. A korrigált szimulációk felhasználásával a 2071–2100-ra várható értékeket is meghatároztuk. Eredményeink szerint a jövőben több lesz a nagy csapadéke napok száma Magyarországon; nyáron azonban – átlagosan 23 %-os – csökkenés valószínűsíthető. A becslések szerint télen átlagosan 6 napra fog növekedni (+2 nap a referenciaidőszakhoz képest), nyáron pedig átlagosan 10 napra fog csökkenni (–4 nap a referenciaidőszakhoz képest) az RR10 évtizedenkénti értéke. A téli országos átlagos indexértékek bizonytalansági intervalluma 3 és 8 nap/évtized közötti, a nyáriaké 8 és 15 nap/évtized közötti. Az éghajlati becslések idővel növekvő bizonytalansága miatt mind a négy évszakban nagyobb az egyes RCM-szimulációk idősorából meghatározott RR10 értékek közötti különbség a XXI. század végén, mint a XX. századi referenciaidőszakban.

A napi csapadék 95. percentilisében (4. ábra) is hasonló tendenciákra számíthatunk, mint az RR10 esetén. A legjelentősebb változások télen és nyáron várhatók: az R95p átlagos értéke az RCM-szimulációk hibakorrekció alkalmazásával kapott napi csapadék idősorai alapján nyáron 17 %-kal csökkenni, télen pedig 17 %-kal növekedni fog. A referenciaidőszakban az E-OBS idősorok alapján a 95. percentilis értéke hazánkban tavasszal 7 mm, nyáron 9,8 mm, ősszel 7,4 mm, télen 5,8 mm volt átlagosan. A hibakorrigált szimulációs adatokból számított

percentilis értékek jól közelítik a referencia adatbázist: a legnagyobb eltérés, amely összességben fordult elő, is csupán 0,4 mm. Az RCM-szimulációk nyers csapadékoutputjai alapján meghatározott percentilisek – a havi csapadék-összegekhez és az RR10-hez hasonlóan – nyáron alul-, a többi évszakban pedig felülbecslik ezeket az értékeket. Az R95p a nyers szimulált idősorok alapján a négy évszakban rendre 9,4 mm, 6,9 mm, 9,5 mm és 8,6 mm. Az E-OBS adatbázis alapján meghatározott percentilisektől vett legkisebb eltérés is meghaladja a 2 mm-t (összesen), a legnagyobb különbségek pedig megközelítik a 3 mm-t (tél és nyáron).



3. ábra: A 10 mm-nél nagyobb csapadékú napok számának évszakai értékei Magyarországon az E-OBS adatbázis, a 11 nyers és a 11 hibakorrigált szimuláció alapján az 1961–1990 és a 2071–2100 időszakokra vonatkozóan.



4. ábra: A napi csapadék 95. percentilisének évszakai értékei Magyarországon az E-OBS adatbázis, a 11 nyers és a 11 hibakorrigált szimuláció alapján az 1961–1990 és a 2071–2100 időszakokra vonatkozóan.

A jövőre vonatkozó változási trendeket a szisztematikus hibák korrigálása utáni RCM-outputokból határoztuk meg: nyáron átlagosan 8,5 mm-re fog csökkenni a csapadék 95. percentilise (–1,3 mm), míg télen elérheti a 7 mm-t is az R95p értéke a korábbi 5,8 mm-rel szemben. Összesen szintén növekedni fog a napi csapadékösszegek 95. percentilisének értéke: átlagosan 7,9 mm-ről 8,3 mm-re.

Összegzés. Cikkünkben RCM-szimulációk nyers és hibakorrigált csapadékmezőit vizsgáltuk az 1951–2100 időszakokra. A nyers szimulációs értékek gyakran alul-, illetve felülbecsülték a referencia adatbázisból kapott csapadékösszegeket és csapadékindeks-értékeket, ám az alkalmazott percentilis-alapú hibakorrekcióval kiküszöböltük ezeket az eltéréseket. A jövőben várható csapadéktendenciák mértéke eltér a korrigált és a korrigálatlan szimulációs adatok alapján; a becslést változások iránya azonban megegyezik. Összességében nyáron szárazabb, télen csapadékosabb éghajlati viszonyok valószínűsíthetők hazánk térségében. Az országos, regionális és helyi szintű hosszútávú alkalmazkodási stratégiák tervezésekor ezt mindenképpen érdemes figyelembe venni.

Köszönetnyilvánítás. Kutatásainkat támogatta a FuturICT.hu TÁMOP 4.2.2.C-11/1/KONV-2012-0013 és az AGRÁRKLIKA2 (VKSZ_12-1-2013-0001) projekt. A vizsgálatok során felhasznált RCM-szimulációkat az ENSEMBLES projekt keretében állították elő (<http://ensembles-eu.metooffice.com>, 505539), melyet az EU FP6 program támogatott. Az E-OBS adatbázis alapját képező állomási adatokat az ECA&D projekt (<http://eca.knmi.nl>) bocsátotta rendelkezésre.

Irodalom

- Bartholy, J., Pongrácz, R., Gelybó, Gy., Szabó, P., 2008: Analysis of expected climate change in the Carpathian Basin using the PRUDENCE results. *Időjárás* 112, 249–264
- Faragó, T., Láng, I., Csete, L., 2010: Climate change and Hungary: mitigating the hazard and preparing for the impacts ('VAHAVA Report'). MTA, Budapest, pp. 126
- Formayer, H., Haas, P., 2009: Correction of RegCM3 model output data using a rank matching approach applied on various meteorological parameters. In: *Deliverable D3.2 RCM output localization methods (BOKU-contribution of the FP 6 CECILIA project)*. <http://www.cecilia-eu.org>
- Haylock, M.R., Hofstra, N., Klein Tank, A.M.G., Klok, E.J., Jones, P.D., New, M., 2008: A European daily high-resolution gridded dataset of surface temperature and precipitation. *J. Geophys. Res. (Atmospheres)* 113 (D20119), DOI: 10.1029/2008 JD10201
- Karl, T.R., Nicholls, N., Ghazi, A., 1999: Clivar/GCOS/WMO Workshop on Indices and Indicators for Climate Extremes Workshop Summary. *Climatic Change* 42, 3–7
- Lakatos, M., Bihari, Z., 2011: A közelmúlt megfigyelt hőmérsékleti- és csapadéktendenciái. In: *Klimaváltozás – 2011: Klimaszcenáriók a Kárpát-medence térségére* (szerk.: Bartholy, J., Bozó L., Haszpra, L.). MTA és ELTE Meteorológiai Tanszék, Budapest, 146–169
- van der Linden, P., Mitchell, J.F.B., 2009: Summary of research and results from the ENSEMBLES project. Met Office Hadley Centre, Exeter, UK. pp. 164.
- Möring, A., 2011: A 2010. év időjárása. *Léghő* 56, 38–42
- Möring, A., 2012: A 2011. év időjárása. *Léghő* 57, 38–42
- Nakicenovic, N., Swart, R., (eds.), 2000: Emissions Scenarios. A special report of IPCC Working Group III. Cambridge University Press, UK. pp. 570
- Pongrácz, R., Bartholy, J., Kis, A., Miklós, E., Török, O., 2012: Extrém éghajlati indexek várható tendenciái modell-szimulációk eredményei alapján. *Léghő* 57, 166–169.

VÁROSI TEREK SZÉLVISZONYAI ÉS LÉGSZENNYEZETTSÉGE

WIND CONDITIONS AND AIR QUALITY IN URBAN SQUARES

Balczó Márton, Lajos Tamás

Budapesti Műszaki- és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Áramlástan Tanszék, 1111 Bp. Bertalan L. u. 4-6.,
 balczo@ara.bme.hu

Összefoglaló. Közleményünkben a BME Áramlástan Tanszéken városi átszellőzés és szennyezőanyag-terjedés témakörében végzett vizsgálatokba és azok eredményeibe adunk betekintést, kiragadva a városi tereket, mint a város életének és a belvárosok rehabilitációjának fontos elemét. Egy egyszerű példán ismertetjük a városi tereken megjelenő áramlási struktúrákat és azok szennyezőanyag-terjedésre gyakorolt hatását, majd két esettanulmányban demonstráljuk a felhasznált eszközök – a szélcsatorna modellkísérletek és a MISKAM CFD szimulációk – alkalmazhatóságát tervezett beruházások átszellőzésre és levegőminőségre gyakorolt várható hatásának megítélésében.

Abstract. The article provides insight into urban flow and dispersion studies performed at the Department of Fluid Mechanics of Budapest University of Technology and Economics, with focus on urban squares, recognizing their important role in urban life and in urban redevelopment schemes. The flow structures appearing in a square and their influence on pollutant dispersion are introduced to the reader using a simplified square model. Afterwards, two case studies demonstrate the abilities of wind tunnel modelling and CFD (Computational Fluid Dynamics) simulation in the assessment of the impact of redevelopment schemes on wind conditions and air quality.

Bevezetés. Az európai belvárosok egyik jellemző elemét képezik a városi terek, amelyeket több vagy minden oldalról épületek határolnak. A városi terek parkoknak, játszótereknek, sportpályáknak, „kiülős” vendéglátó-ipari egységeknek adnak helyet, szabadtéri rendezvények, piacok helyszínül szolgálnak. Helyenként növényzet teszi kellemesebbé a tereket. Számos esetben nagy forgalmú utak is érintik a tereket, ami jelentős légszennyezettség forrása lehet, elég budapesti példaként a Rákóczi teret, a József Nádor teret említeni. Város-rehabilitációs fejlesztéseknek gyakran eleme – régi üzem- vagy lakóépületek elbontásával – új városi terek létesítése.

A BME Áramlástan Tanszéken az elmúlt években több, a városi terek átszellőzésével és légszennyezettségével kapcsolatos vizsgálatra került sor, ezek keretében korszerű mérés technika alkalmazásával szélcsatorna méréseket, illetve a MISKAM CFD szoftver segítségével szimulációkat végeztünk.

Ebben a cikkben egy egyszerűsített geometriájú tér vizsgálata során tett megfigyeléseket ismertetjük, majd két esettanulmányt mutatunk be: egy budapesti, az V. kerületi József Nádor tér szélcsatorna- és CFD szimulációs vizsgálatát, amelyet a tér alá tervezett mélygarázs előkészítése keretében készítettünk, valamint tanszékünk Bo-reas projektjét, amelynek keretében új városi tér létrehozásának hatásait elemeztük CFD szimulációval.

Alkalmazott eszközök. Szélcsatorna-méréseinket a vizsgált városrészek 1:350 és 1:650 léptékű modelljein végeztük, amelyek körkörös elhelyezkednek el, így a körkörös szélcsatornában történő elforgatásával tetszőleges széliránynál vizsgálható a terület. A szélcsatornában a VDI 3783/12 szabvány (VDI, 2004) ajánlásai alapján az atmoszférikus határreteghez hasonló áramlást hozunk létre a városrész-modell előtt elhelyezett hosszabb, homogén érdességű ún. előkészítő szakasz, illetve turbulencia-generátor rácsok alkalmazásával. Az atmoszférikus határreteg-profil mind az átlag szélesség, mind a turbu-

lencia és annak spektrális megoszlása tekintetében lézer-Doppler anemométerrel (LDA) végrehajtott mérésekkel ellenőriztük. A szélcsatorna mérés során a Reynolds-szám a kis modell-lépték miatt nyilvánvalóan nem lehet azonos a valósággal. A szakirodalom és saját ellenőrző méréseink is mutatják, hogy éles sarkú épületek esetén $Re = 10^4$ felett az áramlás Re -szám-független.

A szélesség mérése kétkomponensű, 363 mm fókusz-távolságú TSI lézer-Doppler anemométert használtunk, amellyel a modellen vízszintes vagy függőleges síkhálók vagy egyenes profilok mentén az áramlás két vízszintes komponensét (u , v) tudtuk mérni az áramlás megzavarása nélkül. A talajközeli szélviszonyok jellemzésére az LDA méréseknél jóval egyszerűbb homokeróziós módszert (Livesey et al, 1990) is felhasználtuk, amellyel a talaj-közeli szélesség nagyságát tudjuk közelítőleg meghatározni¹. Az eredményeket bemutató ábrákon a vízszintes irányú szélességvektor nagyságának dimenziótlanított átlagértékét jelenítjük meg: $v_{md} = (u^2 + v^2)/u_h$, ahol u_h a zavartalan határreteg-áramlás szélessége a h átlagos épületmagasságban.

Szennyező-koncentráció méréseink során, a városrész modellen, a modellezett szennyezőforrás – vonalforrás – helyén nyomgáz-kibocsátó elemeket helyeztünk el, és hossza mentén egyenletesen Q ismert tömegáramú metángázt bocsátunk ki rajta. A szélcsatorna-mérés során mintavevő berendezéssel a levegőből a modell számos helyén mintát veszünk, és azok metán-koncentrációját (c) lángionizációs detektorral meghatározzuk. Ebből c^* dimenziótlan koncentráció (Bächlin és Theurer, 1995) számítható: $c^* = c u_h h^2 Q^{-1}$.

Numerikus szimulációinkhoz a Reynolds-átlagolt Navier-Stokes egyenletet egy módosított K - ϵ turbulenciamo-

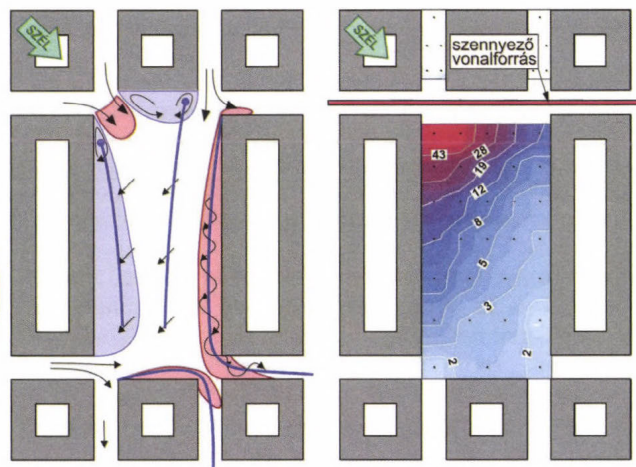
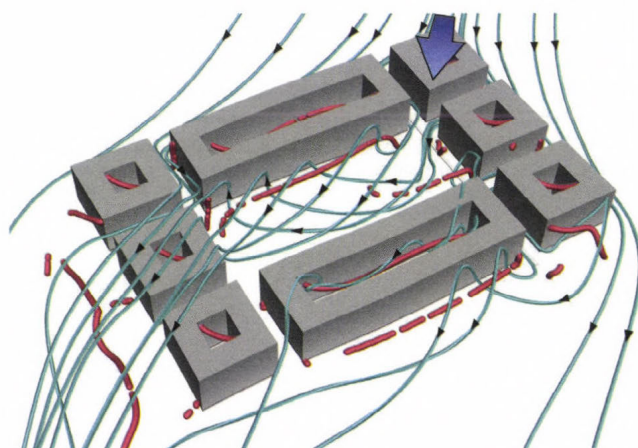
¹ Lásd rövidfilmünket a BME Kármán Tódor Szélcsatorna Laboratórium Youtube oldalán: Sand erosion test of a simplified urban square. <http://www.youtube.com/user/karmanwtl>

dellet megoldó mikroskálájú MISKAM CFD modellt alkalmaztuk. A modellt részletesen Eichhorn (2011) ismerteti. A modell Arakawa-C típusú, derékszögű, változó osztásközű hálót használ. Az épületeket a hálóból való „kiblokkolással” közelítőleg modellezzük. Igény esetén a növényzet, fák hatása is figyelembe vehető, a növényzetet tartalmazó cellákban a mozgás- és turbulencia-egyenletek módosításával. A kiszámított szélmező ismeretében a szennyezőforrásokból passzív skalár terjedése szimulálható a gradiens diffúziós hipotézist alkalmazó terjedési megoldóval. A turbulens Schmidt szám értéke $Sc_t = 0.71$. A MISKAM modellt számos tesztesethez

szemléltettünk. Az örvénymag, a téren létrejövő örvények forgástengelye a 3D sebességmezőből a deformáció-sebesség tenzor sajátértékei alapján határozható meg (Sujudi and Haimes, 1995).

Megfigyelhetjük a téren a komplex 3D áramlást, az épülettömbök szél alatti oldalán kialakuló levárási buborékokban az örvények forgási irányát, és ezek kölcsönhatásaképpen a téren kialakuló spirális örvényt, amely miatt a talajközeli szélsébség közel merőleges a tetőszint feletti szél irányára.

Az 1. b ábrán a téren kialakuló áramlási mezőt sematiku-



1. ábra: Áramlás és szennyező-terjedés egy egyszerűsített téren, átlós széliránynál. a) 3D áramkép türkiz térbeli áramvonalakkal és piros örvénymagokkal megjelenítve. b) A téren beazonosított áramlási zónák (világoskék mező – kis szélsébségű zónák, rózsaszín mező – nagy szélsébségű zónák, vastag kék vonalak – örvénymagok, fekete nyilak – talajközeli szélsébség) c) A térfelszínén mért dimenziótlan szennyező-koncentráció eloszlása.

validálták, egyszerű épületek körüli áramlásokra és szennyezőanyag-terjedésre is. (Balczó et al, 2009, Olesen et al. 2009, Eichhorn és Kniffka, 2010). Egy korábbi cikkünkben (Balczó et al., 2011) a MISKAM egy Budapest környéki tervezett autótűz szakasz légszennyezettségi vizsgálatában történő alkalmazását is bemutattuk.

Amennyiben évi átlagkoncentrációk meghatározása a feladat, az egyes szélirányoknál meghatározott dimenziótlan koncentrációkból és a valódi szennyezőkibocsátásból az évi szélirány- és szélsébséggyakorissággal súlyozva kapjuk meg az évi átlag szennyezőanyag-koncentrációt. A szennyező-kibocsátás a járműforgalomból jármű emissziós tényezők segítségével számítható. A háttér légszennyezettség meghatározásához városi háttér-mérőállomások mérési adatait használtuk fel.

Egyszerűsített tér vizsgálata. A városi tereken várható áramlási jelenségek vizsgálatára egyszerűsített térmodellt készítettünk, és ezt 5 jellemző széliránynál vizsgáltuk. A modellen az épületek egyenletesen 30 m magasak, a térmaga 180×80 m nagyságú. Példaképpen az átlós széliránynál végzett megfigyelésekről számolunk be. Az 1. ábra bal oldalán látható a numerikus szimuláció eredménye, amelyet 3D áramvonalakkal és örvénymagokkal

san ábrázoltuk. Világoskék mezővel a kis szélsébségű zónákat, rózsaszín mezővel a nagy szélsébségűeket jelöltük, míg a vastag kék vonalak az örvénymagokat, a fekete nyilak pedig a talajközeli szélsébséget jelzik. Jól látható, hogy a szél felőli utcán nagy sebességű beáramlás, az épülettömbök nyomában pedig kis szélsébség alakul ki. A tér szél alatti oldalán, az épületek lábánál patkóörvényhez hasonló, az épületet körüllelő örvények növelik a helyi szélsébséget.

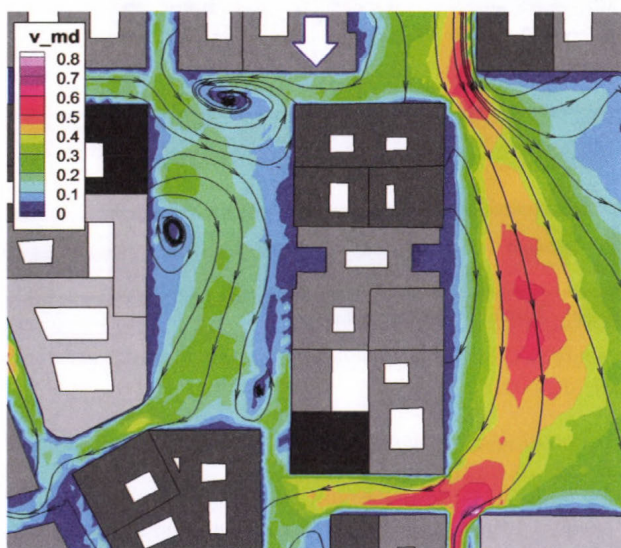
A megfigyelt áramlási struktúrák okozzák a téren mért inhomogén szennyező-koncentráció megoszlást, amit az 1. c ábra mutat. A tér északi oldalán elhelyezkedő vonalforrás kibocsátotta szennyezőanyagot a teret uraló spirális örvény a keleti oldalról a nyugati tömb felé szállítja, továbbá a keleti fal mentén a patkóörvény is hozzájárul a koncentráció csökkentéséhez. Így a tér két áttellenes oldala között többszörös koncentrációkülönbség figyelhető meg.

A téren a legnagyobb koncentráció természetesen a forrás közelében figyelhető meg, ott, ahol a szél felőli utcából érkező nagy sebességű befúvás a szennyezőt a forrásból közvetlenül a tér irányába szállítja. A szél felőli, északi oldalon álló épülettömb mögötti leválási buborékban valamivel kisebb a koncentráció – a leválási buborék

ugyanis felemeli a szennyezőanyagokat (Lajos *et al.*, 2008).

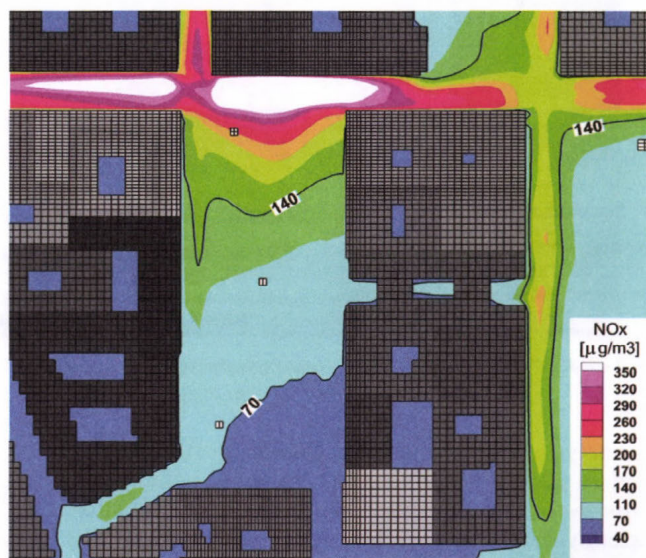
A további szélirányok vizsgálatát követően a következő összegző megállapításokat tettük az egyszerűsített tér áramlási viszonyiról:

- a szél felőli utcákból érkező beáramlás jelentős mértékben járul hozzá a légcseréhez a téren,
- a legnagyobb szélsébségű helyek a szél felőli utcák torkolatában, vagy a szél alatti épülettömbök közelében alakulnak ki,
- a téren az átlagos talajközeli szélsébség erősen szélirányfüggő: merőleges, hosszirányú megfúvásnál v_{md} értéke 0,3, átlós széliránynál 0,5 körüli,



során történő helyszíni, kézből történő méréseknél figyelembe kell venni.

A József nádor tér vizsgálata. A vizsgált egyszerűsített térhez arányaiban hasonló, de attól a csatlakozó utcák számában és elhelyezkedésében különbözik a budapesti József Nádor tér. A környező épületek magassága is változó: 25–40 m közötti, átlagosan $h = 28$ m. A környéken a legjelentősebb szennyezőforrás a tér északi oldalát érintő József Attila utca gépjárműforgalma, de további mellékutcaikon is van számottevő kibocsátás. A vizsgálat célja elsősorban a téren a légszennyezettség CFD szimulációval történő meghatározása volt, de az eredmények validálására végeztünk szélsébség-eloszlás mérést is



2. ábra: A József nádor tér átszellőzése és légszennyezettsége. Balra: a dimenziótlan szélsébség megoszlása és síkáramvonalak 0,5h (15 m) magasságban északi széliránynál (szélcsatorna LDV mérés); jobbra: az éves átlag NO_x koncentráció a téren 2 m magasságban, a 2010-es évre (MISKAM szimuláció).

- a téren megfigyelt talajközeli átlag szélirány jelentősen eltérhet a tetőszint feletti széliránytól, 90, akár 180 fokkal is,
- a csatlakozó utcákban hosszirányú áramlás indulhat meg a téren létrejövő struktúrák hatására, még akkor is, ha a tetőszint feletti szélirány az utca hossz tengelyére merőleges.

A fenti megfigyelések gyakorlati jelentősége sokrétű és hasznos lehet egy tér revitalizálását célzó városépítészeti program számára: mivel egy téren a szélkomfort jelentősen változik, így például az uralkodó szélirány ismeretében a kiülős éttermek/kávézók számára kedvezőtlen helyek azonosíthatók. Meghatározható az is, hogy szélérzékeny sportok (pingpong, tollas) pályatelepítése esetén szükséges-e például szélvédő sövény ültetése.

Érdekes kitérni a téren végzett anemométeres szélmérések reprezentativitására is: amennyiben az anemométer a szokott néhány méteres magasságban van, a tetőszint feletti szél sebességétől és irányától jelentősen eltérő értékeket fog mérni. Ez például az automata légszennyezettség-mérő állomások szélméréseinek értékelésénél, vagy a katasztrófavédelmi célú (baleseti veszélyhelyzet-kezelés

szélcsatornában.

A 2. ábra bal oldalán északi széliránynál láthatjuk a téren kialakuló szélmezőt, 0,5h magasságban. Az aszimmetrikus beáramlás hatására a téren több nagy örvényszerű struktúra jelenik meg, amelyek az É-D irányú advekciót módosítják. A szélsébség viszonylag kicsi, $v_{md} = 0,1\text{--}0,3$ közötti, míg a szomszédos, nagyobb Erzsébet téren 0,3–0,4 közötti érték.

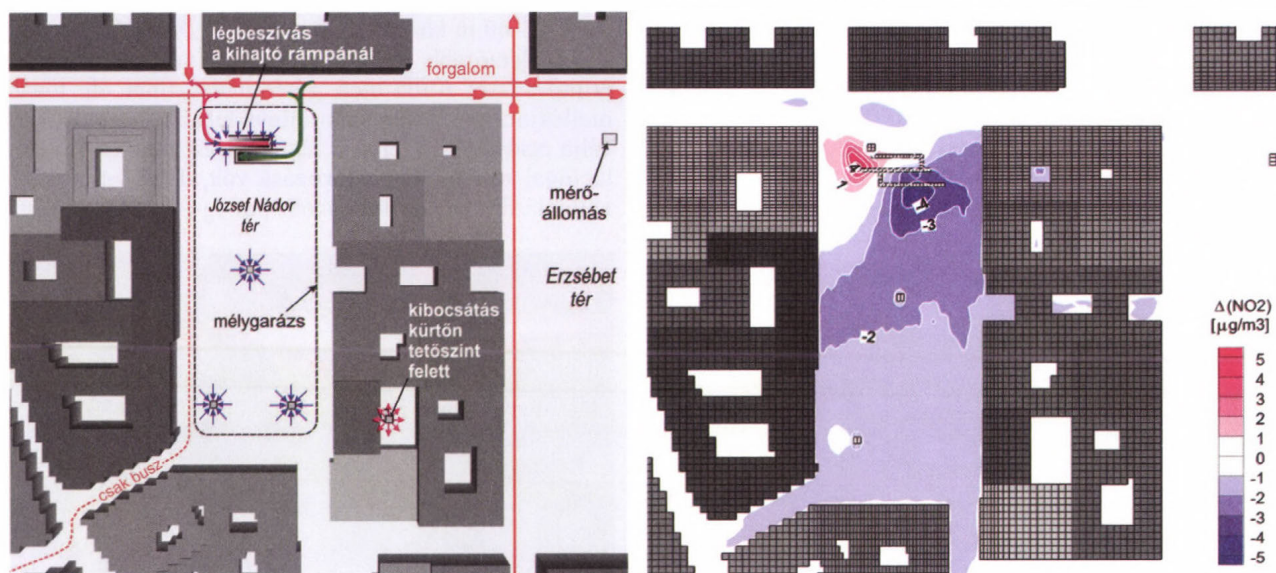
A 2. ábra jobb oldalán a 2010-re vonatkozó évi átlag NO_x szennyező-eloszlást mutatjuk be, amelyet 8 szélirányra végzett MISKAM szimulációk eredményeiből számoltunk. A számítási háló felbontása az ábrán látható, vízszintesen 1,3–2,5 m, függőlegesen 1–1,5 m változó felbontású volt. Az NO_x koncentráció a vizsgálat készítése idején érvényes $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ évi határértéket a tér déli sarkát leszámítva meghaladja, az északi részen, forrásközelben a túllépés a határérték többszöröse. Az Erzsébet téren a légszennyezettség szintje hasonló.

Hogyan tudjuk csökkenteni a légszennyezettséget a téren? A kérdésre adott általános válasz természetesen az emisszió csökkentése: a járműforgalom csillapítása, valamint a jármű emissziós faktorok csökkentése. Esetünk-

ben azonban – tekintettel a tér alá tervezett mélygarázsra, valamint a tér csekély természetes átszellőzésére – felmerül a garázs szellőzőrendszerének olyan kialakítása, hogy az a mélygarázsokra előírt jelentős, esetünkben $100\,000\text{ m}^3/\text{h}$ szellőzőlevegő egy részét a tér egy nagy légszennyezettségű helyén szívja el, így a felszíni lég-

centrációja gyorsan határérték alattivá csökkenjen.

A 3. ábra bal oldala mutatja a tervezett garázsszellőzési rendszert. Az elszívás helyét a tér legnagyobb koncentrációjú helyén, a József Attila utca közvetlen közelében a kihajtó rámpánál határoztuk meg. A szimuláció peremfeltételeit módosítottuk: a kihajtó rámpán közeg-elszívást



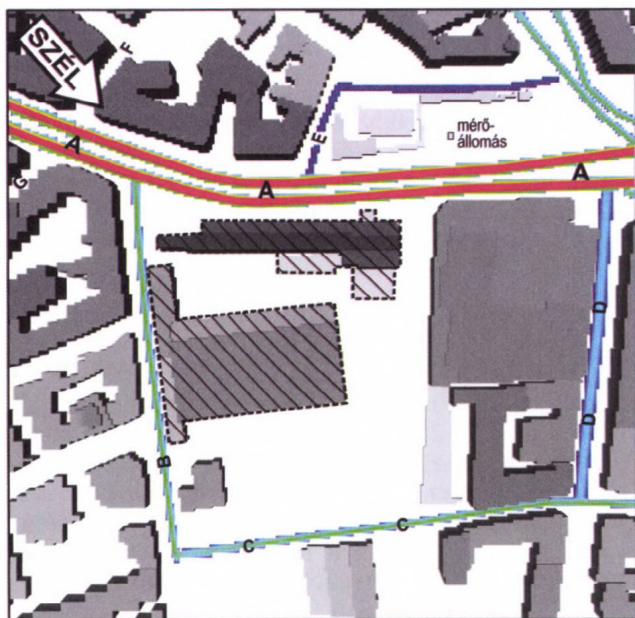
3. ábra: Balra: a József nádor téren kialakítandó mélygarázs, és annak szellőzési koncepciója; jobbra: a mélygarázs üzembe helyezése okozta NO_2 koncentrációváltozás előrejelzése

szennyezettséget a téren csökkentse. Természetesen ez azt is jelenti, hogy a mélygarázsoknál sokszor alkalmazott egyszerű megoldás, miszerint a garázs elhasznált, szennyezett levegőjét talajszinten bocsátják ki, itt nem alkalmazható, azt tetőszint felett egy kürtőn kell kibocsátani, hogy a tetőfeletti áramlásban gyorsan hígulva, kon-

helyeztünk el, valamint a garázs generálta plusz járműforgalom emisszióját is megadtuk a rámpán, illetve az utcákon. A 3. ábra jobb oldalán látható, hogy az eredeti esethez képest mennyivel változik a légszennyezettség a téren: a kihajtorámpánál növekedés, de a tér többi részén enyhe csökkenés figyelhető meg. A téren kívül már nem érzékelhető változás a levegőminőségben. A téren átlagosan az NO_x koncentráció a vizsgálat végzésének idején érvényes határérték (70 µg/m^3) 8 %-ával, az NO_2 koncentráció a határérték (40 µg/m^3) 4 %-ával csökken. Külön szimulációban ellenőriztük a tervezett garázs szellőzőrendszer magas kürtőjének környezetében a légszennyezettséget, és megállapítottuk, hogy a kürtőn kilépő szennyezett levegő valóban hamar felhígul, így nem jelent veszélyt a környező épületek legfelső szintjeinek lakásaira sem.

Új városi tér létesítése belvárosi beépítettségű területen. Ahogy a bevezetőben is említettük, városrehabilitációs projektek során, ipari vagy lakóépületek elbontásával új városi teret lehet kialakítani. Tanszékünk Boreas kutatási projektjében egy belvárosi terület ilyen átalakításának hatásait vizsgáltuk (4. ábra). Az eddig bemutatott terekkel való hasonlóság kézenfekvő, bár a tér egyik oldalán épületekkel csak részben határolt.

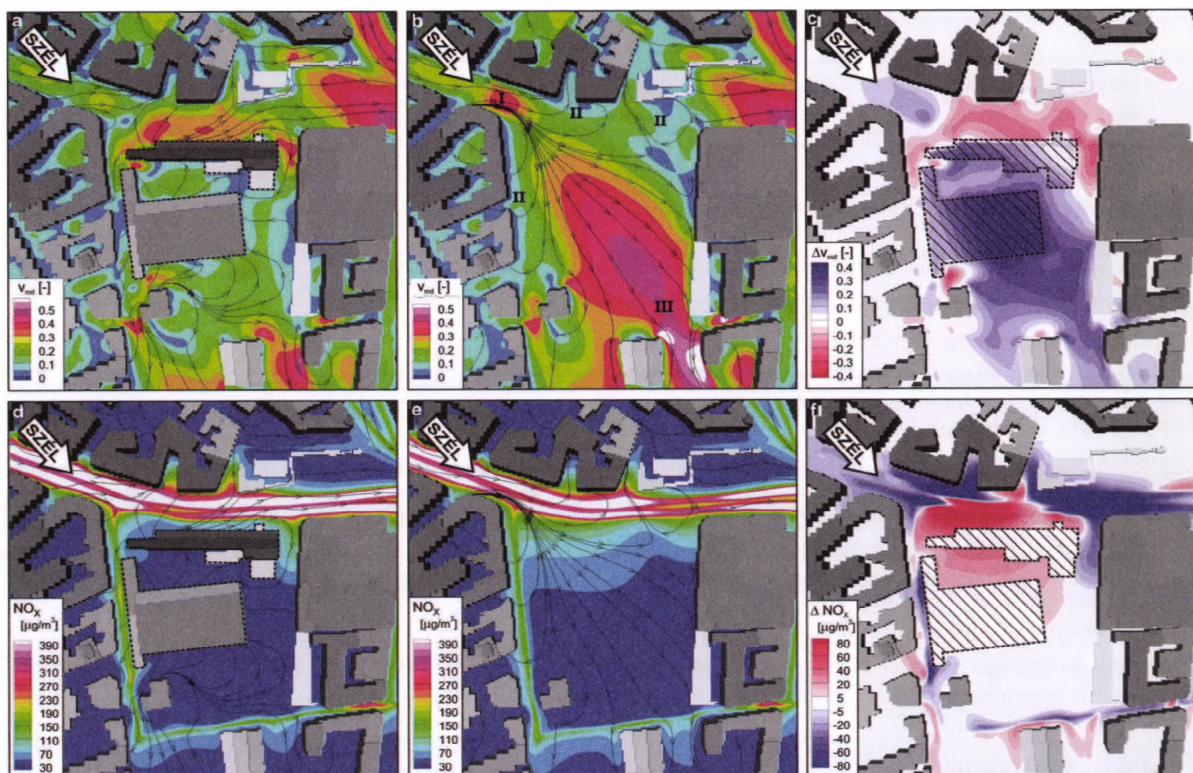
Hogyan változik meg a terület átszellőzése és légszennyezettsége a téren álló nagy épületek elbontásának hatására? A fent ismertetett eredményekhez való hasonlítás érdekében itt az átlós széliránynál kapott eredményeket mutatjuk be. Az 5.a. és b. ábrán a szélesebesség-eloszlásokat hasonlíthatjuk össze ennél a széliránynál,



4. ábra: A Boreas projekt keretében vizsgált terület az eltávolítandó épületekkel (sraffozva) valamint a főbb szennyezőforrásokkal (színskálával jelölve).

2 m magasságban. Az eredeti állapotban talajközeli sík-áramvonalak mutatják, hogy az épületek között, az 'A' útszakasz zárt utcakanyonjában az áramlás iránya jelentősen eltér a tető feletti széliránytól. A tér kialakításával (5.b. ábra) az egyszerűsített térmodell hasonló irá-

lapotban a helyileg kibocsátott szennyezők viszonylag nagy koncentrációt hoznak létre. Az épületek elbontásával az utca két oldalról zárt utcakanyonja megszűnik, a megmaradó épülettömb leválási buborékjának erősebb függőleges transzportja a talaj közeli koncentrációt csök-



5. ábra: a) - b) v_{md} dimenziótlan szélesség mértékének megoszlása talajközeli átlós, a nagy forgalmú út felől érkező szélnél a tér létesítése előtt és után. c) dimenziótlan szélesség változása a tér létesítése hatására átlós széliránynál. d) - e) Csúcsórás talajközeli NO_x koncentráció átlós széliránynál a tér létesítése előtt és után. f) NO_x koncentráció változása a tér létesítése hatására átlós széliránynál.

nyú megfűvésánál (1. ábra) már azonosított áramlási struktúrák itt is megjelennek: a nagy sebességű beáramlás a nagy forgalmú út felől (I); a szél felőli két épülettömb szél alatti oldalán kis sebességgel jellemzett leválási buborék (II); nagy sebesség a tér szél alatti oldalán (III).

A tér létesítésének hatását az átlagsebességre ennél a széliránynál az 5.c. ábra mutatja. Összességében jelentős, $v_{md} = 0,1-0,3$ nagyságú növekedést látunk, nem csak a téren, de a tér környékén is. Az 'A' útszakaszt szegélyező, elbontandó épület előtt és mellett azonban a szélesség csökken. Az 5.d. és e. ábra a csúcsórás NO_x koncentrációt mutatja ugyanezen széliránynál, 2 m/s 10 m magasságban vett szélességnél.

Az épületek eltávolításával azok szigetelő hatása megszűnik: a nagy forgalmú útszakaszon kibocsátott szennyezőanyag szabadon terjed az új városi tér irányába, így a téren az eredetileg alacsony koncentráció növekszik, míg a nagy forgalmú út nyugati szakaszán jelentősen csökken.

Külön érdekes megfigyelni a légszennyezettség változását a B-vel jelölt utcán: ennél a széliránynál az eredeti ál-

kenti.

Az 5.f. ábrán az NO_x koncentráció megváltozását jelenítettük meg átlós széliránynál. A nagy forgalmú 'A' útszakasz mentén a koncentráció jelentősen csökken, kivéve az elbontandó épület előtt. Ide a zárt utcakanyont jellemző utcakanyon örvény megszűntével több szennyezőt fúj a szél az 'A' útszakaszról.

Az épületek szigetelő hatásának megszűnte miatt – ennél a széliránynál – az új tér úthoz közelebb eső területén 5-30 g/m^3 nagyságrendű növekedés várható, a tér távolabbi részén nincs változás, ugyanakkor a teret környező szinte összes mellékutcában javuló levegőminőségnek örülhetünk.

A Boreas projekt keretében vizsgált városi tér tehát átrendezi a terület átszellőzési viszonyait, és a levegő szennyezettségét is.

Érdekes, hogy a területen elhelyezett mérőállomás helyén – a szimuláció szerint – gyakorlatilag nem változik a koncentráció, a vizsgált terület jó részén várható levegőminőség-javulást tehát a mérőállomás nem fogja jelezni.

Évi átlag koncentrációk összehasonlítása. Mindkét esettanulmány lehetőséget biztosított a területen elhelyezkedő légszennyezettség-mérő állomás és a szimuláció által azok helyén meghatározott koncentrációk össze-

rosi környezetben” OTKA pályázat, valamint az Új Széchenyi Terv TÁMOP-4.2.1/B-09/11/KMR-2010-0002 és a TÁMOP-4.2.2.B-10/1-2010-0009 programja.

1. táblázat: Mért és számított átlagkoncentráció értékek [g/m^3]

szennyezőanyag év	Erzsébet tér		Boreas projekt		
	NO _x	NO _x	NO _x	NO ₂	PM ₁₀
	2006	2010	2008-2011 átlaga		
mérőállomás	133.6	97.6	94	50	37
MISKAM szimuláció	116	97	121	47	41
relatív eltérés	-13%	<1%	+29%	-6%	+11%

hasonlítására. Az 1. táblázat összegzi az eredményeket. Megállapítható, hogy átlagosan kb. 15 % pontossággal voltunk képesek a szennyező koncentráció meghatározására. Figyelembe véve a háttér-szennyezettségben, a forgalmi adatokban, a járművek emissziós faktoraiban rejlő bizonytalanságokat, ez az érték jónak mondható. Külön megemlíjtük, hogy a József nádor tér szimulációja 2007-2008-ban készült és 2010-re adott előrejelzésünk a koncentráció csökkenő trendjét helyesen, számértékét pedig kis hibával adta vissza. Mindkét esettanulmány szimulációs eredményei (2. ábra jobb oldala, 5. d. ábra) azt mutatják, hogy az állomások környezetében jelentős a nagy forgalmú utak közelsége miatt a koncentráció gradiens, így a modell kis geometriai hibája jelentős hibát okozhat a koncentrációszámításban.

Összefoglalás, következtetések. Szélcsatorna kísérletek és numerikus áramlástani szimuláció segítségével – ebben a cikkben egyetlen kiválasztott széliránynál – feltérképeztük az épületekkel határolt városi tereken létrejövő áramlási struktúrákat, és kimutattuk ezek hatását a talajközeli szélsősebesség megoszlásra, valamint a lokálisan kibocsátott légszennyező anyagok terjedésére. Megállapítottuk, hogy ha egy mindkét oldalról háztömbökkel szegélyezett forgalmas út egy szakaszán teret hozunk létre, a szennyező-koncentráció eloszlás jelentősen, akár 20-30 %-os mértékben is változhat, és bár a vizsgált esetben az összhatás kedvező, és jelentős területen csökken a koncentráció, de az épületek szigetelő hatásának megszűntével és az áramlási mező átrendeződésével, új áramlási struktúrák létrejöttével a téren vagy az egyes mellékutcákban nőhet is.

A kisebb városi terek – mint a József nádor tér – korlátozott átszellőzése lehetővé teszi, hogy az oda tervezett mélygarázs szellőzőrendszerének megfelelő kialakításával a helyi légszennyezettség ne növekedjen, hanem valamelyest csökkenthető legyen.

Az említett egyszerűsített geometriájú térről, valamint a József nádor tér vizsgálatáról részletesebb leírást Balczó és Lajos (2012), Balczó (2015) és Balczó és Lajos (2015) közlésre beküldött cikkeinkben tervezünk adni.

Köszönetnyilvánítás. A publikáció elkészítését támogatja a K108936 sz., „Áramlási és terjedési jelenségek vá-

Irodalom

- Balczó, M., 2015: Wind tunnel and CFD study of wind conditions in an urban square. *Időjárás* (in print)
- Balczó, M., Balogh, M., Goricsán, I., Nagel, T., Suda, J. M., Lajos, T., 2011: Air quality around motorway tunnels in complex terrain – Computational Fluid Dynamics modeling and comparison to wind tunnel data. *Időjárás* 115, 179–204
- Balczó, M., Gromke, C., Ruck, B., 2009: Numerical modeling of flow and pollutant dispersion in street canyons with tree planting. *Meteorologische Zeitschrift* 18(2), 197–206
- Balczó, M., Lajos, T., 2012: Active reduction of air pollutant concentrations at an urban square. International Conference on Urban Climate 6-10. August, 2012, Dublin, Ireland. Paper N°638.
- Balczó, M., Lajos, T., 2015: Flow and dispersion phenomena in a simplified urban square. *Periodica Polytechnica Civil Engineering* (in print)
- Bächlin, W., Theurer, W., 1995: Der Einsatz von Windkanälen bei Umweltfragen. Vergleich von Natur- und Modellergebnissen, *Staub-Reinhaltung der Luft* 55, 383–388
- Eichhorn, J., 2011: MISKAM - Manual for version 6. Giese-Eichhorn, Wackernheim, Germany
- Eichhorn, J., Kniffka, A., 2010: The numerical flow model MISKAM: State of development and evaluation of the basic version. *Meteorologische Zeitschrift* 19(1), 81–90
- Lajos, T., Goricsán, I., Réger, T., Suda, J., Balczó, M., 2008: Légszennyező anyagok terjedése városokban – A magas épületek hatása a légszennyezettségre. *Magyar Építőipar* 2008/4, 137–144
- Livesey, F., Incelet, D., Isyumov, N., Davenport, A., 1990: A scour technique for the evaluation of pedestrian winds. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics* 36, 779–789
- Olesen, H.R., Berkowicz, R.L., Ketzel, M., Løfstrøm, P., 2009: Validation of OML, AERMOD/PRIME and MISKAM using the Thompson wind tunnel data set for simple stack-building configurations. *Boundary-Layer Meteorology* 131(1), 73–83
- Sujudi, D., Haimes, R., 1995: Identification of swirling flow in 3D vector fields. AIAA Paper 95-1715 Collection of Technical Papers, Washington, DC, American Institute of Aeronautics and Astronautics 792–799
- VDI, 2004: VDI 3783 Part 12. Environmental meteorology: Physical modelling of flow and dispersion processes in the atmospheric boundary layer. Application of wind tunnels. *VDI Commission for Air Quality Management, Düsseldorf.*

A VÁROS KÖRNYEZETI ADOTTSÁGAI, A VÁROSI KLÍMA EMBERRE GYAKOROLT HATÁSAI

THE URBAN ENVIRONMENTAL CONDITIONS, THE EFFECTS OF URBAN CLIMATE ON HUMANS

Szilárd Barbara

szilardbarbi@gmail.com

Összefoglalás. A városok beépítése alapvetően megváltoztatja a környezeti adottságokat. Ennek következtében átalakulnak a természetes élőhelyek, ez pedig befolyásolja az élőlények, az ember életét. A cikk bemutatja a városok környezeti adottságainak alakulását, a városi klíma jellemvonásait, illetve a zöldterületek szerepét az ember életében. Emellett részletesen tárgyalja a megváltozott természeti adottságok, a magasabb átlaghőmérséklet emberre gyakorolt hatásait, és bemutat néhány, a témához kapcsolódó mérőszámot, mutatót.

Abstract.

Building up of cities fundamentally changes the environmental conditions. As consequences of these effects the natural habitat will be transformed that influences life of living organisms and people. This article demonstrates the specificities of the environmental development of cities, the urban characteristics of climate, and the role of green areas in people's life. In addition it analyzes the evolution of natural conditions, the impact of higher average temperature on human body, and presents some indicators.

Bevezetés. Az elmúlt évszázadok során az ember jelentősen átalakította környezetét, utakat, városokat épített. Növekvő mértékben használja ki a természeti erőforrásokat, és tevékenységével egyre jobban terheli a környezetet.

A múlt század 60-as éveiben figyeltek fel a környezetre, az élővilágra, a biodiverzitás pusztulásának hatásaira. Erre az időszakra tehető annak felismerése, hogy a városi környezet miként befolyásolja az élőlények, az ember életét. Az utak élőhely-fragmentációra gyakorolt hatása és a városi hősziget kialakulása ma már közismert fogalmak. Az egyre nagyobb városokban átalakult vagy megszűnt a természetes ökoszisztéma. A megváltozott életfeltételek nemcsak az állat- és növényvilágra, hanem az emberre is hatással vannak. A következő évek, évtizedek klímaváltozása várhatóan hosszabb és magasabb átlaghőmérsékletű időszakokat eredményez, ami a városok élszervezeit, így az ott élő lakosságot is jelentősen érinti. Az alábbiakban ezeket a hatásokat elemezzük irodalmi áttekintés alapján.

A városok környezeti adottságai. Napjainkban a világ népességének a fele városokban él, és az előrejelzések alapján a városlakók létszáma tovább növekszik. A városban az ember elképzelésének, élettérigényének megfelelően alakítja át környezetét. Az építkezések megkezdésekor azonnal kiirtják a természetes növénytakarót, és megzavarják, elűzik, elpusztítják az állatvilágot, megbolygatják a talajt. A mikroklimatikus viszonyokat az újonnan, mesterségesen kialakított felszínborítás, a módosuló felszíni érdesség, a tagoltság, illetve az árnyékolási viszonyok megváltoztatása alakítja. A levegő- és fényszennyezés, a zaj, a hőmérsékleti terhelés szinte mindig stresszel is párosulnak, ezek együttes hatást gyakorolnak az ember életére, munkájára (Csorba, 1998; Unger és Sümeghy, 2002; Mayer, 2008). Ezek következménye, hogy megváltozik az ember komfortérzete, közérzete, ami végső soron egészségi állapotát befolyásolja.

A környezet okozta hatásokat leginkább a település mérete, beépítettségének jellege, a kialakított burkolatok befolyásolják, bár ezek nem érvényesülnek mindenütt egyenlő mértékben. A városi ökológiai rendszer alakításában az ember a meghatározó tényező. A régi városok jellemzően koncentrikus szerkezetűek voltak, ahol a középső rész volt a legsűrűbben beépített, így az ember okozta hatás a város pereme felé haladva csökkent. A nagyvárosok körül kialakult elővárosok hosszú ideig biztosították a városban élők testi-szellemi regenerálódását. Idővel azonban ezek összeépültek a várossal. Ma már egyre kevésbé van egyetlen városközponttal rendelkező nagyváros, a történelmi, régi építésű városmagon és a körülötte lévő alacsonyabb épületegyüttesen kívül lakótelepek és kereskedelmi központok helyezkednek el. Ez növeli a vertikális tagoltságot, és a légmozgás módosításával befolyásolja a város klimatikus szerkezetét (Wittig, 1991; Hooper, 1994; Csorba, 1997; Mezősi et al., 1999).

A fejlett ipari országokban az 1960-as évekig tartott a városok beépítésének jelentősebb növekedési szakasza. Ezt követően került előtérbe a környezetvédelmi gondolkodás (Heyer, 1987). Az újabb koncepciók már a zöldfelületek növelését, a lakóövezetek zsúfoltságának csökkentését célozták meg, a légszennyezés és a zaj csökkentése érdekében kiépültek a földalatti tömegközlekedési lehetőségek és a kerékpárutak (Csorba, 1997). Az 1980-as évek városfejlesztési stratégiája az ún. zöld gyűrűk kialakítását, a városi környezeti viszonyok további javítását határozta el. A mai várostervezés két ökológiai szempontot vesz alapul: a belváros további tehermentesítése és a kivezető főutvonalak mentén hosszán elnyúló ún. városi „szegély-nyúlvány” (urban fringe), valamint a zöld gyűrűk közötti területhasználati konfliktus megfelelő keretek között tartása (Jámbor 1994). A fenntarthatósági stratégiával kapcsolatosan sok szó esik a városokról is. Ebből a megközelítésből nézve olyan városok kialakítására kell törekedni, amelyek egészséges életteret biztosítanak az ott élők számára, és hosszabb távon sem terhelik túl a környezetet (Kerényi, 2003).

A városi klíma. Az ember életére, közérzetére az éghajlati viszonyok nagy hatással vannak. A természeti tényezők, a földrajzi szélesség, a domborzat, a vízfelszín (tavak, folyók), illetve a földhasználat alapvetően befolyásolják egy-egy terület éghajlatát. A város funkciójából eredő sajátosságai, az építkezési szokások, a viszonylag kis területen elhelyezett épületek, épületegyüttesek módosítják a különböző éghajlati elemeket, befolyásolják a szél irányát és sebességét, a levegő hőmérsékletét. Az ipar, a közlekedés jelentős mértékben a városokhoz kötődik vagy annak környezetére összpontosul, ezért ezek szennyező hatásait is figyelembe kell venni a városklíma értékelése során (Péczei 1979, Kerényi 2003).

A városi klíma alakulásában fontos helyen szerepel az energiafogyalom módosulása (Prohászka, 1974). A felszín évi sugárzási egyenlege összességében energiatöbbletet mutat, ami nyári időszakban a párolgásra fordított energia jóval kisebb voltából, míg télen a mesterséges energia-kibocsátásból ered. A mikroklima kifejezetté válásának az anticiklonhoz kapcsolódó időjárási helyzetek kedveznek. A nagyvárosok belső, jobban beépített részén a sugárzásklíma a téli félévben kifejezetten kedvezőtlen, míg a nyári időszakban nincs lényeges eltérés a város és környezete között (Anda és Kocsis, 2010). Az energiatöbblet miatt a városi fagymentes időszak 3–8 héttel is hosszabb lehet. Nyáron a magasabb hőmérséklet, az alacsonyabb relatív páratartalom és a szélsőend következményeként – főként a belső részeken – a sivatagihoz hasonló klíma alakulhat ki. Az átlaghőmérséklet több fokkal lehet magasabb a városon kívüli területekhez képest. Ez a jelenség téli időszakban a városlakók számára kedvező lehet, nyáron viszont kifejezetten kellemetlen (Kerényi, 2003). A hőmérséklettöbblet az, ami legnyilvánvalóbban mutatja a települések klímamódosító hatását (Landsberg, 1981). A levegő relatív páratartalma a gyorsan elfolyó csapadékvíz és a talajfelületek hiánya miatt alacsonyabb, ugyanakkor gyakoribb a felhősödés, a köd, a füstköd vagy a szmog. A felhőképződéssel összefüggésben csapadék is gyakrabban keletkezik. A téli csapadék a magasabb átlaghőmérséklet miatt ritkábban hó, mint a városon kívül (Kerényi, 2003a).

A városi zöldfelületek szerepe. A belső, beépített területeken esetenként magasabb az átlaghőmérséklet. A hatás intenzitása, a kialakuló hőszigetek nagysága erőteljesen befolyásolják a városban élők komfortérzetét (Oke, 1979). Anticiklonok uralta időjárási helyzetben a hősziget intenzitása kétszer erősebb, mint ciklonok esetén. A globális melegedéssel párhuzamosan a nyári félévben a hősziget-hatás a beépítettség további fokozódása nélkül is erősödhet (Mika, 1998). A hatás kisebb a beépített területek között kialakított zöldfelületeken, mivel ezek felszínborítása természetközeli. A hőmérséklet-különbség mértékét a zöldterület jellemzői határozzák meg. A nagy kiterjedésű parkok belső részein felhalmozódik a hűvösebb levegő, ami a szomszédos, melegebb beépített terület felé termikus cirkulációt indít (Spronken-Smith és Oke, 1998). A zöldterületek kedvezően befolyásolják a városklíma hatásait. Erre mutatott rá az a hazai vizsgálat, amelyben Debreceni Nagyerdő városon belüli részének városklímát befolyásoló hatásait elemezték. Az intenzitás-térképen a

Nagyerdő hűvösnek, míg a környező területen lévő lakó- és ipari területek melegebbnek adódtak. A Nagyerdő évi hőmérsékleti jellemzői megközelítették a külterületi értékeket. A park hűtő hatása a szomszédos beépített területeken is érvényesült (Szegei, 2002, 2004).

Településtervezési szempontból fontos kérdés, hogy egy zöldfelület milyen hatással van a felszín hőmérsékletére, vagy az eltérő területhasználat következtében hogyan alakulnak a hőmérsékleti különbségek. Egy derült kánikulai nap délelőttjén Budapest felszínhőmérsékletének adatait nagy felbontású űrfelvételek segítségével vizsgálták. Az értékek 18–44 °C között voltak. Az eredmények a zöldfelület-intenzitás és a felszínhőmérséklet közötti összefüggést igazolták, vagyis ahol a zöldfelület aránya kicsi, ott magasabb volt a felszín hőmérséklete. Intenzív városi park (Margitsziget) felszínhőmérséklete több mint 10 fokkal volt alacsonyabb a közeli Újlipótvárosnál, ahol lényegében nincs zöldfelület. Hasonlóan nagy volt az eltérés a Nyugati pályaudvar melletti Westend zöld tetőkertje és a közeli vasúti terület felszínhőmérséklete között. A legmagasabb hőmérséklet értékek azokra a területekre voltak jellemzőek, ahol a zöldterületi mutatók 15 százalék körül mozogtak. Az átlagos hőmérséklet magasabb volt a nagyvárosias beépítésű részekben, míg a kisvárosias, fele részben zöld területeken 5–6 fokkal volt alacsonyabb. Egy kisebb zöldterülettel rendelkező városi park tehát a beépítésből eredő magasabb hőmérsékletet csak kevésbé és helyi mértékben tudja ellensúlyozni. Az intenzív tetőkert a felszíni hőmérsékletet 3–4 °C-kal mérsékli (Gábor és Jombach, 2008).

Város és ember. A világ lakosságának egyre nagyobb része él és dolgozik városokban, ezért az emberek jó közérzetének, a humán komfortnak különös jelentősége van városi környezetben. A városiasodás eredményeképpen a lakó- és munkakörnyezet ártalmait egyre több embert érintenek (Unger és Sümegey, 2002). A környezet állapota hatással van az ember közérzetére, napi tevékenységére. A különböző fronthatások befolyásolják a keringést, emelik vagy éppen csökkentik a vérnyomást, hatással vannak a figyelemre, a koncentráló képességre. Az ember csak akkor tud kitartóan dolgozni, tanulni, ha a szervezet homeosztázisa egyensúlyban van. A komfortérzet a levegőminőség és hőmérsékleti tényezők mellett szociológiai, pszichés és ergonómiai hatások a befolyásolják (Keltai, 1982).

Az emberi szervezet hőszabályozása. Az emberi szervezet hőháztartását összetett mechanizmus szabályozza. Jelentős különbség van a belső szervek és a test felszín-hőmérséklete között. Az ismert hőmérőzési módszerekkel (száj, hónalj) a belső hőmérsékletet mérjük. A bőr hőmérséklete a környezeti hőmérséklet függvénye. Hideg környezetben, ruha nélkül nyugodtan fekvő ember például nagyon fázik. Ilyen helyzetben a láb bőrnek hőmérséklete akár 10 fokkal is alacsonyabb lehet. Az ember kellemes érzéséhez 30–35 fokos bőrhőmérséklet szükséges (Bálint, 1979). Az emberi test fizikai hőszabályozása hőleadáson keresztül valósul meg. Ennek alapja az a törvényszerűség, hogy a melegebb test a hidegebb környezetnek hőt ad le. Az emelkedő környezeti hőmér-

séklet fokozza a szervezet párologtatását, egyre fontosabbá válik a verejtékezés, amíg végül kizárólagosan ez határozza meg a hőleadást (Ganong, 1990). A verejtékezés szerepe 34 °C feletti külső hőmérséklet esetén növekszik, és ez lesz az emberi szervezet hőleadásának kizárólagos lehetősége. Nagy melegben óránként 1000–1200 ml is lehet a leadott verejték mennyisége. A test hűtése szempontjából a bőrfelületről elpárologtatott verejték a mértékadó. Ez az oka annak, hogy légmozgás esetén jobban érvényesül a verejtékezés hőelvonó hatása (Bálint, 1979). Az ember akkor érzi magát komfortosan, ha a bőrhőmérséklet és a verejtékelválasztás egy bizonyos tartományon (komfort-zóna) belül mozog. A komfortérzés szubjektív, az emberi tűrőképesség eltérő, ezért az erre vonatkozó vizsgálatok egy „átlagos típushoz” viszonyítanak (Mayer, 2008; Höppe, 2002).

Az ember hőérzete határozza meg a hőmérsékleti környezetre való reagálását. A szervezet hőegyensúlyának reakcióideje, az alkalmazkodási reakciók típusa, a megvalósult egyensúlyi állapot kellemes vagy kellemetlen volta, a bőrhőmérséklet és verejtékezés határozzák meg a hőérzetet. Az ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers) skála hét fokozatú beosztást alkalmaz annak megállapítására, hogy a hőkomfortérzet mennyire optimális: forró – meleg – kellemesen meleg – semleges – kellemesen hűvös – hűvös hideg. Fanger (1970) vizsgálatai alapján az ember komfortérzete akkor kellemes, ha közte és a környezete között a statikus energiamérleg zérus, a termelt és a leadott hő, valamint a végzett munka eredője is zérus, a bőr hőmérséklete alapvetően nem változik, és a verejtékezés mértéke egy tartományon belül marad. Mások szerint az jelenti a hőmérsékleti komfort állapotát, amikor az ember a hőmérsékleti környezetével elégedett (Nikolopoulou és Lykoudis, 2006).

A komfortérzés jellemzésére használt indexek. A komfortérzés jellemzésére használt bioklimatikus indexek meteorológiai paraméterek segítségével számszerűsítik a komfortérzetet. Nyáron a kánikulai, míg télen a fagyos napok száma, a napi középhőmérséklet menete, a levegő nedvességtartalmának napi és havi menete, a besugárzás értéke alkalmasak erre a célra. Emellett több összetett indexet is használnak, mint például *pulmonális stressz index*, amely a tüdő nyálkahártyájával közvetlenül kapcsolatba lépő nedvesség értékét tükrözi, az *effektív hőmérséklet* pedig a telített és a nyugalomban levő levegő hőmérséklete, ami az ember hőterhelésének fontos mutatója. A hőterhelés miatt fellépő diszkomfort érzést a *termohigrometrikus index*-szel lehet jellemezni. A *humidex* a nyári hónapok komfortjának megítélésére alkalmas. Négy kategóriája közül 20–29 közötti teljes komfortérzetet tükröz, míg a legfelső, a 46 fok feletti érték már stresszt vált ki. Érdekességgént említem a városi hőszigethez köthető indexet – a *sörkertek napok számát*. Ezzel azokat a napokat veszik számba, amikor a hőmérséklet este 9 órakor is meghaladja a 20 fokot, vagyis késő estig kellemesen lehet a szabadban tartózkodni (Höppe, 1984; Gécz, 2012).

A magasabb átlaghőmérséklet következményei. Az klímaváltozáshoz kapcsolódó kutatások egyértelművé

tették, hogy a magasabb átlaghőmérséklet okozta hőstressz jelentős mértékben hat az egészségi állapotra, a szervezet kifárad, kimerül, előfordulhat ájulás, görcsök, bőrkiütések és hőséguta léphet fel. Ezek leginkább a hőszabályozó rendszer zavaraira vezethetők vissza. Az emberi szervezet rövid távú alkalmazkodásához 3–12 napra van szükség. A gyakoribb és hosszabb hőhullámok a városi ember szervezetét még inkább igénybe veszik (Mika, 2011).

A napi középhőmérséklet 5 °C-os növekedése növeli a halálozás kockázatát, ami Magyarországon a következő évtizedben elérheti az 1000–2000 főt évente. Vizsgálati eredmények szerint a hőmérséklet 10 °C-os növekedése megnöveli a sürgősségi és a balesetek miatti mentőhívások számát. A leginkább érintettek a krónikus betegségeken szenvedők, szociálisan hátrányos helyzetűek, illetve az időskorúak és a gyermekek. A városok hőszigetével érintett területein lakók további rizikótényezőnek vannak kitéve a rendszeresen magasabb átlaghőmérsékletek miatt (Horváth, 2009; Páldy és Málnási, 2009).

A hőhullámok hatással vannak egyes gyógyszerek hatékonyságára, míg más szerek esetében megnövekszik a mellékhatások valószínűsége. A magas hőmérséklet hatására bekövetkező folyadékhiányos állapot, valamint a véreloszlás módosulása termoregulációs válaszreakciót eredményez, ami befolyásolja egyes gyógyszerek vér-szintjének alakulását, azok lebomlását, kiválasztását és hatékonyságát is (Matthies et al., 2008).

Egy, Szeged belvárosában végzett vizsgálatban a kialakuló mikroklima humán komfortra gyakorolt hatását elemezték. Feltérképezték a fás vegetációt (fák helyzete, magassága, lombkorona sugara, törzsátmérő és magasság), és mérték a meteorológiai paramétereket. Megállapították, hogy a sugárzási viszonyok változása módosítja a hőmérsékleti komfortérzetet, a tereptárgyak befolyásolják az emberi test energia egyensúlyát, a bioklimatológiai viszonyok pedig javíthatók, elsősorban fás vegetáció segítségével (Unger et al., 2005).

A klímakutatásokból ismert az is, hogy az átlaghőmérséklet emelkedését, a szélsőségesen meleg időszakok kialakulását gyorsan bekövetkező, intenzív frontátvonulások, illetve az időszakosan megnövekvő UV-B sugárzás kísérik, amik szintén az ember egészségét veszélyeztető hatások (Matthies és Menne, 2009).

Városi környezetben több az allergiás beteg. Ennek egyik oka, hogy a fosszilis tüzelőanyagok égetéséből származó légszennyező anyagok kibocsátása szinergikus hatással lehet az allergia kialakulása során. A köllaj alapú tüzelőanyag-részecskék segíthetik az aeroallergének bejutását az alsó légutakba és irritálhatják az immunsejteket is. A parlagfű a nagyvárosban több pollent termel és gyorsabban növekszik. Emellett a klímaváltozás eredményeként nagyobb valószínűséggel jelennek meg új, invazív, allergén növényfajok. A hosszabb fagymentes időszak miatt meghosszabbodik a növények vegetációs ideje, ami növeli a pollenexpozíciós időszakot. Ez az allergén növények jelentősebb elterjedésével is páro-

sul (Ziska et al., 2009). Szakértők szerint a levegő szennyezésének csökkentésével mérsékelni lehet az immunrendszerünket ért terhelést. A városban élőknek ezért többet kellene vidéken, a szabadban tartózkodni. A városok zöld övezeteinek megóvása, kialakítása is javíthat a levegő minőségén (Matthies és Menne, 2009; Ziska et al., 2009).

A magasabb átlaghőmérséklet kedvez a baktériumok, vírusok és más kórokozók elterjedésének, így ezek populációja megnőhet. A meleg miatt a vízzel és élelmiszerekkel terjedő kórokozók, mint pl. a *Salmonella* nagyobb veszélyt jelentenek (Kovats et al., 2004).

Összefoglalás. A városokban tapasztalható magasabb átlaghőmérséklet jelentős hatással van az élőlények és köztük az ember életkörülményeire. Igénybe veszi a szervezetet, amely megpróbál a megváltozott körülményekhez alkalmazkodni. A hosszan tartó nyári meleg időszakok elviselése a városi ember számára nagyobb kihívást jelent. A tudatos várostervezés, a még meglévő zöldfelületek szakszerű kialakítása és kezelése, az ilyen területek tudatos növelése, a telepített növényzet összetételének újragondolása segítséget jelenthet a hőhatás elviselése érdekében. Fontos, hogy a városi körülmények humán komfortra gyakorolt hatásai nem csak a hőhullámok elviselését jelentik, hanem többek között hatással vannak például a pollenexpozícióra vagy a kullancsok, rágszálók és az általunk terjesztett megbetegedések nagyobb arányú elterjedésére vagy a korábban a város környékén élő állatfajok betelepülésére. Ezek a tényezők tovább rontják a humán komfortot.

Irodalom

- Anda A. és Kocsis T. (szerk.), 2010: Agrometeorológiai és Klimatológiai alapismeretek. Mg Kiadó, Budapest, pp. 381
- Bálint P., 1979: Hőforgalom és hőszabályzás. In: Orvosi Élettan. Medicina Könyvkiadó, Budapest, pp. 862
- Csorba P., 1997: Városökológiai térszerkezet – debreceni példák. *Földrajzi Értesítő* XLVI(1-2), 105-127
- Csorba P., 1998: Várostermi ökonok (Debrecen). *Földrajzi Értesítő* XLVII(3), 446-454
- Fanger, P. O., 1970: Thermal comfort analysis and applications in environmental engineering. Danish Technical Press, Kopenhagen, pp. 244
- Gábor P. és Jombach S., 2008: A zöldfelület intenzitás és a városi hősziget jelenségének összefüggései Budapesten. *Falu város Régió* 1, 31-37
- Ganong, W. F. 1990: A zsigeri funkciók központi szabályozása. In: Az orvosi élettan alapjai. Medicina Könyvkiadó, Budapest, pp. 804
- Géczi R., 2012: Városi klíma, Városi klíma és bioklimatikus indexe; http://www.geography.hu/geographer/geczi_robert/GR_varosi_klima.pdf, letöltve 2012.12.20.
- Hooper, A., 1994: Land availability and the suburban option. *Town and Country Planning*, 239-242
- Horváth L., 2009: Alkalmazkodási kihívások és eszközök az éghajlatváltozási kerettörvényben. A NFFT felkérésére készült tanulmány. http://www.nfft.hu/dynamic/Alkalmazkodasi_kihivasok_es_eszkozok_az_eghajlatvedelmi_kerettorvenyben.pdf, letöltve 2014. január
- Höppe, P., 2002: Different aspects of assessing indoor and outdoor thermal comfort. *Energy Build.* 34, 661-665
- Jámbor I., 1994: Budapest külső zöld gyűrűje. *Falu Város Régió* 2, 29-31
- Kovats RS, Edwards SJ, Hajat S, Armstrong BG, Ebi KL, Menne B., 2004: The effect of temperature on food poisoning: a time-series analysis of salmonellosis in ten European countries. *Epidemiol Infect* 132, 443-453
- Keltai P., 1982: Környezet-egészségtan; In: *Közegészségtan, Medicina Könyvkiadó, Budapest*, 447-460
- Kerényi A., 2003a: Európa természet- és környezetvédelme. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest pp. 534
- Kerényi A., 2003: Az épített környezet terjeszkedése és ezek hatásai; In: *Környezettan, Mezőgazda Kiadó, Budapest*, pp. 470
- Ladsberg, H. E., 1981: The urban climate. Academic Press New York-London-Toronto-Sydney-San Francisco, 83-126
- Matthies, F., Bickler, G., Cardeñoso Marin, N and Hales, S. (eds.), 2008: Heat-health action plans – guidance. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe, pp. 45
- Matthies, F és Menne B., 2009: Prevention and management of health hazards related to heatwaves *International Journal of Circumpolar Health* 68, 8-22
- Mayer, H., 2008: Klimes – a joint research project on human thermal comfort in cities. *Ber. Meteorologischen Instituts der Albert-Ludwigs Universität Freiburg* 17., 101-117
- Mezősi, G., Mucsi, L., M. Tóthné Farsang A., és Rakonczai, J., 1999: A városökológia – település és környezete kapcsolata. *Alföldi Tanulmányok, Békéscsaba*, 74-93
- Mika J., 1998: A városi hősziget-hatás és a globális klímaváltozás kapcsolatáról. *Éghajlati és Agrometeorológiai Tanulmányok* 6, 69-80
- Mika J., 2011: Éghajlatváltozás, hatások, válaszadás; http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0038_foldrajz/MikaJanos-eghajlat-HU/ch01s07.htm; letöltve 2013. 03
- Nikolopoulou, M. és Lykoudis, S., 2006: Thermal comfort in outdoor urban spaces: Analysis across different European countries. *Building and Environment* 41, 1455-1470
- Oke, T. R., 1979: Boundary Layer Climates. John Wiley and Sons, pp. 372
- Páldy A. és Málnási T., 2009: Magyarország lakossága egészségi állapotának környezetegészségügyi vonatkozásai; *Országos Környezetegészségügyi Intézet, Budapest*
- Probdál F. 1974: Budapest városklímája. Budapest. Akadémiai Kiadó, pp. 126
- Spronken-Smith, R.A. és Oke, T. R., 1998: The thermal regime of urban parks in two cities with different summer climates. *International Journal of Remote Sensing*, 19, 2085-2104
- Szegedi S., 2002: A városi környezet kutatása: városklíma mérések Debrecenben. Debreceni Szemle, X(4) 681-691
- Szegedi S., 2004: A Nagyerdő hatása a városi hősziget kialakulására Debrecenben. In: Mátyás Cs. és Víg P. (eds.): A IV. Erdőklíma Konferencia előadásainak kötete. Nyugat-Magyarországi Egyetem, Sopron, 113-122
- Unger J. és Sümeghy Z., 2002: Környezeti klimatológia. Kisléptékű éghajlatok, városklíma. JATEPress, Szeged, pp. 202
- Unger J., Gulyás Á., és Matzarakis, A., 2005: Eltérő belvárosi mikrokörnyezetek hatása a humán bioklimatikus komfortérzetre *Légekör* 50(1), 9-14
- Wittig, R., 1991: Ökologie der Großstadtflora. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 11-14
- Ziska, L. H., Epstein, P. R. és Schlesinger, W. H., 2009: Rising CO2 climate change, and public Health: Exploring Links to Plant Biology, *Environment health Perspectives* 117, 155 – 158

MINEK NEVEZZELEK?

HOW TO NAME YOU?

Haszpra László

Országos Meteorológiai Szolgálat, 1675 Budapest. Pf. 39., haszpra.l@met.hu

Összefoglalás. Napjainkban a trópusi ciklonok felváltva kapnak férfi és női neveket. A mechanikus névadás ellenére úgy tűnik, a női nevet viselő hurrikánok veszélyesebbek. Amerikai kutatók sejtik az okát.

Abstract. Tropical cyclones get male and female names alternately. In spite of the mechanical naming, „female hurricanes” seem deadlier. American scientists seem to reveal the reason.

A könnyebb megkülönböztethetőség, az egyszerűbb hivatkozhatóság érdekében a meteorológusok már meglehetősen régóta adnak nevet a trópusi ciklonoknak, legalábbis a jelentősebbeknek. Talán a nők férfiak által feltételezett szeszélyessége, kiszámíthatatlansága ösztönözte a hajdanán többségükben az erősebb nemhez tartozó meteorológusokat arra, hogy női neveket használjanak. 1953-tól 1978-ig az Amerikai Egyesült Államok Meteorológiai Szolgálat is női neveket illette a trópusi ciklonokat. A társadalmi gondolkodás változásával az egyre inkább diszkriminatív és szexistának minősülő rendszeren 1979-ben változtattak. Azóta a trópusi ciklonok felváltva kapnak férfi és női neveket előre összeállított névlisták alapján. Ma a Meteorológiai Világszervezet területileg illetékes Regionális Trópusi Ciklon Testületei (Tropical Cyclone Regional Body) állítják össze azokat a felváltva férfi és női neveket tartalmazó listákat, amelyekről az egymást követő trópusi ciklonokat elnevezik.

Az e téren tapasztalható fejlődés ellenére a nemi sztereotípiák a fejlett társadalmakban sem tűntek el teljesen, és olyan területeken is hathatnak, ahol talán nem is számíttunk erre. Például az időjárási veszélyjelzésben.

A társadalomtudományi kutatások azt mutatják, hogy a fiúk és a lányok a nemi egyenjogúságot hirdető társadalmakban is némileg eltérő társadalmi szerepre szocializálódnak felnőttéérésük során, és ezzel összefüggésben a férfiak és a nők karakterével, viselkedésével kapcsolatban is kialakulnak nem tudatos feltételezések. A férfiakról gyakrabban tételeznek fel erőt, aktivitást, határozottságot, míg a nőkről passzivitást, gyengédséget és gyengeséget. A férfiakkal kapcsolatban sokkal inkább felmerül az erőszakos, romboló karakter, mint a nők esetében.

Az Illinoisi Egyetem és az Arizonai Állami Egyetem pszichológiával, kommunikációval, valamint társadalmi és családdinamikai statisztikai vizsgálatokkal foglalkozó kutatói annak az első hallásra abszurdnak tűnő kérdésnek jártak utána, hogy mik a társadalmi feltételezések a férfi (nevű) és a női (nevű) hurrikánokkal kapcsolatban. Az Amerikai Tudományos Akadémia rangos tudományos folyóiratában, a *Proceedings of the National Academy of Sciences*-ben a közelmúltban megjelent kutatási eredményeik szerint (Jung et al., 2014), bármily meglepő, a következmények tekintetében nem mindegy, hogy milyen „nemű” hurrikán csap le az Amerikai Egyesült Államok-
ra.

A kutatásban a résztvevőket felkérték, hogy a felsorolt nagy számú nevet egy 10 fokozatú skálán sorolják be annak alapján, hogy mennyire érzik őket férfiasnak vagy nőiesnek. (A résztvevők véleménye meglehetősen jól egyezett az egyes nevek besorolását illetően.) Az így kapott férfiasság-nőiesség indexet vetették össze az adott nevű, 1950 és 2012 közötti hurrikánok normalizált kártételével. Ez utóbbiban figyelembe vették az idők során az anyagi értékekben bekövetkezett változásokat, a hurrikán szárazföld felett töltött idejét és helyét, a lakosság eloszlásában bekövetkezett változásokat és számos más tényezőt is. Míg az általában csak néhány halálos áldozatot követelő, alacsony normalizált kártételű hurrikánok esetében a halálos áldozatok száma független volt a hurrikán nevének férfiasságától-nőiességétől, addig a komoly károkkal járóknál a férfias→nőies nevek skáláján haladva az átlagos áldozat-szám fokozatosan nőtt. A legnőiesebb nevű hurrikánok halálos áldozatainak átlagos száma csaknem hatszorosa (!) volt a legférfiasabb nevűekének, annak ellenére is, hogy a vizsgálat torzításának elkerülésére a katasztrofális, szélsőségesen nagy kárral és kiugróan sok áldozattal járó 1957. évi Audrey (416 halott) és 2005. évi Katrina (1833 halott) hurrikánt kivették a vizsgálatból. A kutatók szerint a jelenség arra utal, hogy az emberek a felkészülés során – nyilván nem tudatosan – figyelembe veszik a hurrikán nevét, „nemét”, és az utóbbihoz kapcsolódó sztereotípiákat. Erre még az is rásegít, hogy az angol nyelvben a név nélkül említett hurrikánok „neme” is egyértelműen kiderül a használt személyes névmásból (he/she). A női (nevű) hurrikánoktól az emberek kevésbé tartanak, kevésbé asszociálnak hozzájuk erőszakot, rombolást, és így kevésbé is készülnek fel az érkezésükre. Gyenge hurrikánok esetében viszonylag kicsi a tényleges veszély, így a felkészülés minősége nem igazán lényeges, ezért nincs is összefüggés a név és az áldozatok száma között. Erős hurrikánok esetében azonban a felkészülés mértéke döntő az áldozattá válás elkerüléséhez.

A hurrikán-nevek „férfiassága/nőiessége” és az időjárási veszélyekre való felkészülés alapossága közötti összefüggés első hallásra elég bizarrnak tűnik, ezért az összefüggést a kutatók más felmérésekkel is megpróbálták alátámasztani. 346 egyetemi hallgatót kértek fel arra, hogy 5 férfi nevű és 5 női nevű feltételezett hurrikánhoz rendeljenek hozzá intenzitást egy 7 fokozatú skálán. A férfi nevű hurrikánokat, a válaszadó nemétől függetlenül, szignifikánsan rombolóbbnak tételezték fel a résztvevők.

Egy másik kísérletben 3 csoportba osztották a résztvevőket, majd bemutatták nekik ugyanazt a közeledő hurrikánt. A feladat itt is a kockázat-becslés volt. Az első csoportnak a hurrikánt Alexandernek, a másikkal Alexandrának nevezték, míg a harmadik csoporttal név nélkül ismertették a ciklont. A résztvevők Alexandert veszélyesebbnek ítélték, mint a vele azonos Alexandrát, illetve a névtelen változatot. Az utóbbi kettő megítélése között nem volt érdemi különbség. Talán azért, vélték a kutatók, mert hagyományosan női nevet viseltek a hurrikánok, és talán ezt tételezték fel a név nélkül említett hurrikánról is.

Ugyanezt az eredményt kapták akkor is, amikor azt vizsgálták a hipotetikus *Christina* és *Christopher* hurrikánokkal, hogy mi a valószínűsége annak, hogy a válaszadó önként elhagyja a veszélyeztetett területet, vagy ott-hon marad átvészeltetettnek ítélve a vihart. Az eredményen nem változtatott az sem, ha a válaszadókat úgy tájékoztatták, hogy a hatóságok a veszélyeztetett terület elhagyását javasolják.

Biztos, ami biztos, a kutatók azt is megvizsgálták, hogy a párba állított nevek ismertsége, népszerűsége, illetve a válaszadók kora és az adott nevek divatosságának ideje befolyásolja-e az eredményeket, de erre utaló jelet nem találtak.

Bár a kutatók kifinomult statisztikai módszereket alkalmaztak, a magas valószínűségi szinten szignifikáns eredmények sem feltétlenül jelentenek oksági összefüggést. A statisztikai vizsgálatok mindenesetre arra utalnak, hogy a társadalmi-kulturális környezet által befolyásolt tudat alatti asszociációink (előítéleteink?) ilyen objektívnek tűnő területeken is működnek, aminek bizonyos helyzetekben komoly következményei is lehetnek. Lehet, hogy megfelelő névválasztással néhány ember életét meg lehetne menteni?

Irodalom

Jung, K., Shavitt, S., Viswanathan, M. and Hilbe, J. M., 2014: Female hurricanes are deadlier than male hurricanes. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 111, 8782-8787., doi: 10.1073/pnas.1402786111

Az Atlanti-óceán északi medencéjében, a Karib-tengeren és a Mexikói-öbölben képződő hurrikánok elnevezése 2014-2019 között, Meteorológiai Világszervezet, <http://www.wmo.int/pages/prog/www/tcp/Storm-naming.html>

2014	2015	2016	2017	2018	2019
Arthur	Ana	Alex	Arlene	Alberto	Andrea
Bertha	Bill	Bonnie	Bret	Beryl	Barry
Cristobal	Claudette	Colin	Cindy	Chris	Chantal
Dolly	Danny	Danielle	Don	Debby	Dorian
Edouard	Erika	Earl	Emily	Ernesto	Erin
Fay	Fred	Fiona	Franklin	Florence	Fernand
Gonzalo	Grace	Gaston	Gert	Gordon	Gabrielle
Hanna	Henri	Hermine	Harvey	Helene	Humberto
Isaias	Ida	Ian	Irma	Isaac	Ingrid
Josephine	Joaquin	Julia	Jose	Joyce	Jerry
Kyle	Kate	Karl	Katia	Kirk	Karen
Laura	Larry	Lisa	Lee	Leslie	Lorenzo
Marco	Mindy	Matthew	Maria	Michael	Melissa
Nana	Nicholas	Nicole	Nate	Nadine	Nestor
Omar	Odette	Otto	Ophelia	Oscar	Olga
Paulette	Peter	Paula	Philippe	Patty	Pablo
Rene	Rose	Richard	Rina	Rafael	Rebekah
Sally	Sam	Shary	Sean	Sara	Sebastien
Teddy	Teresa	Tobias	Tammy	Tony	Tanya
Vicky	Victor	Virginie	Vince	Valerie	Van
Wilfred	Wanda	Walter	Whitney	William	Wendy

PONTOS ÉSZLELÉSSSEL AZ 5 ÉVES TERVÉRT!

WITH ACCURATE OBSERVATION FOR THE 5-YEAR PLAN!

Tóth Róbert, Tamáskovits Károly

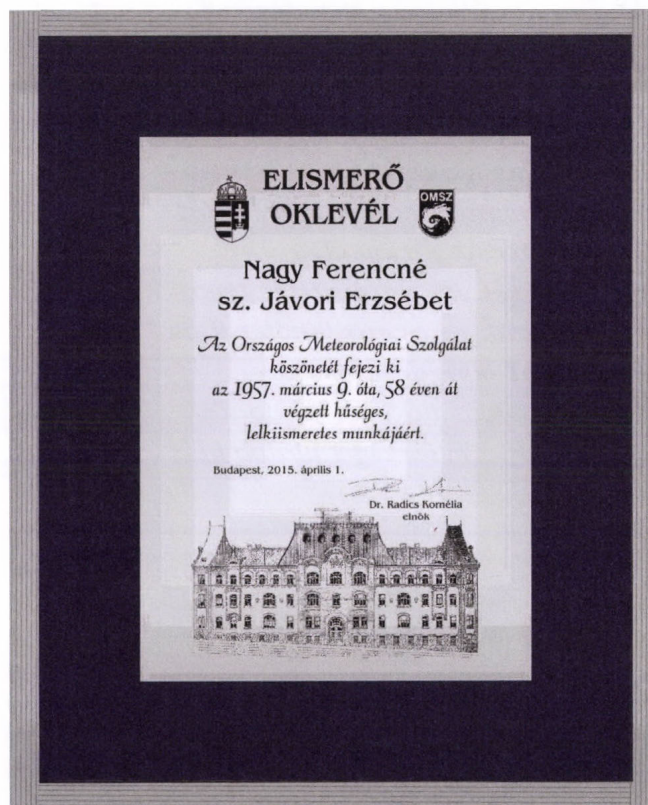
Országos Meteorológiai Szolgálat, Marczell György Főobszervatórium,
1181 Budapest, Gilice tér 39., toth.r@met.hu; tamaskovits.k@met.hu

Összefoglaló. Nagy Ferencné kivételesen hosszú ideig, pontosan, lelkiismeretesen végezte a meteorológiai megfigyeléseket Balinka-Mecsérpusztán. E példamutató pályafutást az Országos Meteorológiai Szolgálat elismerő oklevéllel jutalmazta.

Abstract. Ferencné Nagy carried out meteorological observations in Balinka-Mecsérpuszta precisely, conscientiously and for exceptionally long time. Hungarian Meteorological Service awarded this outstanding career with Certificate of Merit.

A Balinka-Mecsérpusztai 244 számú meteorológiai állomás (jelenleg Balinka-Mecsér, állomásszáma 35104) a Bakony alján észleli az időjárási viszonyokat és jelenti az

tották. Ezután az erdészetnél talált munkát és férjet, s Nagy Ferencné néven küldte ezentúl a csapadéklapokat. Feladatát mindig lelkiismeretesen, pontosan látta el, rajta



1. ábra: A Szolgálat által kibocsátott elismerő oklevél.



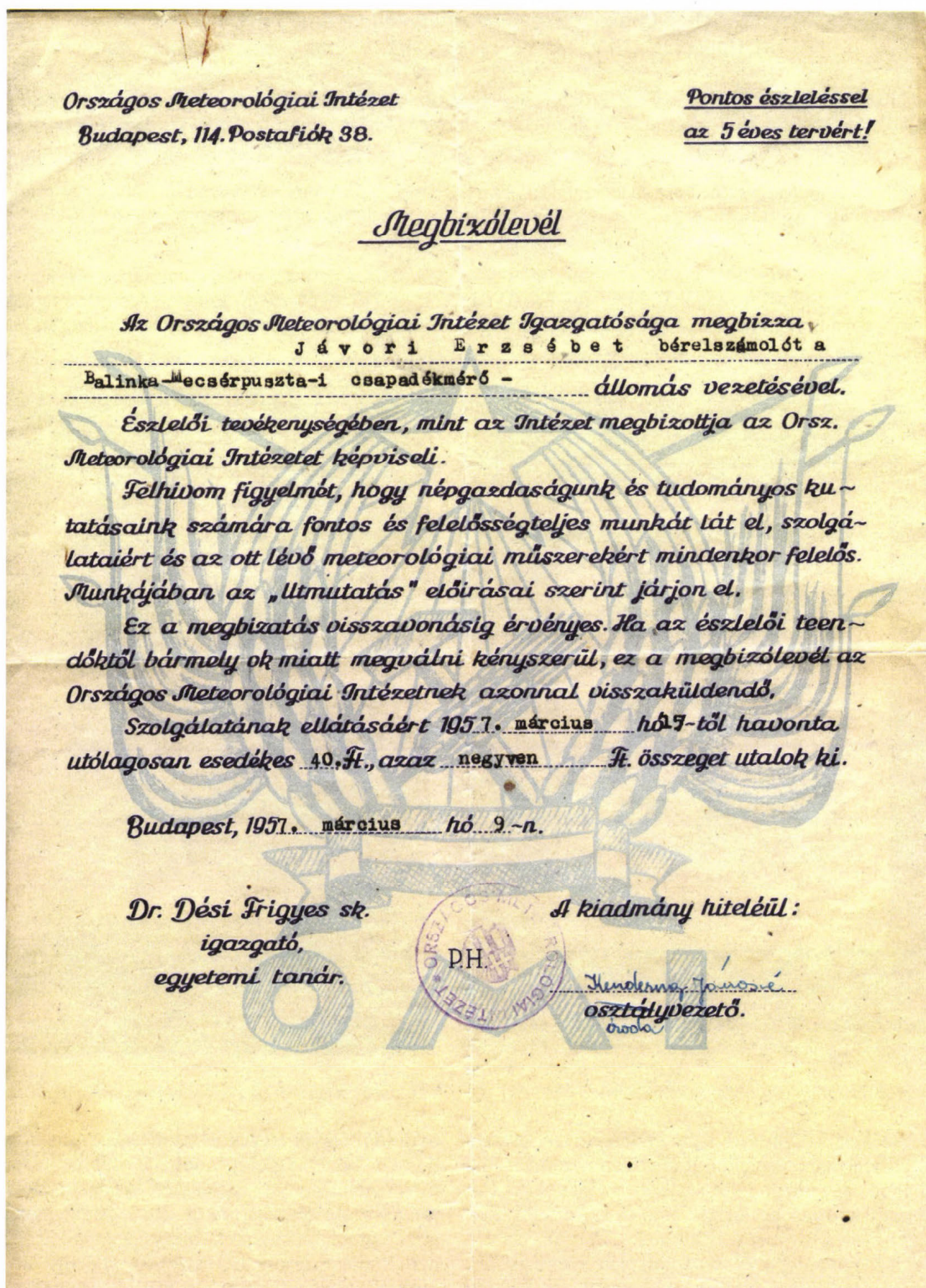
2. ábra: Nagy Ferencné, Erzsébet néni otthonában az oklevéllel

adatokat, Székesfehérvártól 35 km-re ÉNy-ra. A csapadékmérő állomás első észlelője Rádler Jenő erdőmérnök volt, aki 1955. december 1-től jegyezte az adatokat. Távozásakor Jávori Erzsébet bérelszámolót kérte fel a mérés és megfigyelés további folytatására, aki 1957. március 9-én kelt megbízólevél (1. ábra) alapján lett az akkori Országos Meteorológiai Intézet munkatársa. Erzsébet néni édesapja a közeli bányában dolgozott, és először ő is ott helyezkedett el. Racionalizálás címén azonban elbocsá-

nem múlt egyik öt éves terv teljesítése sem. A kivételesen hosszú, 58 év észlelői munkáját több emléklappal és 30 év a meteorológia szolgálatáért kerámia emléktárggyal is jutalmazták. Sajnálattalunkra 2015 februárjában levélben tájékoztatott bennünket, hogy megromlott látása miatt nem tudja folytatni az észlelést, s ahogy azt 1957-ben előírták, ezennel most visszaküldte megbízólevelét. Új észlelőről is gondoskodott. Píldamutató hozzáállását az Országos Meteorológiai Szolgálat elismerő oklevél

(2. ábra) adományozásával köszönte meg. Tamáskovits Károly nyugalmazott hálózati főellenőr és jómagam áprilisban kerestük fel Erzsébet néni mecséri lakhelyén, s a Szolgálat nevében megköszöntük kitartó munkáját s át-nyújtottuk a bekeretezett oklevelet. Együttal elkértük az

eredeti megbízálevelét a Meteorológiai Múzeum számára, ahol ez a dokumentum emléket állít a korabeli társadalmi csapadékszélőknek. Szívvel köszönjük pontos és lelkiismeretes munkáját és további nyugdíjas életéhez jó egészséget kívánunk!



3. ábra: Az 1957. március 9-én kibocsátott és 2015. februárban, az előírásnak megfelelően visszaküldött oklevél.

MAGASHEGYVIDÉKI MEGFIGYELŐ ÁLLOMÁS SPECIÁLIS PROGRAMMAL MOUNTAIN OBSERVATION STATION WITH SPECIAL PROGRAMME

Dunkel Zoltán

Magyar Meteorológiai Társaság, 1525 Budapest Pf. 38., dunkel.z@met.hu

Összefoglalás. Működik egy magashegyi megfigyelő állomásrendszer a Himalájában, közel a Mount Everesthez. Mérési programjába éppúgy beleilleszkedik normál meteorológiai megfigyelés, mint a környező levegő kémiai összetételének nyomon követése. A programhoz újabban társult az éghajlatváltozás hatásainak vizsgálata. A program időről időre jelentést küld a világba, hogy mit végeztek az elmúlt években. Ez a kis írás a világhálón található információk és az időnként küldött tájékoztató alapján kívánja bemutatni az Ev-K2-CNR kutatási projektet és a SHARE programot.

Abstract. A network of mountain stations works in Himalaya, close to Mount Everest. Its measurement programme contains both normal meteorological observation and tracking the chemical composition of the surrounding air. Examination of the effects of climate change joined the program recently. The program from time to time disseminates a report on what was carried out in the past years. This short paper wishes to present the Ev-K2-CNR research project and the SHARE program using the information available on the web and the report sent occasionally.

Villanyposta üzeneteim között időről időre feltűnik egy olyan levél, amelynek feladója a rejtélyesnek tűnő *Ev-K2-CNR Association* noreply@evk2cnr.org. Arra mindenképp kíváncsi lennék, miként és miért kerültem rá a szervezet levelezési listájára. Az első, általam kapott üzenet arról tájékoztatót, hogy az Ev-K2-CNR Bizottság felállította a világ legmagasabban található felszíni automata (AWS) meteorológiai állomását, a Mount Everest déli oldalán 8000 méteres magasságban. Az állomás 2008. május 23-án nepáli idő szerint 15:20-kor kezdte meg az adatgyűjtést. A műszereket az olasz LSI-Lastem cég gyártotta. Olasz és nepáli hegymászók képzett csapa-

kozik. Kiemelt hangsúlyt helyeznek a hindu Kushra-Karakorum-Himalája (HKKH) régióban és a Nepál területén folyó munkákra. Az itt folyó munkák központja Piramis Laboratórium/Obszervatórium, ami 5050 méter tengerszint feletti magasságban található.

A nepáli éghajlati obszervatórium, a Piramis (NCO-P, 27,95°N, 86,82°E) a tengerszint felett 5079 méteres magasságban helyezkedik el a Sagarmatha Nemzeti Parkban, Kelet-Nepálban a Himalájában, a Mount Everest közelében. A területek különösen a hideg hónapokban és a nyári monszun alatt rövid ideig hóval borítottak. A ku-



A meteorológiai megfigyelő állomás a Himalájában

ta kivételes erőfeszítéseinek köszönhetően sikerült a telepítés. A közlemény azt is megemlítette, hogy a 8000 méteres magasságon három óra kellett ahhoz, hogy extrém időjárási körülmények között oxigénpalack használata nélkül sikerült beindítani az adatgyűjtést. Két évvel később egy üzenet arról tájékoztatót, hogy a SHARE - NCO-P állomás a Mount Everestnél egy soha nem mért, olyan magas szennyezőanyag koncentrációt észlelt, ami eddig csak városokban fordult elő.

Az Ev-K2-CNR kutató közösség egy autonóm, nonprofit társaság, amely honlapjuk szerint hegyi területekkel kapcsolatos tudományos és technológiai kutatásokkal foglal-



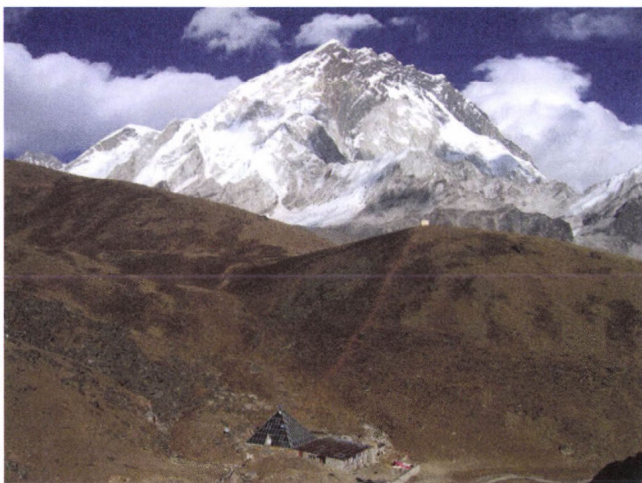
A Piramis megfigyelő és műszerközpont

tatási terv alapvető célkitűzése, hogy a mérések szennyező anyagok antropogén forrásaitól minél távolabb legyenek.

Az Ev-K2-CNR kutatás programja magába foglal földtudományi, környezetvédelmi, orvostudományi és fiziológiai, antropológiai témákat. Profiljukba beletartozik új technológiák fejlesztése is. Az Ev-K2-CNR projekt szervezett, széles skálájú integrált multidiszciplináris programok együttese. Ev-K2-CNR Association az olasz Nemzeti Kutatási Tanács (CNR) által támogatott és fenntartott program, amely, a nemzeti és nemzetközi tudományos együttműködések hálózatán keresztül beépül kor-

mányzati és kormányközi szervezetek tevékenységébe, követi azok prioritásait összhangban az ENSZ célkitűzéseivel. Több projektet hajtanak végre együttműködve a UNEP-pel és a WMO-val, valamint nemzetközi tudományos intézményekkel és NGO-kal.

Az Ev-K2-CNR története hosszú múltra tekint vissza, s létrejöttét egy meghökkentő jelentésnek köszönheti. Az

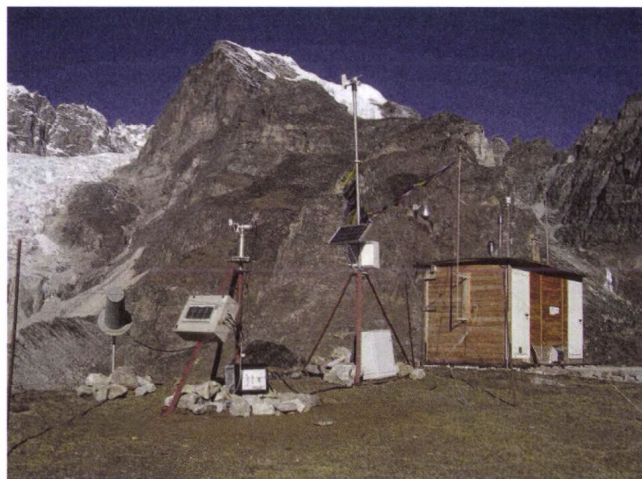


A Píramis a hegytetőről nézve

egész akkor kezdődött, amikor egy amerikai expedíció 1986-ban arról számolt be, hogy méréseik szerint a K2 magasabb, mint a Mount Everest. Agostino Da Polenza és Ardito Desio professzor nem hittek ebben, s ugyanakkor nem tudtak ellenállni annak a kihívásnak, hogy utánanézzenek a dolognak. 1987-ben tudományos kutatókat és hegymászókat mozgósítottak az olasz Nemzeti Kutatási Tanács (CNR) keretében, hogy indítsák el Ev-K2-CNR Projectet. Olyan expedíciókat szerveztek, amik vállalkoztak a hegymászásra extrém körülmények között, hajlandók voltak szolgálni a tudományos kutatást, és nem utolsósorban újabb, hitelt érdemlően megmérni mindkét csúcs magasságát. Ennek során a hagyományos mérési technikák mellett innovatív GPS méréseket is végeztek. Megerősítették, hogy Mount Everest jogosan használja a legmagasabb hegy címét. Két évvel később megalapították az Ev-K2-CNR Bizottságot abból a célból, hogy továbbra is különleges technológiai és tudományos kutatásokat végezzenek a HKKH régióban.

A legutolsó, a benne résztvevők által nagy örömmel közölt teljes beszámoló az 2013-as a SHARE jelentés kiadásán és a 2012-es SHARE meteorológiai jelentések összefoglalásán alapul. A jelentésnek az a célja, hogy megmutassa a fő kutatási tevékenységeket és eredményeket, amik megvalósultak a SHARE program keretében. SHARE: *Stations at High Altitude for Research on the Environment*. Most már a legfőbb célkitűzés az éghajlatváltozással való kapcsolatos ismeretek bővítése, a felmelegedésnek a hegyi régiókra gyakorolt hatásainak vizsgálata. Ezek több szempontból is egyedülálló információk, mivel ilyen magasan más mérések nincsenek. Az adatsorok hossza lassan megközelíti a 10 évet, s ebből a szempontból is egyedülálló. Ezek az egyedi in-

formációk mindenképp hasznosíthatók a fenntartható fejlődés és a kidolgozásra kerülő stratégiák szempontjából, amelyet mind a nemzetközi tudományos közösségek, mint a döntéshozók hasznosítani tudnak. A SHARE projekt négy elemből tevődik össze: *Work Packages-Scientific Research; Climate, Technological Research; Climate, Information System és Capacity Building*.



Magas hegyvidéki meteorológiai állomás

Mindegyik egységhez különböző tevékenységek tartoznak. A 2014-ben közreadott jelentés három részből áll. Az első rész összefoglalja, különböző felsorolásokon keresztül, mindazon tevékenységeket, amelyeket megvalósítottak a különböző SHARE munkaprogramokban. A jelentés ezen részében egy gyors áttekintése is olvasható a vállalt feladatok leírása mellett. A második rész mutatja be a kapott eredményeket, az azonosított mérési célokat, amelyek 2013-ban egy-egy területen végrehajtásra kerültek. A harmadik részben kerül bemutatásra két befejezett Pilot project, a SHARE STELVIO és SHARE PAPRIKA eredményei. A másik 2014-ben közzétett publikáció a 2012-es év meteorológiai adattárát adja közre, azokat az adatokat, amelyeket a tizenhárom automata meteorológiai állomás (AWSs) gyűjtött, valamint a három csillagvizsgáló (ATM), amelyet a világ legmagasabban elhelyezett állomásairól gyűjtöttek össze, a SHARE hálózatban. A légköri viszonyokat leíró adatokat először tették közzé. Az adatokat, amelyeket ebben a magasságban gyűjtöttek, elsősorban a különféle nemzetközi éghajlati-környezeti programokba kívánják beépíteni, a különböző, a témában érdekelt nemzetközi szervezetekkel együttműködve: UNEP, WMO-GAW, NASA AERONET.

Az érdeklődő olvasó további információkat a kutatási projektekről és a kutatási eredményekről a www.evk2cnr.org/cms/en/home.html és a www.evk2cnr.org/cms/en/evk2cnr_committee/presentation/ honlapokon talál, ahol időnként álláshirdetések is megjelennek.

Nem kizárt, hogy egyszer kalandvágyó magyar kutatók is eljuthatnak a Mount Everest közelébe. Ha így történik, kérjük, hogy a LÉGKÖR-t feltétlenül tájékoztassák!

2014 NYARÁNAK IDŐJÁRÁSA WEATHER OF SUMMER 2014

Vincze Enikő, Kovács Tamás

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

2014 nyara megtörte az utóbbi évek aszályos, forró nyári időszakainak sorát hazánkban: idén elmaradtak a hőhullámok, hőségriadók és a perzselő meleg, illetve 2006 óta ez az első olyan nyári időszak, mely nem az első 15 legmelegebb között szerepel az 1901-től induló adatsorok között. Ezzel együtt azonban az is elmondható, hogy a nyári középhőmérséklet az interpolált adatok alapján fél fokkal magasabb volt az 1971–2000-es normálnál országos átlagban; az idei volt a 37. legmelegebb nyár hazánkban 1901 óta. A csapadékmennyiségekben is nagy változások történtek a korábbiakhoz képest: az elmúlt évekkel szöges ellentétben idén nyáron országszerte sok helyen előfordult, hogy a megszokott csapadékmennyiség többszörösét jegyeztük. A nyári csapadékösszegek hosszú idősrát tekintve a 2014-es nyár a 19. legcsapadékosabbnak számít 1901 óta. A hőmérséklet és a csapadékmennyiségek összefüggéseként megemlítjük, hogy a 2014-hez hasonlóan csapadékos nyarak hűvösebbek szoktak lenni a fokozott felhőképződés miatt – júliust emeljük ki, melynek időjárása néha már-már trópusi jellegűnek is beillt.

Június. A hónap átlag alatti napi középhőmérsékletekkel indult, az 5- és 13-a közötti időszakban azonban már jóval melegebb volt a megszokottnál. A legmagasabb júniusi napi középhőmérséklet 10-én jelentkezett, ekkor országos átlagban 25 °C-nál is melegebb volt. A havi középhőmérséklet zömmel 19–21 °C között alakult az ország területén, az értékekben Ny/ÉNy-DK irányú növekedés volt jellemző. Csak az Északi-középhegységben jelentkeztek 15 °C alatti júniusi értékek. A sokévi átlaghoz képest (1971–2000) a legtöbb helyen +0,5–1 °C anomália adódott. A nyugati országrészen előfordult a normálnál 2 °C-kal magasabb havi átlag is, míg az északi határszávon fél fokkal hűvösebb volt a megszokottnál. Országos átlagban 17 nyári napot regisztráltunk (napi maximumhőmérséklet, azaz $t_x \geq 25$ °C), mely kettővel több a sokévi átlagnál. Hőségnapból ($t_x \geq 30$ °C) a megszokott mennyiség duplája jelentkezett (normál: 3; 2014. nyár: 6 nap). A sokévi átlagnak megfelelően forró nap nem fordult elő idén nyáron.

A hónap során mért legmagasabb hőmérséklet:

36,5 °C, Budakalász (Pest megye), június 10.

A hónap során mért legalacsonyabb hőmérséklet:

2,9 °C, Nyírlugos (Szabolcs-Szatmár-Bereg megye), június 3.

A június – még a korábbi évek forgatókönyvébe beleillően – az átlagtól jóval elmaradó csapadékösszegekkel telt, a normál mindössze 54 %-át regisztráltuk, mellyel az a 10. legszárazabb június hazánkban. A havi csapadékösszeg az ország legnagyobb részén 30–45 mm között alakult. A déli-délnyugati országrész csapadékosabbnak bizonyult (50–90 mm), míg északon-északkeleten nem volt ritka a 15 mm alatti érték. A csapadékmennyiség országos havi átlaga 39 mm körül alakult, mely a júniusi normál mindössze 55 %-át teszi ki. Északkeleten volt a legnagyobb mértékű a hiány a sokévi átlaghoz képest, itt a megszokott mennyiség 5–30 %-át regisztráltuk. Jelentősebb csapadék mindössze a hónap vége felé jelentkezett hazánk teljes területének átlagában, a két legcsapadékosabb nap 23-a és 30-a volt. Ugyanakkor egészen 23-áig zömmel 1 mm alatti átlagos csapadékösszegeket figyelhattunk meg országos átlagban. A száraz júniusnak megfelelően a megszokottnál kevesebb csapadékos napot (napi csapadékösszeg, azaz $r \geq 0,1$ mm) jegyeztünk a hónap során (normál: 11 nap; 2014. június: 7 nap). Zivataros naphoz is kevesebbet figyeltünk meg (normál: 4 nap; 2014. június: 2 nap).

A hónap legnagyobb csapadékösszege:

99,5 mm, Zalatárnok (Zala megye)

A hónap legkisebb csapadékösszege:

3,0 mm, Vásárosnamény (Szabolcs-Szatmár-Bereg megye)

24 óra alatt lehullott maximális csapadék:

52,0 mm, Zalaölvő (Zala megye), június 3.

Július. A július havi középhőmérséklet zömmel 21–22 °C között alakult az országban. A legmelegebb területek a Tisza vonalában és a keleti régióban, illetve a Duna felső szakaszán jelentkeztek (22–23 °C közötti átlagok), alacsonyabb átlagok a magasabban fekvő területeinken voltak jellemzőek (16–20 °C között). Az ország legnagyobb területein +0,5–1,5 °C közötti középhőmérsékleti anomália volt jellemző a havi átlagok tekintetében, és ennek DNY-ÉK irányú növekedését figyelhattuk meg: míg a délnyugati határszávon legfeljebb +0,5 °C-kal volt melegebb a megszokottnál, északon több helyen a normálnál 1,5–2,5 °C-kal is magasabb átlagokat jegyeztünk. A napi középhőmérsékletek a hónap során jellemzően a sokévi átlag felett alakultak. A július 4–7. és 14–21. időszakokban az ország időjárását

anticiklonális viszonyok határozták meg, hatásaként a megszokottnál több fokkal is melegebb volt hazánkban. Országos átlagban a legmelegebb nap júliusban a 7-e és a 21-e volt (országos átlaghőmérséklet 25,1 °C). A leghűvösebb napnak a 11-e bizonyult (16,8 °C). 25 nyári napot (normál: 21 nap) és 9 hőségnapot (normál: 7 nap) jegyeztünk júliusban országos átlagban. A normálnak megfelelően forró nap nem jelentkezett.

A hónap során mért legmagasabb hőmérséklet:

35,7 °C, Berettyóújfalu (Hajdú-Bihar megye), július 7.

A hónap során mért legalacsonyabb hőmérséklet:

6,3 °C, Zabar (Nógrád megye), július 2.

A júniusi szárazság után a nyár hátralévő része a jelentős csapadéktöbbséggel telt. Júliusban a szokásos mennyiség majdnem duplája jelentkezett országos átlagban, ezzel az idei az 5. legcsapadékosabb július 1901 óta. Hazánk legnagyobb részén 100 és 200 mm között alakult a havi csapadékösszeg. Jellemzően a Dunától keletre hullottak a legnagyobb mennyiségek. Az országos átlag 120 mm, mely a megszokott mennyiség mintegy 183 %-a. A legmagasabb havi összeget Budapest Rákosszabán jegyeztük (269,2 mm), a legkevesebb csapadékot Nagy-Hideg-hegy állomásunkról jelentették (18,2 mm). 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 északi országrészben és DNY-on volt megfigyelhető alacsonyabb mennyiség, itt a normál 80–140 %-áról számolhatunk be. A napi menetet tekintve a jelentős csapadéktöbbséggel több hullásban jelentkezett az országos átlagok alapján. A legcsapadékosabb időszakok a hónap eleje, majd a 8-a és 11-e közötti napok, ezt követően 22–23-án, illetve 27-én és 30-án is jelentősen meghaladta a lehullott mennyiség a sokévi átlagokat. A teljes ország területét figyelembe véve 11-én esett átlagban a legtöbb eső hazánkban (országos átlagos napi csapadékösszeg 16,6 mm), de kiugró még a 22-én és a 30-án jegyzett összeg is. Új rekord született a csapadék napi maximumára július 30-án (101,6 mm, Jánossomorja). 13 csapadékos nap fordult elő országos átlagban idén júliusban hazánk területén (normál: 9 nap), zivataros naphoz pedig eggyel jegyeztünk többet a sokévi átlagnál (normál: 4 nap; 2014. július: 5 nap).

A hónap legnagyobb csapadékösszege:

269,2 mm, Budapest Rákosszabán (XVII. kerület, Rákosszabán)

A hónap legkisebb csapadékösszege:

18,2 mm, Nagy-Hideg-hegy (Pest megye)

24 óra alatt lehullott maximális csapadék:

101,6 mm, Jánossomorja (Győr-Ménfőcsanak-Sopron megye), július 30.

Augusztus. A legnagyobb területen 19–21 °C között alakult a havi átlaghőmérséklet. Egészen a Tisza vonaláig hűvösebb volt a szokásosnál az idei augusztus, leginkább nyugaton és északon maradtak el a hőmérsékleti értékek a normáltól (–0,5 és –1 °C közötti anomália). Keleten valamelyest melegebb volt a megszokottnál: jellemzően 0 és +0,5 °C közötti eltérés jelentkezett, a legnagyobb anomália értéke 0,5–1 °C közötti volt. A hónap a megszokottnál magasabb átlaghőmérsékletű napokkal kezdődött, azonban 14-étől drasztikus változás lépett fel: augusztus második felében az átlagtól elmaradó értékek váltak uralkodóvá, és csak az utolsó egy-két napban emelkedett a középhőmérséklet a sokévi átlagnak megfelelő, vagy azt meghaladó szintre. Nyári naphoz a megszokottnál kicsit kevesebb fordult elő idén augusztus

tusban (normál: 20 nap; 2014. augusztus: 17 nap), ahogy hőségnapból is (normál: 7; 2014. augusztus: 4). A sokévi átlag alapján augusztusban országos átlagban egy forró nap szokott jelentkezni, idén azonban egyet sem jegyeztünk. A legalacsonyabb napi minimumhőmérsékletre augusztus 18-án új rekord született (4,9 °C, Zabar).

A hónap során mért legmagasabb hőmérséklet:

35,1 °C, Tuzsér (Szabolcs-Szatmár-Bereg megye), augusztus 2.

A hónap során mért legalacsonyabb hőmérséklet:

2,8 °C, Zabar (Nógrád megye), augusztus 29.

Augusztusban is bőven a sokévi átlag felett alakult az országos átlagos csapadékösszeg, a normál 170 %-a hullott le hazánk területén. Az idei augusztus ezzel a 12. legcsapadékosabb augusztus 1901 óta. A Tisza vonaláig hullott a legtöbb csapadék az országban, keletre jutott kevesebb. A nyugati országrészben a legnagyobb területeken 120-150 mm közötti csapadékmennyiséget jegyeztünk, keleten jellemzően 30-55 mm közötti ez az érték. A sokévi átlaghoz képest Budapest környékén és a nyugati országrészben jelentkezett a legnagyobb pozitív

anomália: Pest-megye több településén a megszokott mennyiség több mint három és félszerese hullott le, nyugaton pedig jellemzően több mint kétszerese. Keleten 60-160 % közötti mennyiségekről érkezett beszámoló. A napi menetet illetően országos átlagban augusztus utolsó napja bizonyult a legcsapadékosabbnak. A megszokottnál csapadékosabb volt még a 3-a és 9-e közötti időszak is.

A hónap során mindössze öt napon nem hullott mérhető mennyiségű csapadék országos átlagban. 3-mal több csapadékos napot jegyeztünk augusztusban a sokévi átlagnál (normál: 11; 2014. augusztus: 8 nap), zivataros naptól pedig 4-et figyelhattunk meg (normál: 3 nap).

A hónap legnagyobb csapadékösszege:

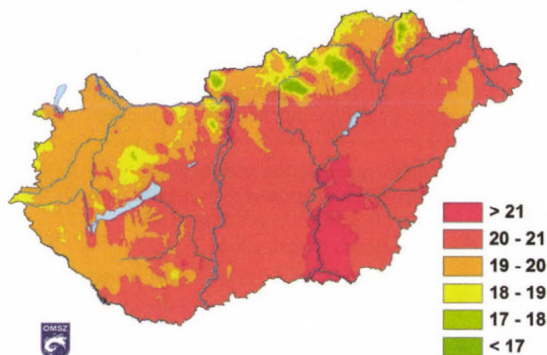
233,6 mm, Karancseszi (Nógrád megye)

A hónap legkisebb csapadékösszege:

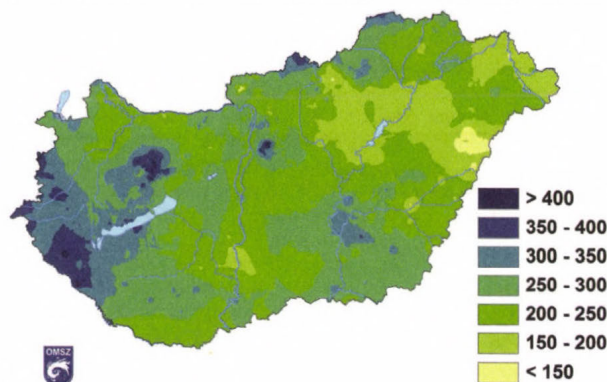
18,5 mm, Székkutas (Csongrád megye)

24 óra alatt lehullott maximális csapadék:

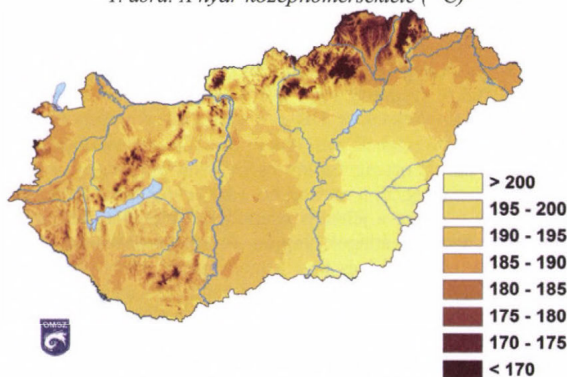
116,2 mm, „Pankota” állomás (Csongrád-megye), augusztus 6.



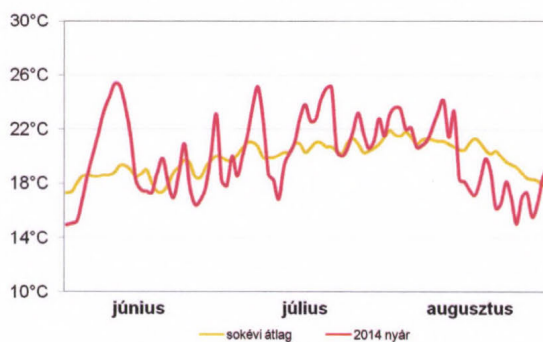
1. ábra: A nyár középhőmérséklete (°C)



2. ábra: A nyár csapadékösszege (mm)



3. ábra: A nyár globálisugárzás összege (kJ/cm²)



4. ábra: A nyár napi középhőmérsékletei és a sokévi átlag (°C)

A 2014. nyár időjárási adatainak összesítője

Állomás	Napsütés (óra)		Sugárzás (kJ/cm²)	Hőmérséklet (°C)						Csapadék (mm)			Szél
	évszak	eltérés		évszak	eltérés	max	napja	min	napja	évszak	átlag %-ában	r ≥ 1 mm napok	
Szombathely	805	90	194	19,7	0,8	33	06.11	7,1	08.25	355	159	27	4
Nagykanizsa	-	-	189	19,6	0,6	34,1	06.11	6,5	06.04	330	132	27	3
Siófok	-	-	-	21,6	1,0	33,5	07.20	10,9	08.29	283	154	26	15
Pécs	834	18	195	20,7	0,6	33	06.11	9,6	06.03	257	124	28	5
Budapest	876	84	191	21,3	0,9	35	06.10	8	08.28	407	257	27	2
Kékestető	701	-55	176	15,0	0,6	26,1	06.10	5,6	06.03	301	120	27	5
Szolnok	848	39	197	21,2	0,7	34,7	06.10	7,8	08.25	209	124	22	5
Szeged	916	123	203	20,8	0,4	34,5	06.10	8	08.28	326	183	25	8
Nyíregyháza	-	-	195	20,2	0,6	33,6	07.08	7,9	08.28	205	115	24	5
Debrecen	931	145	194	21,0	1,1	34,1	06.10	6,1	06.03	132	70	19	5
Békéscsaba	-	-	204	20,8	0,8	34,1	06.10	7,1	06.04	270	144	24	8

TÖRTÉNELMI ARCKÉPEK *HISTORICAL PORTRAITS*

Varga Miklós

Magyar Meteorológiai Társaság, 1525 Budapest Pf. 38., *legkor@met.hu*

BERÉNYI DÉNES

Karánsebes, 1900. szeptember 21. – Debrecen, 1971. november 30.



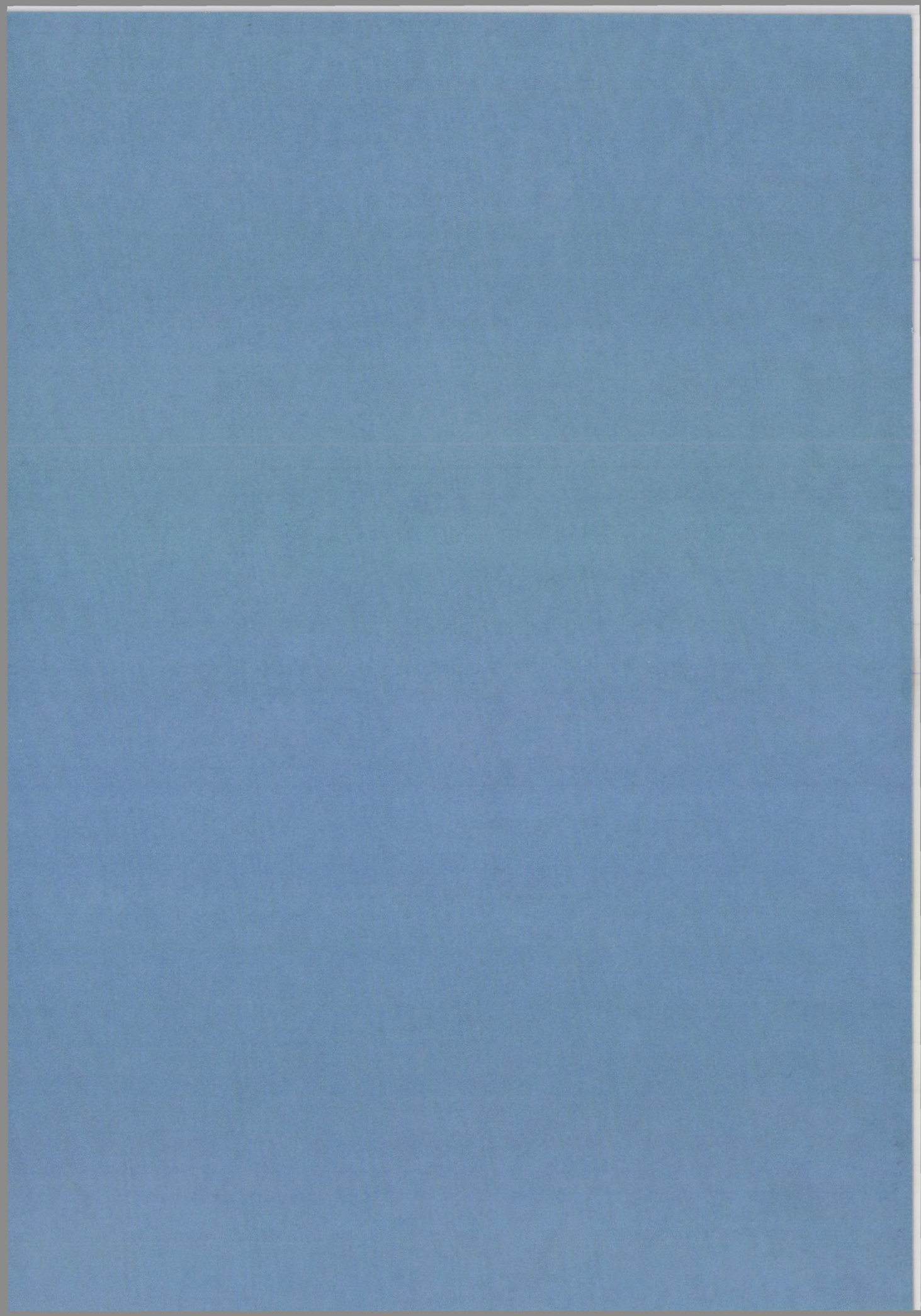
A Nagyváradon 1920-ban letett érettségi után lett a Debreceni Egyetem hallgatója, ahol 1926-ban kapott középiskolai tanári oklevelet, majd 1927-ben ugyanitt bölcsész tudományi doktorátust szerzett. Ennek birtokában nevezték ki egyetemi tanársegédnek a Földrajzi Tanszékre. Egyetemi pályafutása során rendre elért minden egyetemi oktatói fokozatot, s végül tanszékvezető egyetemi tanárként ment nyugdíjba. Az egyetem sporttelepén 1928-ban meteorológiai állomást létesített, amelyet később obszervatóriummá fejlesztett. A 30-as évek második felében a Földrajzi Tanszék oktatási keretén belül elsősorban meteorológiai jellegű tárgyakat oktatott, mikroklimát (1934–35), majd két szemeszteren át dinamikus meteorológiát (1935–37). Foglalkozott a meteorológia gyakorlati kérdéseivel is. Adott elő műszer-ant, mérési módszertant és agrometeorológiai mérések metodikáját is.

Kutatói és oktatói pályafutásán a politikai helyzet, a világháború nem várt *törést* okozott. Az 1944. december 22-én Debrecenben megalakult Ideiglenes Kormány Budapestre költözéséig őt bízta meg a Meteorológiai Intézet vezetésével. A hivatalos iratok szerint 1945. február 3-a és 1945. május 3-a között volt az OMFI (*Országos Meteorológiai és Földmágnassági Intézet*) megbízott igazgatója.

A Debreceni Egyetem Természettudományi Karának megalakulásakor, 1949-ben, az akkor már neves egyetemi meteorológiai intézet önállósult és 1951-től, mint az egyetem Meteorológiai Tanszéke működött. A Tanszék vezetésével Berényi Dénest bízták meg. Az egyetemi tanári kinevezést 1952-ben vehette át. Ugyanebben az évben megszerezte a mezőgazdasági tudományok kandidátusa fokozatot. A Természettudományi Karnak 1958 és 1962 között volt dékánja. 1968-ban vonult nyugdíjba, de 1971-ben bekövetkezett haláláig aktívan részt vett a Tanszék munkájában.

Tudományos kutatói pályafutásának eredményeit hat könyvben és mintegy 80 cikkben, közleményben tette közzé. Ezek közül kiemelkedik az 1951-ben Aujeszký Lászlóval és Béll Bélával közösen írt *Mezőgazdasági meteorológia*, valamint a témakörben összefoglaló jellegű *Mikrometeorologie*, ami 1967-ben jelent meg. A negyven évnél hosszabb pályafutása alatt tehetséges utódok, kutatók és oktatók kerültek ki szárnyai alól. Munkásságát a kormányzat Munka-érdemrenddel és az Oktatásügy Kiváló dolgozója címmel, a Magyar Meteorológiai Társaság pedig Steiner Lajos és Hegyföky Kabos emlékérem adományozásával ismerte el.

Emlékét őrzi az MMT *Berényi Dénes Emlékdíja*, amit a Társaság, elsősorban az agrometeorológiában kiemelkedőt nyújtó tagjainak, 1993 óta ad át.



L É G K Ö R

59. évfolyam

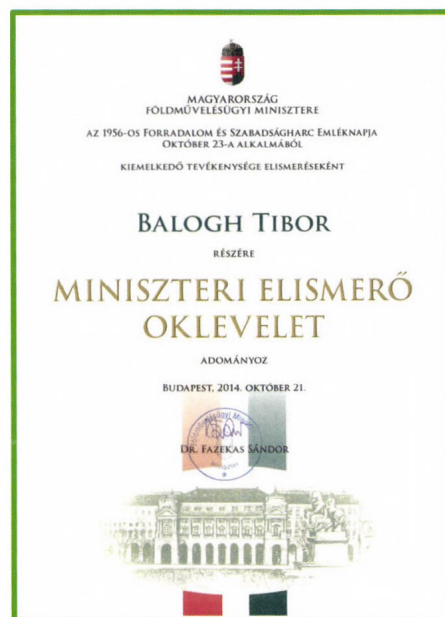
2014. 4. szám



MINISZTERI ELISMERÉS A HATÉKONY MUNKÁÉRT MINISTERIAL ACKNOWLEDGEMENT OF EFFICIENT WORK



Sebők István, Horváth Gyula, Balogh Tibor és Steib Roland az oklevéllel az átadás után. Varga Bálint külföldi útja miatt később vette át a kitüntetést.



Balogh Tibor részére kiadott miniszteri elismerő oklevél

Fazekas Sándor földművelésügyi miniszter 2014. október 23-án Miniszteri Elismerő Oklevelet adott át az Országos Meteorológiai Szolgálat öt munkatársának a 2014. május 13–16. között jelentős károkat okozó *Yvette ciklon* időszakában a meteorológiai szolgálat területén felmerült kritikus helyzet gyors és szakszerű megoldásában nyújtott kiemelkedő teljesítményükért. A Meteorológiai Szolgálat minden időben igyekszik a maximumot nyújtani. Ebben a rendkívüli időjárási helyzetben azonban a helytállás nem volt akadályoktól mentes. A Szolgálat radarhálózata 2014 tavaszán még csak három nagyteljesítményű időjárási radarból állt. A hálózat legidősebb elemét, a budapesti radart 2013 során az OMSZ saját költségen, hosszú évek takarékoskodása eredményeként felújította. A radarhálózat másik két tagja (Napkor, Pogányvár) több mint tíz éves, elavult, hozzájuk alkatrész már nem szerezhető be. Az OMSZ a radarok felújítására ajánlatot kért a gyártótól. A két radar felújítási költsége, 210 millió forint, jelentősen meghaladja azt az összeget, amit az OMSZ éves költségvetéséből finanszírozni tud. A ciklon megjelenése előtti vasárnap villámcsapás miatt jelentős kárt szenvedett és működésképtelenné vált a napkori radar. Másnap a budapesti radarnál lépett fel motorvezérlési hiba. A radaradatok rendelkezésre állása nélkül a meteorológus munkája napjainkban már elképzelhetetlen. Az OMSZ munkatársai szakmai elhivatottságukat, elkötelezettségüket bizonyítva a megfelelő vezetői döntések meghozatalával, innovatív tevékenységükkel urai lettek a helyzetnek. Tartalék alkatrész hiányában a meglévő hibás alkatrészek felhasználásával, az alkatrész elemek összeforrasztásával, a javított alkatrészek az egyetlen működőképes radaron történő tesztelésével, önfeláldozó, lelkiismeretes, több mint két teljes napig tartó áldozatos munkájukkal működőképes állapotba hozták a teljes rendszert. Megérdemelt kitüntetésükhöz ezúton is gratulálunk!

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. Ha a közlésre szánt szöveghez ábrák is tartoznak, 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, szívesen fogadunk *kiegészítésül* 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 hivatkozás legyen. Az egyéb közlemények, szakmai beszámolók esetében is kérjük lehetőség szerint angol cím és összefoglaló megadását.

Felelős szerkesztő:
Dunkel Zoltán
a szerkesztőbizottság elnöke

Szerkesztőbizottság:
Bartholy Judit
Bihari Zita
Haszpra László
Hunkár Márta
Sáhó Ágnes
Somfalvi-Tóth Katalin kislexikon
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. Bozsónyi Károly
ügyvezető

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

AZ ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT ÉS A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG SZAKMAI TÁJÉKOZTATÓJA

TARTALOM

CÍMLAPON

A nyugalmazott Cambell-Stokes típusú napfénytartammérő munkában az OMSZ pestszentlőrinci obszervatóriumában	
Miniszteri elismerés a hatékony munkáért	142
Szerzőink figyelmébe	142
A Magyar Meteorológiai Társaság XXXV. Vándorgyűlése	
„A meteorológia aktuális kérdései”	144

TANULMÁNYOK

Anda Angéla és Soós Gábor: A nád (<i>Phragmites Australis</i>) párolgása a Balaton környékén	145
Fricke Cathy, Pongrácz Rita, Dezső Zsuzsanna és Bartholy Judit: A vegetáció szerepe a budapesti városi hősziget jelenségében	150
Dobi Ildikó és Kerényi Judit: Az EUMETSAT éghajlat-megfigyelő munkacsoportjának (CM SAF) tevékenysége és alkalmazásai	154
Lakatos Mónika, Bihari Zita és Szentimrey Tamás: A klímaváltozás magyarországi jelei	158
Hegedüs Adrienn, Breuer Hajnalka, Fodor Zoltán és Seres András Tamás: Labilitási indexek vizsgálata radarmérések és modelleredmények alapján	164
Lázár Dóra, Bájhober Eszter, Weidinger Tamás és Ferenczi Zita: CMAQ (többléptékű közösségi levegőtisztasági) légköri terjedési modell adaptálása Magyarországra	170
Nagy Zoltán: Napfénytartam globálisugrázási adatokból történő számításának módszertana	175

KRÓNIKA

Tóth Róbert: A napfénytartammérő élt 160 évet	178
Fülöp Andrea: 2014 őszeének időjárása	181
Az 59. évfolyam (2014) szerzői	183

LIST OF CONTENTS

COVER PAGE

The 'retired' Cambell-Stokes type sunshine recorder works in Marcell György Main Observatory of OMSZ	
Instructions to authors of <i>LÉGKÖR</i>	142
Ministerial Acknowledgement of Efficient Work	142
The XXXV. Biannual Meeting of Hungarian Meteorological Society, 'The Actual Questions of Meteorology'	144

STUDIES

Angéla Anda and Gábor Soós: Reed (<i>Phragmites Australis</i>) Evapotranspiration in the Surroundings of Lake Balaton	145
Cathy Fricke, Rita Pongrácz, Zsuzsanna Dezső and Judit Bartholy: Impacts of Vegetation on Urban Heat Island of Budapest	150
Ildikó Dobi and Judit Kerényi: Activity and Applications of EUMETSAT SAF on Climate Monitoring (CM SAF)	154
Mónika Lakatos, Zita Bihari and Tamás Szentimrey: Observed Climate Change in Hungary	158
Adrienn Hegedüs, Hajnalka Breuer, Zoltán Fodor and András Tamás Seres: Examination of Instability Indices Based on Radar Measurements and Model Results	164
Dóra Lázár, Eszter Bájhober, Tamás Weidinger and Zita Ferenczi: CMAQ (Community Multi-Scale Air Quality) Atmospheric Distribution Model Adaptation to Region of Hungary	170
Zoltán Nagy: Methodology of Sunshine Duration Calculation from Global Radiation Data	175

CHRONICLE

Róbert Tóth: Campbell-Stokes Sunshine Recorder Lived 160 Years	178
Andrea Fülöp: Weather of Autumn in 2014	181
Authors of Volume 59 (2014)	183

A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG XXXV. VÁNDORGYŰLÉSE „A METEOROLÓGIA AKTUÁLIS KÉRDÉSEI”

A Magyar Meteorológiai Társaság 35. Vándorgyűlése Keszthelyen kerül megrendezésre a Pannon Egyetem Georgikon Kar D épületének Konferencia termében 2014. augusztus 28-án és 29-én. A Vándorgyűlésen huszonnégy előadás hangzott el és kilenc poszttert állítottak.

Az előadások:

Megemlékezés Ambrózy Pálról, az MMT egykori elnökéről (Dunkel Zoltán)

A nemzeti meteorológiai szolgálat feladatai (Radics Kornélia)

A klímamodellkezés egy évtizede az ELTE Meteorológiai Tanszékén (Bartholy Judit, Pongrácz Rita)

A meteorológiai kutatások irányai az elmúlt 20 év COST akciói tükrében (Dunkel Zoltán)

A határtalan automatizálás hatásai (Nagy József)

Kihívások, válaszok a radarmeteorológia területén (Dombai Ferenc)

Mit csinálnak a viharvadászok? (Molnár "Storman" Ákos)

Tudomány és gyakorlat: A Kis-Balaton párolgására vonatkozó vizsgálatok (Anda Angéla, Soós Gábor)

A klímamodellkezés aktuális kérdései és legújabb eredményei (Szabó Péter, Krüzselyi Ilona, Szépszó Gabriella, Zsebeházi Gabriella)

A klímamodell-eredmények felhasználásának új irányzata: helyi hatásvizsgálatok végzése; dinamikus városklimatológiai vizsgálatok a SURFEX/TEB modellel (Zsebeházi Gabriella, Krüzselyi Ilona, Szépszó Gabriella)

A városi hősziget nemzetközi pályázat eredményei (Baranka Györgyi)

Klímaváltozás itt és most (Lakatos Mónika, Bihari Zita, Szentimrey Tamás)

Műholdas vegetációs indexek alkalmazása a klímakutatásban (Hunkár Márta, Szenyán Ildikó, Kerényi Judit)

Az IPCC 5. jelentés-folyamának újdonságai (Mika János)

EUMETSAT CLIMA-SAF eszközök és alkalmazások (Dobi Ildikó, Kerényi Judit)

A humán biometeorológia aktuális kérdései (Fülöp Andrea)

Turisztikai klimatológia napjainkban (Németh Ákos)

Piranométer szintezési hibájának detektálása a mért adatsorból (Menyhárt László, Anda Angéla, Nagy Zoltán), A napfénytartam és globálsugárzás térbeli eloszlásának vizsgálata (Bihari Zita, Lakatos Mónika, Kovács Tamás, Szentimrey Tamás)

Szupercellák, tornádók Magyarországon (Molnár "Storman" Ákos)

UAV repülések meteorológiai támogatása (Wantuch Ferenc)

CMAQ (Többléptékű Közösségi Levegőminőségi) légköri terjedési modell adaptálása Magyarországra (Lázár Dóra, Bájhóber Eszter Lilla, Weidinger Tamás)

Meteorológiai térképszerverek újrahazsnosítása-Nyílt programozói hozzáférés (Busznyák János)

Az OMSZ új informatikai alkalmazásai: MET-ÉSZ, Meteora (Tölgyesi László)

Mit tudnak a Magyar Meteorológiai Társaság működéséről a földrajz szakos hallgatók Szombathelyen? (Puskás János)

A posztterek:

Nádállomány evapotranszpirációjának meghatározása a Kis-Balatonon (Soós Gábor, Anda Angéla, Martin Gizella, Kozma-Bognár Veronika, Illés Bernadett)

A csapadékváltozási becslések módosulása hibakorrekció alkalmazása esetén (Kis Anna, Pongrácz Rita, Bartholy Judit)

Az éghajlati hatások megjelenése Európa peremén található gleccserek anyagmérlegében (Lehoczky Annamária, Pongrácz Rita, Kern Zoltán)

Éghajlatváltozás hatása hazánk vízellátására (Dohány Rita, Pongrácz Rita, Bogárdi István, Simonffy Zoltán, Ács Tamás)

Környezeti mérések a Kőszegi-hegység szőlőterületein (Németh László, Puskás János, Zentai Zoltán)

Az ózon száraz ülepedésének és a talaj nitrogén-monoxid kibocsátásának mérése Bugacon az ÉCLAIRE FP7 programban, 2012–2013-ban (Horváth László, Weidinger Tamás, Pintér Krisztina, Nagy Zoltán, Istenes Zoltán, Eredics Attila, Pávó Gyula)

Városklimatológiai elemzések Budapest IX. és XI. kerületére (Dian Csenge, Molnár Gergely, Zádeczki Tibor, Fricke Cathy, Dezső Zsuzsanna, Pongrácz Rita, Bartholy Judit)

A 2012-13-as tél szinoptikus klimatológiai elemzése NAO és AO távkapcsolati vizsgálatok alkalmazásával (Zsilinszki Anna, Bartholy Judit, Dezső Zsuzsanna)

Az OpenIFS alkalmazása Kárpát-medencei hideg légréteg helyzet vizsgálatára (André Karolina, Gyöngyösi András Zénó, Bozók István)

A Vándorgyűlés szervezésében és lebonyolításában az MMT mellett a Pannon Egyetem Georgikon Kara, az Országos Meteorológiai Szolgálat munkatársai és az MTA MTB Agrometeorológiai Albizottsága is közreműködtek. A Vándorgyűlés 70 regisztrált résztvevője mellett az ELTE Nyári Iskolájának mintegy 20 hallgatója is részt vett. A szakmai programokat egy kellemes kirándulás egészítette ki a Balaton-felvidéki Nemzeti Park területének meglátogatásával. A töltésen közlekedve az élővilággal és a területen folyó beruházással megismerkedve, olyan helyekre is eljutottak a résztvevők, amelyek a nagyközönség számára zárva vannak. A gyűlés első estéjén a résztvevők egy jó hangulatú baráti vacsorán vettek részt a Halászcseré étteremben.



A Magyar Meteorológiai Társaság XXXV. Vándorgyűlésének résztvevői
a Pannon Egyetem Georgikon Kar D épülete előtt, 2014. augusztus 29.

A NÁD (*PHRAGMITES AUSTRALIS*) PÁROLGÁSA A BALATON KÖRNYÉKÉNREED (*PHRAGMITES AUSTRALIS*) EVAPOTRANSPIRATION
IN THE SURROUNDINGS OF LAKE BALATON

Anda Angéla, Soós Gábor

Pannon Egyetem Georgikon Kar Meteorológia és Vízgazdálkodás Tanszék, 8361 Keszthely Pf. 71.
anda-a@georgikon.hu; anda@keszthelynet.hu

Összefoglalás. A Balaton környéki nád párolgásának meghatározására vonatkozó megfigyeléseinket Keszthelyen, az Agrometeorológiai Kutatóállomáson elhelyezett Thornthwaite típusú kompenzációs evapotranspirométerben végeztük, 2005–2011 között. A növényi jellemzők közül a növénymagasságot és a levélfelület-indexet hetente mértük. Az evapotranspirométer tenyészedényeiben mért értékeket évente háromszor összehasonlítottuk a természetes állományok mutatóival is. Az éveket időjárásuk alapján kategorizáltuk (normál, meleg és hűvös évek) a Thornthwaite index alapján. A növénykonstanszt a mért és a referencia evapotranspiráció hányadosaként állítottuk elő. A referencia evapotranspirációt a Penman-Monteith (FAO-56) egyenlettel számoltuk. Mind a növénykonstanszt, mind a mért párolgás évjáratonként jelentős eltérést mutatott. A mocsárvidékek vízellátási sajátosságai miatt a nedves évek mért párolgása nem érte el a referencia evapotranspirációt, az összes többi viszont jelentősen felülmúlta azt. A hűvös év párolgásösszege mindössze 385 mm volt, melynek csaknem duplája a normál év vízvesztése (785,5 mm). Meleg szezonokban az évi átlagos párolgás tovább növekszik 857,4 mm-re. A későbbiekben a mért növénykonstanszok ismeretében a Balaton környéki nádas párolgás meghatározása csupán meteorológiai adatok alapján is lehetséges.

Abstract. Investigations in reed evapotranspiration using Thornthwaite type compensation lysimeter were carried out in Agrometeorological Research Station of Keszthely, during the growing seasons of 2005–2011. Plant height and leaf-area-index were measured in weekly intervals. The characteristics of reed grown in evapotranspirometer's growing tank were compared to those reeds grown on natural habitats three times in each vegetation period. Growing season's weather was classified using Thornthwaite Index (warm, normal and cool growing seasons). The crop coefficient was evaluated as the ratio of measured and calculated reference evapotranspiration. To get the reference evapotranspiration the widely known Penman-Monteith formula (FAO-56 equation) was applied. There was significant difference in both crop coefficient and measured evapotranspiration by the different types of growing seasons. The measured evapotranspiration was below the reference evapotranspiration during the cool growing season (2005). Due to special water relations of wetlands, all the rest of the growing seasons just the opposite was observed; the measured evapotranspiration exceeded the reference one. The seasonal total reed evapotranspiration was 385 mm in cool weather, while about twice was measured during normal summers (785.5 mm). The evapotranspiration totals increased further in warm growing seasons reaching 857.4 mm in the average of four years. Later on, on-site measured crop coefficients allow the estimation of reed evapotranspiration using meteorological elements only.

Bevezetés. Közép-Európa legnagyobb tava a Balaton, melyet sekély vízmélysége és ebből adódó gyors felmelegedése a tavat a látogatók számára kedvelt turisztikai célponttá tesz, viszont a tó sekélyisége miatt rendkívül sérülékeny is egyben ez a vízfelület. A tó vízgyűjtőjéről bekerülő vízmennyiség tekintélyes része, csaknem a fele a Zalán keresztül kerül a tóba, melyet a Kis-Balaton előzetesen megszűr, s ez a tisztítás a tó vízminőségének záloga. A Zala szűrése önmagában is jelentős, mivel a tóba érkező tápanyagok mintegy 30–40%-a várható a legnagyobb vízfolyásból (Kovács *et al.*, 2012).

A Kis-Balaton története nem mentes az antropogén beavatkozásoktól, melyek némelyike nem sorolható a sikertörténetek közé (az 1800-as évek második felének balatoni vízszintcsökkentése, melynek következménye a mocsarak kiszáradása, a szűrőrendszer kiesése volt). A korábbi negatív beavatkozások ellensúlyozására (Tátrai *et al.*, 2000) született a Kis-Balaton Vízvédelmi Rendszer (KBVR) kiépítésének két ütemben megvalósítandó terve, melyből az I. ütem, az eutróf Hídvégi-tó kialakítása 1985-ben befejeződött. A II. ütemből a Fenéki-tó Ingói berek részét (wetland) 1992-ben sikerült átadni, s a további élőhely rekonstrukció remélhetően hamarosan be-

fejeződik (eredeti határidő: 2014). A lápterület átalakításának szükségességét a múlt század 70-es éveinek jelentősen megromlott vízminősége tette nyilvánvalóvá (Pomogyi, 1991).

A nád a Kis-Balaton és a tó partvidékének is domináns makrofita növénye. A KBVR esetében mintegy 2000 ha-ra, a Balaton partján pedig 1000 ha-ra becsülhető az összefüggő nádállomány területe. Struyf *et al.* (2007) szerint a *wetland* jellegű élőhelyek nemcsak hazánkban, hanem az egész földön elképzelhetetlenek kisebb-nagyobb összefüggő nádállomány jelenléte nélkül. Vizsgálatunk fő célkitűzése a Balaton környéki nádállomány párolgásbecslésének újragondolása volt, melyben elsődleges szerepet kaptak a helyben mért növényi mutatók. Hazai vonatkozású előzményt a nád párolgásáról Walkowszky (1973) publikációjában találhatunk, melyben a vizsgálatok helyszíne a Fertő-tó volt, s a párolgás meghatározás számos nehézsége miatt csak egy-egy igen rövid időszakra tudott használható növénykonstans adatokat szolgáltatni. A szerző esetében a legnagyobb gondot a nád evapotranspirométer tenyészedényeiben való „életben tartása” jelentette. A megfigyelések szerint 1 hónapnál tovább nem bírták ki a növények, ezért állandó újraterel-

pítésekre volt szükség, mely a származtatott folyamatos párolgás eredmények pontosságát erősen megkérdőjelezi. Méréseinket a keszthelyi Agrometeorológiai Kutatóállomáson végeztük, amely a mért párolgás értékekből származtatott növénykonstans további alkalmazhatóságát mind a Balaton partvidéki nádra, mind a Kis-Balaton mocsárvilágában élő nád állományokra alkalmazhatóvá teszi. A növénykonstans ismeretében a továbbiakban kizárólag meteorológiai elemek ismeretében is meghatározható a nád(állomány) párolgása, ha szükséges akár napi szinten is. A nád evapotranspirációjának ismerete a vízháztartási mérleg felírásához szükséges, mely a vizes élőhelyek kezelésének alapegyenlete.

Anyag és módszer

A helyszín bemutatása. A vizsgálatok helyszíne a keszthelyi Agrometeorológiai Kutatóállomás volt (szélesség: 46°44' É, hosszúság: 17°14' K, tengerszint feletti magasság: 124 m), ahol Thornthwaite típusú kompenzációs liziméter szolgált a növény párolgás-meghatározásához (ET_{opt}) szükséges alapadatok gyűjtésére. A hagyományos két részből álló berendezés; szabadföldön elhelyezett tenyészedeény a növényeknek, ill. egy csövön keresztül összekötött távolabb telepített vízellátást szolgáló „mérőpince”. A tenyészedeények térfogata 4 m³, felülete 4 m², mélysége 1 m, melyekbe a talajt a természetes rétegződésnek megfelelően helyezzük el, egy az edény aljában lerakott kavicsrétegre, mely a víz gyökerekhez történő eljuttatásához szükséges (kapilláris víz-emelés). A berendezés a közlekedőedények működési elvén alapul, melyben a vizet a pincéből csövön keresztül vezetjük a legnagyobb gyökértömeget tartalmazó talajszinthez. A számításnál a vízháztartási mérleg tagjait követjük nyomon, s a párolgást maradék tagként fejezzük ki. Vizsgálatunkban napi felbontással dolgoztunk. Ezt a hagyományos működtetést a nád (*Phragmites australis*) esetében módosítanunk kellett. 2003 őszén telepítettük a nádat a tenyészedeényekbe, vízszintesen, azonos korú és egészséges rizómákkal, melyet Balaton parti nádállományból gyűjtöttünk. Az eredés megfelelő volt, tavasszal a növények kihajtottak, de a fejlődésük rendkívül vontatott maradt, s nemcsak a vegetációs ciklus elején. A satnya állományt csak felülről történt, szigorúan mért kiegészítő vízellátással tudtuk a természetben élő állományokhoz hasonló fejlettségűvé alakítani. Ennek irodalmi analógiáját megtaláltuk *Pauliukonis és Schneider* (2001) közleményében. Valószínűleg csak így lehetett kezelni *Walkowszky* (1973) korábbi, zárt tenyészedeényben tartott nád nevelési problémáját, s ez lehet az oka a szakirodalom nádra vonatkozó meglehetősen rövid párolgásmérési megfigyeléseinek is.

A megváltoztatott vízellátás 2005-re eredményezett elfogadható referenciájú növényeket. A 2004-es év párolgás és egyéb eredményeit a továbbiakban nem használtuk. 2006-ban anyagi forráshiány miatt nem volt biztosított a folyamatos megfigyelés, ezért ezt az évjáratot is ki kellett hagynunk. A mérési sorozatnak 2012-ben szakadt vége, mégpedig növényi okokból. Késő tavasszal észrevettük, hogy túl magasak a vízfogyasztási értékek, melyek oka a kádak kilyukadása volt. A természetben is igen agresszív nád rizómái szétnyomták az evapotranspirométer te-

nyészedeényeit, s ezzel a növénykonstansra vonatkozó méréseket le kellett zárunk. Végül összesen 6 vegetációs ciklus állt rendelkezésünkre; 2005, 2007, 2008, 2009, 2010 és 2011.

A meteorológiai elemeket helyben mértük QLC-50 típusú klímaállomással (Vaisala, Helsinki, Finland), mely CM-3 típusú globálsugárzás mérővel (Kipp & Zonen Corp., Delft, The Netherlands) is fel volt szerelve.

A növényi jellemzők és párolgás meghatározás. A növényi jellemzők közül az állománymagasságot és a levél-felület-indexet (LAI) hetente mértük LI-COR 3000 típusú automata planiméterrel. A tenyészedeényben nevelt növények értékeit évente három alkalommal (június, július és augusztus) összehasonlítottuk a természetben nö-
vő nádállomány értékeivel.

A növénykonstans meghatározásához a Penman-Monteith referencia evapotranspirációt (ET_0) (FAO-56 egyenlet; *Allen et al.* 1998) számoltuk a keszthelyi mért és származtatott meteorológiai adatokból:

$$ET_0 = \frac{0,408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta[1 + \gamma(1 + 0,34u_2)]} \quad (1)$$

ahol R_n : nettó sugárzás az állomány felszínén [MJm⁻²day⁻¹], G : a talaj hőfluxus [MJ m⁻² day⁻¹], T : napi középhőmérséklet 2 m-en mérve [°C], u_2 : szélesebbesség 10.5 m magasan mérve [m s⁻¹], e_s : telítési vízgőznyomás [kPa], e_a : tényleges vízgőznyomás [kPa], Δ : telítési görbe hőmérséklet függésének meredeksége [kPa °C⁻¹], γ : a pszichrometrikus konstans [kPa °C⁻¹], 0,408: konverziós faktor MJm⁻²nap⁻¹-ről mmnap⁻¹-ra.

Részletesebb információt *Anda et al.* (2014) korábbi közleményében olvashatunk. Végül a növénykonstans, K_c a két párolgás, a mért (ET_{opt}) és a számolt evapotranspiráció hányadosa:

$$K_c = \frac{ET_{opt}}{ET_0} \quad (2)$$

A növénykonstans a biológiai tulajdonságok párolgásra kifejtett hatását összegzi a (2)-es egyenlet segítségével. A későbbiekben a K_c ismeretében a tényleges párolgás (ET_c) egyszerűen számolható, kizárólag meteorológiai adatok ismeretében:

$$ET_c = K_c ET_0 \quad (3)$$

Mivel a K_c -t napi bontásban határoztuk meg, a továbbiakban a tényleges párolgást is napi értékekkel közelíthetjük. A tenyészidőszakokat az egyes hónapok időjárása alapján kategorizáltuk a Thornthwaite Index, TI alapján:

$$TI = 1,65 \left(\frac{P}{T_a} + 12,2 \right)^2 \quad (4)$$

ahol P a havi csapadékösszeg, a T_a a havi átlaghőmérséklet.

A meteorológiai elemek párolgásra gyakorolt hatásának számszerűsítésében többváltozós regresszió analízist alkalmaztunk az SPSS 17.0 programcsomag segítségével (IBM Corp., New York, USA). Az idősorok összehasonlító analízisében a normalitásvizsgálatot követően párosított (kétszélű) t -próbát használtunk, az előbb bemutatott programcsomaggal. A meteorológiai elemek alapján becsült párolgási modell ellenőrzésére az Akaike Informá-

ciós Kritériumot (AIC) határoztuk meg (Motulsky és Christopoulos, 2004):

$$AIC = N \cdot \ln \left(\frac{SS}{N} \right) + 2K \quad (5)$$

ahol N : a pontpárok száma, K : a regressziós paraméterek száma plusz egy, SS : ANOVA maradék tag (regressziós).

A legjobb becslést a legkisebb AIC értékkel rendelkező közelítés jelenti. A számoláshoz Excel táblázatot használtunk.

1. táblázat. Az eltérő időjárású évszakok nád párolgásának (ET_{opt}) regressziós egyenletei (meteorológiai elemek és LAI alapján) a modell ellenőrzésére szolgáló Akaike Információs Együtthatókkal (AIC). A legjobb becslést **vastag** betűvel jelölt egyenletek adták

Hűvös évszak (2005)		AIC
Lineáris (R_n)	$ET_{opt} = 0,061R_n + 0,995$	-302,5
Logaritmikus (R_n)	$ET_{opt} = 0,768 \ln(R_n) - 0,032$	-316,7
Exponenciális (R_n)	$ET_{opt} = 1,049 e^{(0,033R_n)}$	-532,7
Lineáris (T_a)	$ET_{opt} = 0,079T_a + 0,772$	-375,7
Logaritmikus (T_a)	$ET_{opt} = 1,057 \ln(T_a) - 0,83$	-405,3
Exponenciális (T_a)	$ET_{opt} = 0,984 e^{(0,39T_a)}$	-635,4
Lineáris (R_n, T_a)	$ET_{opt} = 0,05R_n + 0,052T_a + 0,322$	-258,6
Lineáris (R_n, T_a, RH, e, LAI)	$ET_{opt} = 0,024R_n + 0,07T_a - 0,026RH + 2,427$	-230,4
Normál évszak (2007)		AIC
Lineáris (R_n)	$ET_{opt} = 0,286R_n + 1,359$	191,7
Logaritmikus (R_n)	$ET_{opt} = 3,405 \ln(R_n) - 5,64$	136,0
Exponenciális (R_n)	$ET_{opt} = 0,779 e^{(0,078R_n)}$	-282,6
Lineáris (T_a)	$ET_{opt} = 0,36T_a - 2,163$	191,7
Logaritmikus (T_a)	$ET_{opt} = 5,769 \ln(T_a) - 12,144$	171,9
Exponenciális (T_a)	$ET_{opt} = 0,769 e^{(0,087T_a)}$	-328,2
Lineáris (R_n, T_a)	$ET_{opt} = 0,188R_n + 0,238T_a - 3,685$	244,3
Lineáris (R_n, T_a, RH, e, LAI)	$ET_{opt} = 0,134R_n + 0,48T_a - 0,26e - 3,254$	254,8
Meleg évszak (2008-2011)		AIC
Lineáris (R_n)	$ET_{opt} = 0,24R_n + 0,188$	732,4
Logaritmikus (R_n)	$ET_{opt} = 3,164 \ln(R_n) - 4,268$	607,5
Exponenciális (R_n)	$ET_{opt} = 1,366 e^{0,059R_n}$	-1324,3
Lineáris (T_a)	$ET_{opt} = 0,356T_a - 1,476$	670,4
Logaritmikus (T_a)	$ET_{opt} = 5,402 \ln(T_a) - 10,505$	597,7
Exponenciális (T_a)	$ET_{opt} = 0,986 e^{(0,083T_a)}$	-1467,3
Lineáris (R_n, T_a)	$ET_{opt} = 0,166R_n + 0,226T_a - 2,372$	912,6
Lineáris (R_n, T_a, RH, e, LAI)	$ET_{opt} = 0,142R_n + 0,211T_a - 0,042RH + 0,134LAI + 1,082$	937,9

Eredmények és értékelésük.

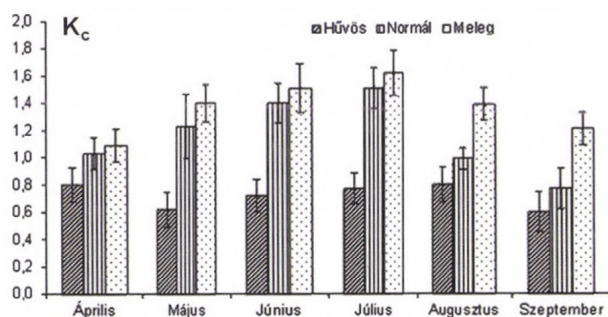
A tenyészidőszakok besorolása. Az egyes évszakok jellemzéséhez azért a Thornthwaite-indexet (TI) használtuk, mert az evapotranszpirációtérmetek is Thornthwaite típusú kompenzációs evapotranszpirációtérmetek. A sokéves átlagos index meghatározásához az 1971-2000 klímanormál szolgált alapként. A havi indexek ismeretében az egyes

kategóriák közti eltérést 20%-ban határoztuk meg. Amennyiben az adott hónap TI -e a klíma normálnál 20%-al alacsonyabb, akkor a hűvös, ha ennyivel magasabb, akkor a meleg évszak kategóriába sorolható. A sokéves átlaghoz közeli hónapok lettek az átlagos időjárású hónapok. Egy-egy szezon abba az évszak csoportba került, amelybe a legtöbb hónapja került. A fentiek alapján 2005 az átlagnál hűvösebb és csapadékosabb évszak volt. A sokéves átlaghoz legközelebb 2007 tenyészidőszaka esett. A maradék négy szezon (2008, 2009, 2010 és 2011) az átlagosnál melegebb és szárazabb időjárással rendelkezett.

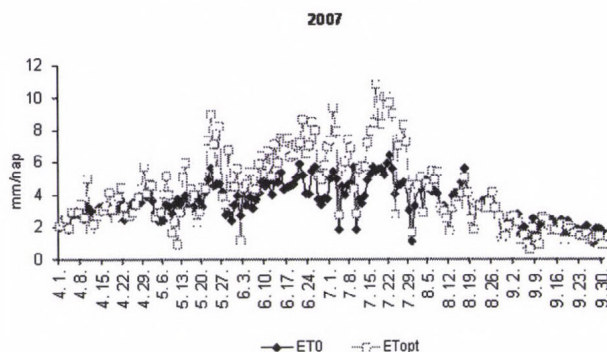
A nád néhány növekedési jellemzőjének alakulása. A nád tenyészidőszak hosszúsága a hat évben lényegesen nem változott ($198 \pm 5-7$ nap), április elején kezdődött a hajtások föld feletti megjelenésével, s október közepe táján, esetleg a hónap végén száradtak el teljesen a növények. Ehhez hasonlóan a nád magassága sem tért el lényegesen egymástól az eltérő időjárású években. A növény átlagos maximális magasságát júliusban érte el, 260 ± 13 cm-es értékkel az evapotranszpirációtérmet tenyészidőszakaiban. A természetes élőhelyen növő nád ennél mintegy 20-30 cm-el bizonyult magasabbnak. A LAI is meglehetősen állandónak mutatkozott, szignifikáns eltérést az egyes évszakok zöldfelület alakulásában nem tapasztaltunk. A hat év LAI átlaga $2,1 \pm 0,19$ volt az evapotranszpirációtérmet tenyészidőszakaiban. A természetes élőhelyen ennél az értéknél mintegy 10%-al magasabb értéket ért el a növények.

Az időjárás hatása a nád mért párolgására (ET_{opt}). A vizsgálat 6 évében a figyelembe vett időjárási elemek (T_a, R, RH, e, P) közül a legszorosabb kapcsolat a sugárzás (R) és a mért párolgás (ET_{opt}) között volt ($r=0,65$), melyet a léghőmérséklet (T_a) követett ($r=0,63$). A csapadékot (P) a kapcsolat hiánya kizárta a vizsgálat köréből, mely ismerve a mocsarak környezeti feltételeit, nem volt meglepő. A relatív légnedvesség (RH) korrelációs koefficiense is alacsony, mindössze $-0,43$ volt. Gyenge kapcsolatot találtunk az A kád párolgása és az ET_{opt} között is ($r=0,43$), mely arra utal, hogy a mocsári növények párolgás meghatározására az A kád nem javasolható. A korrelációs koefficiensek ismeretében a mért párolgás regressziós egyenleteit évszakraként is felírtuk (1. táblázat). A regressziós egyenlet alkalmazhatóságát az AIC -nal ellenőriztük, mely minél alacsonyabb értékű, az egyenlet ET_{opt} becslése annál kedvezőbb. Az AIC alapján a legjobb egyváltozós nádpárolgás előrejelzést a hőmérséklet exponenciális jellegű összefüggése adta, melyet a sugárzás követett, mégpedig évszaktól függetlenül. A többváltozós regresszió analízis egyenlete a 1. táblázat alsó sorában látható, melybe évszaktól függetlenül a légnedvesség is szerepel (RH vagy e). A többváltozós analízisbe a LAI -et is beépítettük, mely csak a meleg évszakokban került be a párolgásra hatással lévő változók közé. Átlagos és hűvös években a LAI nem volt hatással a nádpárolgásra. Az eredmények értékelésekor azonban nem szabad megfeledkezni arról, hogy a hat évből négy meleg, s mindössze egy-egy átlagos és hűvös időjárású volt, amely az eredményekre befolyással lehetett.

Növénykonstansok változásai. A növénykonstansok alakulását a párolgáshoz hasonlóan napi bontásban határoztuk meg. A K_c évi változása a szakirodalomban közölt eredményekkel analóg; a vegetációs periódus elején és végén alacsonyabb, csúcsertékét júliusban, a legmagasabb LAI elérése idején éri el. A K_c az evapotranspiráció alakulását követi; amikor a napsugárzás és a párologtató zöldfelület alacsony, a K_c értéke is az, amely egyben az alacsony növényi vízigényt is jelöli. A csúc vízigény egybeesik a legnagyobb K_c megjelenései idejével, mely a helyszínen júliusra esett (1. ábra). A meleg években a júliusi havi átlagos K_c 1,5–1,6 körül alakult; s ha figyelembe vesszük az eltérő időjárású éveket is, a júliusi havi átlag még mindig magas, $1,46 \pm 0,46$. A legalacsonyabb K_c



1. ábra: A növénykonstans havi átlagai és szórása az eltérő időjárású tenyészidőszakokban

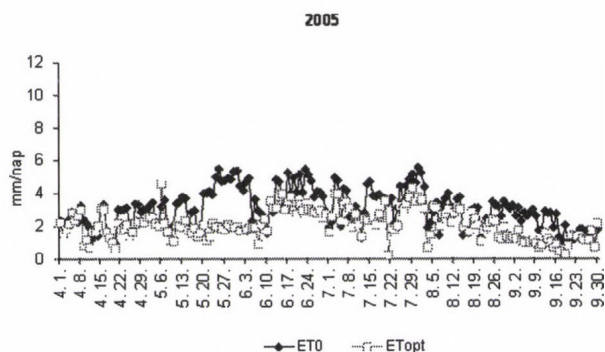


3. ábra: A mért (ET_{op}) és a referencia (ET_o) evapotranspiráció napi értékei 2007-ben átlagos időjárás esetén

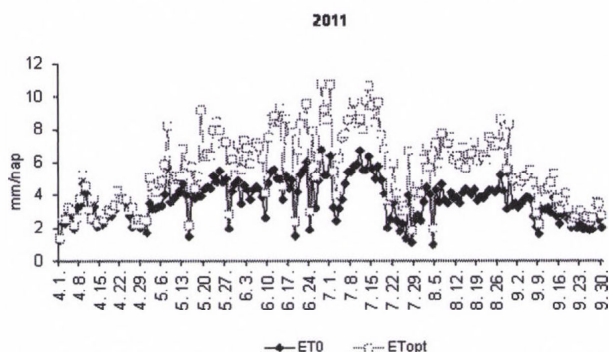
megjelenési ideje a vizsgálat helyszínén április és szeptember, mely az eltérő időjárású évek átlagában bár csekély mértékben, de még ekkor is meghaladja az 1-et.

A három évjárat-csoport K_c értékei szignifikánsan eltérőek voltak. A legalacsonyabb konstansok a hűvös-nedves 2005-ben jelentkeztek, melynek évi átlaga mindössze $0,73 \pm 0,09$. A normál időjárású évben ennél magasabb K_c -t mértünk, évi átlaga $1,16 \pm 0,28$ volt. A legmagasabb a K_c -t a meleg-száraz években mértük, értéke 4 év átlagában $1,37 \pm 0,23$. A vizsgálat hat évének átlaga $1,23 \pm 0,19$, mely 23%-kal magasabb, mint a referencia evapotranspiráció, előrejelezve a mocsaras élőhelyek makrofítáinak rendkívül magas párologtatás értékeit.

A nádpárolgás jellemzői. A növények párolgásának meghatározására több lehetőség áll rendelkezésre, melyek közül a növénykonstans, K_c alkalmazásával szám-szerűsített tényleges vagy aktuális evapotranspiráció, ET_c alkalmazása széles körben elterjedt, s nemcsak a mocsári növények esetében. A becslés pontossága az időjárási jelenségeken túl erősen függ a felhasznált K_c értékétől. Több szerző szerint pontos becslést a helyben meghatározott K_c esetében várhatunk (Drexler et al. 2004). A kétféle közelítésből (mérés és modellezés) jelen tanulmány a FAO-56 egyenlettel a mindenkori időjárás alakulását modellezéssel, míg a K_c esetében helyben mért értékekkel közelítette. A Penman-Monteith féle ET_o számítás széles körben alkalmazott eljárás mocsári növényekre,



2. ábra: A mért (ET_{op}) és a referencia (ET_o) evapotranspiráció napi értékei 2005 hűvös vegetációs ciklusában



4. ábra: A mért (ET_{op}) és a referencia (ET_o) evapotranspiráció napi értékei 2011 rendkívül meleg és száraz vegetációs ciklusában

így a nádra is (Irmak et al., 2013, Allen et al., 1998).

A legalacsonyabb évi mért párolgás összeget, 385 mm-t a nedves-hűvös évjáratban, 2005-ben mértük. Ez volt az egyetlen olyan év, amikor az ET_o értékei meghaladták a mért nád párolgást (2. ábra). Hűvös évben átlagosan a tényleges párolgás az ET_o -nak mindössze 68,4%-a volt. Az átlagos időjárású 2007-ben a mért evapotranspiráció felülmúlta az ET_o -t, a 785,5 mm-es összeg 22,8%-kal volt magasabb a referencia ET -nél (3. ábra). Az átlagos időjárású szezon értéke jóval közelebb állt a négy meleg év párolgásának átlagához, a $857,4 \pm 100,3$ mm-es víz-vesztés összeghez, mely az ET_o -nál 42,1%-kal magasabb mért párolgást jelentett. A meleg éveket az extrém forró

2011-es nyár magas napi párolgásadataival szemléltetjük (4. ábra). Ebben az évben a mért párolgás összege meghaladta még az 1000 mm-t is. Eredményeink a mért és a referencia ET egymáshoz való viszonyának több évtizedes múltra visszatekintő vitájának kérdésére (Borin et al., 2011, Goulden et al., 2007, Herbst and Kappen, 1999) konkrét válasz adtak; hűvös évjáratban az ET_{opt} az alacsonyabb, míg meleg és átlagos években az ET_o az alacsonyabb párolgás érték. A normál és meleg időjárásnál tapasztalt nem megszokott ET_{opt}/ET_o kapcsolat oka a mocsárvilág sajátos nedvesség ellátottságában keresendő, mely hazánkban még a legmelegebb évben (2011) sem jelentett vízhiányt az ott élő makrofita növényeknek.

A teljes megfigyelési időszak hat évének átlagos ET_o értéke $778,6 \pm 212,7$ mm/év volt, igen jelentős mértékű, még a 200 mm-t is meghaladó szórással, vagyis a vízvesztés évi változékonysága a nedves élőhelyeinken is várhatóan nagyon magas.

A napi mért nádpárolgás évi változásában a szokásos trendet tapasztaltuk; alacsonyabb értékek a vegetációs ciklus elején jelentkeztek (0,1–0,3 mm/nap), s a szezon végére is csökkenő tendenciájú a nád napi párolgása (0,5–1 mm/nap alatt). A magasabb ET_{opt} július (esetleg augusztus) hónapban várható. Az évi maximumot 2005-ben korábban, május 6-án mértük 4,6 mm/nap értékkel. A normál (2007. július 17.) és meleg évjáratok (2011. július 1.) abszolút maximum ET_{opt} értékei megegyeztek, mindkét esetben 10,8 mm/nap max. párolgást regisztráltunk. A hat év napi átlagos nád (ET_{opt}) Keszthelyen 4,3 mm/nap, mely hűvös években 2,1 mm/napra csökken. Érdekes módon az átlag a 2007-es évben pontosan megegyezett a hat év napi ET_{opt} átlagával. Meleg években némi növekedés tapasztalható a nád vízvesztésében, s a meleg tenyészidőszak ET_{opt} átlaga 4,7 mm/napra emelkedik.

Következtetések. A mocsári növények korábbinál pontosabb ET meghatározásához elengedhetetlenek a helyben mért K_c értékek. A növénykonstansról elnevezésével ellentétesen régóta ismert, hogy éven belüli változása markáns, mely ismeret mellé az évek közti változékonyságát is szükséges beiktatnunk.

Nemcsak a K_c értékei mutatnak jelentős évjáráthatást, hanem vele együtt a párolgások is. A vizsgálat hat évében a hűvös 2005-ben mindössze 385 mm volt az ET összege, míg a kimagaslóan meleg 2011-ben 1000 mm fölé emelkedett az évi összes mért ET. Hazánkban a csapadékkellátás nem befolyásolta a makrofita nád párolgását, főképpen a sugárzás és a léghőmérséklet volt hatással a nád párolgására. Általában megállapítható, hogy nálunk a hűvös évjáratok egyben csapadékosabbak, s a meleg évjáratok pedig szárazabbak a klíma normál értékeinél. Meglepő volt, hogy a LAI csak meleg években került be a mért párolgásra szignifikánsan ható tényezők közé.

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 támogatásával készült.

Irodalom

- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., Smith, M., 1998. Crop Evapotranspiration: Guidelines for Computing Crop Requirements. *FAO Irrigation and Drainage Paper 56* FAO, Rome, Italy.
- Anda, A., da Silva, J.A.T., Soós, G., 2014. Evapotranspiration and crop coefficient of common reed at the surroundings of Lake Balaton, Hungary. *Aquat. Bot.* 116: 53–59.
- Borin, M., Milani, M., Salvato, M., Toscano, A., 2011. Evaluation of *Phragmites australis* (Cav.) Trin. evapotranspiration in northern and southern Italy. *Ecol. Engineer.* 37, 721–728.
- Drexler, J.Z., Snyder, R.L., Spano, D., Paw, K.T.U., 2004. A review of models and micrometeorological methods used to estimate wetland evapotranspiration. *Hydrol. Processes* 18, 2071–2101.
- Goulden, M.L., Litvak, M., Miller, S.D., 2007. Factors that control *Typha* marsh evapotranspiration. *Aquat. Bot.* 86, 97–106.
- Herbst, M., Kappen, L., 1999. The ratio of transpiration versus evaporation in a reed belt as influenced by weather conditions. *Aquat. Bot.* 63, 113–125.
- Irmak, S., Kabenge, I., Rudnicka, D., Knezevic, S., Woodward, D., Moravek, M., 2013. Evapotranspiration crop coefficients for mixed riparian plant community and transpiration crop coefficients for common reed, cottonwood and peach-leaf willow in the Platte River Basin, Nebraska-USA. *J Hydrology* 481, 177–190.
- Kovács, J., Korponai, J., Kovácsné, Sz.I., Hatvani, I.G., 2012. Introducing sampling frequency estimation using variograms in water research with the example of nutrient loads in the Kis-Balaton Water Protection System (W Hungary). *Ecological Engineering* 42: 237–243.
- Motulsky, H., Christopoulos, A., 2004. Fitting models to biological data using linear and non-linear regression. *Oxford University Press*, Oxford.
- Pauliukonis, N., Schneider, R., 2001. Temporal patterns in evapotranspiration from lysimeters with three common wetland plant species in the Eastern United States. *Aquat. Bot.* 71, 35–46.
- Pomogyi, P.(szerk.), 1991: A Kis-Balaton Védőrendszer kémiai, biológiai, anyagforgalmi vizsgálatai, *Összefoglaló jelentés az 1985-1990 közötti kutatásokról.* – Nyugat-dunántúli Vízügyi Igazgatóság, Szombathely-Keszthely, 258 p.
- Struyf, E., Van Damme, S., Gribsholt, B., Bal, K., Beauchard, O., Middelburg, J.J., Meire, P., 2007. *Phragmites australis* and silica cycling in tidal wetlands. *Aquat. Bot.* 87, 134–140.
- Tátrai, I., Matyás, K., Korponai, J., Paulovits, G., Pomogyi, P., 2000. The role of the Kis-Balaton Water Protection System in the control of water quality of Lake Balaton. *Ecological Engineering*. 16, 73–78.
- Walkovszky, A., 1973. Experiments to determine reed transpiration. *OMSZ Hivatalos Kiadványai*, Budapest 43, 145–150.

A VEGETÁCIÓ SZEREPE A BUDAPESTI VÁROSI HŐSZIGET JELENSÉGÉBEN

IMPACTS OF VEGETATION ON URBAN HEAT ISLAND OF BUDAPEST

Fricke Cathy, Pongrácz Rita, Dezső Zsuzsanna, Bartholy Judit

Eötvös Loránd Tudományegyetem, Meteorológiai Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A.
frcsaat@caesar.elte.hu, prita@elte.hu, tante@nimbus.elte.hu, bartholy@caesar.elte.hu

Összefoglalás. Cikkünkben Budapest XII. kerületéről készítettünk részletes termikus elemzést, mivel a kerület sajátos földrajzi adottságait tekintve ideális helyszínül szolgált a vegetáció és a domborzati viszonyok hatásainak megfigyelésére. Vizsgálataink során a *Terra* és az *Aqua* műholdakon elhelyezett *MODIS* szenzor felszínhőmérsékleti adatait és az ebből származtatott hősziget-intenzitási adatokat használtuk fel. A vizsgálati eredmények alapján megállapítottuk, hogy a növényzet, illetve a domborzat hősziget-módosító hatásai a tavaszi-nyári időszak nappali óráiban voltak a legszembetűnőbbek.

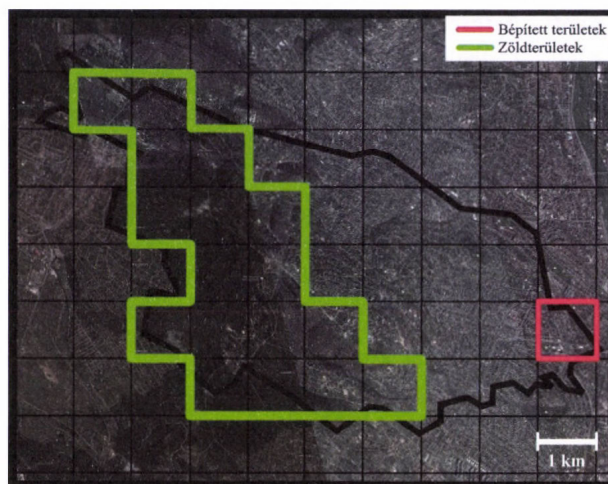
Abstract. We analysed the thermal conditions of district 12 in Budapest since its special geographical features enable us to evaluate the impacts of vegetation and topography. For this purpose we used surface temperature data of sensor *MODIS* on board of the satellites *Terra* and *Aqua* and urban heat island intensity values calculated from satellite measurements. Our results suggest that the most intense effects of topography and vegetation on the urban heat island can be observed in daytime during the spring-summer period.

Bevezetés. A városi hősziget egy olyan mezoskálájú éghajlati rendszer, melyet a városi környezet által keltett helyi, illetve mikroklimatikus hatások összessége határoz meg; és több szempontból eltérést mutat a várost körülvevő makroskálájú környezet éghajlati viszonyaihoz képest (Probáld, 1974). A mezoklíma ilyen jellegű módosulását az adott térségre jellemző energiaegyenleg összetevőinek lokális megváltozása idézi elő, mely hatással van a különböző klímáparaméterek – így például a felszínhőmérséklet – alakulására. A városi hősziget vizsgálatahoz kezdetben csak állomási mérések álltak rendelkezésre, majd a műholdas távérzékelés elterjedésével lehetővé vált a városok termikus jellemzőinek átfogó vizsgálata is. Az Eötvös Loránd Tudományegyetem látványosi kampuszán 2002-ben létesített műholdvevő állomás nagyban hozzájárult ahhoz, hogy a Meteorológiai Tanszék is ilyen műholdas méréseken alapuló városklíma-kutatásokat végezzen (Kern *et al.*, 2005).

A műholdas adatok segítségével Közép-Európa nagyvárosairól (Pongrácz *et al.*, 2010), illetve Magyarország tíz legnagyobb városáról (Dezső *et al.*, 2005), köztük Budapestről (Dezső *et al.*, 2012; Pongrácz *et al.*, 2006) is születtek városi hősziget szerkezetét kutató tanulmányok. Jelen vizsgálatainkat Budapest XII. kerületére szűkítettük le, amely sajátos szerepet tölt be fővárosunk éghajlatában. A kerület jelentős részét képezik a Budai-hegyvidék fővárosba ékelődő vonulatai, amelyet összefüggő erdőség borít. A kerületben a növényzet mellett a domborzati viszonyok éghajlatra gyakorolt hatása is számottevő, így ideális helyszínt nyújt a klímamódosító hatások tanulmányozására. A városökológiai szempontból kiemelkedő jelentőséggel bíró erdős területek – amellet, hogy kirándulók kedvelt célpontja – kedvező feltételeket nyújtottak kórházak és szanatóriumok létesítésére. Az erdővel borított hegyvonulatok a hegy-völgyi légáramlásokon keresztül a főváros légcseréjéhez is jelentősen hozzájárulnak.

Adatok és módszerek. A XII. kerület városklimatológiai elemzéséhez az amerikai NASA által 1999-ben, illetve 2002-ben pályára állított *Terra* és *Aqua* kvázipoláris ku-

tató műholdakon elhelyezett *MODIS* szenzor felszínhőmérsékleti adatait és az ebből származtatott hősziget-intenzitási értékeket használtuk fel. A hősziget intenzitási értéke a korábbi kutatásokban alkalmazott módszer alapján (Dezső *et al.*, 2012) a városi képpontok felszínhőmérsékletének és a városkörnyéki átlagos felszínhőmérsékletnek a különbsége. A műholdas megfigyelés során 2001 és 2002 közötti időszakban napi kettő – délelőtt és este –, illetve 2003 és 2013 között napi négy – délelőtt, délután, este és hajnalban készült – mérés állt rendelkezésünkre. Az erre az időszakra vonatkozó felszínhőmérsékleti és intenzitási értékek havi átlagolásával tanulmányozni tudtuk a XII. kerület hőszigetének és az azt módosító hatásoknak a térbeli és időbeli változását.



1. ábra: A XII. kerület megjelenése a Google Earth műholdképen, s az ez alapján a *MODIS*-rácson definiált beépített és zöldterületek elhelyezkedése

Vizsgálataink során először lehatároltuk a kerülethez tartozó 1 km × 1 km-es ráccsellákat, majd a *Google Earth* nagyfelbontású műholdképei alapján meghatároztuk a kerületen belül az összehasonlítani kívánt, különböző felszíntípushoz tartozó kategóriákat: beépített, illetve

zöldterületek (1. ábra). A sűrűn beépített területekhez a keskeny utcákkal tagolt, több szintes épületekből álló belvárosi részt soroltuk, ahol rendkívül alacsony a növényzettel borítottság aránya. A zöldterületek kategóriájába az olyan összefüggő növényzettel rendelkező területek tartoznak, mint a külterületi rétek, illetve összefüggő erdőségek.

Eredmények. A műholdas mérések lehetővé teszik a felszínhőmérsékleten alapuló hősziget térbeli szerkezetének és időbeli változásának részletes elemzését. A hősziget XII. kerületen belüli átlagos évszakos térbeli eloszlását a 2. ábra illusztrálja. A budapesti hősziget magja a pesti oldalon helyezkedik el, így a kerületben a hősziget városperem felé fokozatosan gyengülő intenzitását figyelhetjük meg, melyhez részben hozzájárul még a domborzat hatása és a zöldterületek nagyobb aránya. A tavaszi-nyári délutáni időszakot tekintve a Budai-hegység erdővel borított, hidegebb felszínhőmérsékleti régiói – melyek még a városkörnyéki átlaghőmérsékletnél is átlagosan 4-5 °C-kal hidegebbek – erőteljesen kirajzolódnak. Ebben az időszakban a kerületen belül a városi és a hegyvidéki jellegű területek között 8 °C átlagos hőmérsékletkülönbség is kialakulhat.

Az éjszakai órákban a hősziget szerkezete jelentősen eltér a nappaltól. A hajnali műholdmérésekből származtatott térképek jóval kisebb mértékű éven belüli ingadozást mutatnak. A legnagyobb átlagos hősziget-intenzitás – mely meghaladja a 3 °C-ot – az esti órákban figyelhető meg a tavaszi hónapokban.

Egész évre jellemző, hogy a délutáni órákban a kerület általában hűvösebb a városkörnyéki területeknél, a hajnali órákban viszont pozitív (kb. 2 °C-os) hőmérsékleti anomália észlelhető, vagyis a Budai-hegyek melegebbek a városkörnyékekhez viszonyítva.

A beépített területeken a délutáni órák hősziget-intenzitásának maximuma (2,5 °C) nyáron (júniusban) jelentkezik a városi területeken (3. ábra alsó grafikonja), amely a fokozottabb rövidhullámú besugárzással hozható kapcsolatba. A júniusi maximum mellett a nappali görbék éves menetét tekintve egy alacsonyabb (1,5 °C) mértékű másodmaximum is megfigyelhető februárban. Ebben a hónapban a hajnali órákban mért intenzitásokra is az átlagértékhez képest magasabb anomáliaérték jellemző. A beépített területeken a nappali átlagos intenzitást tekintve áprilisban és az őszi hónapokban (szeptemberben, októberben) városi hőtöbblet nem figyelhető meg, sőt áprilisban a felszínhőmérséklet átlagosan 1 °C-kal

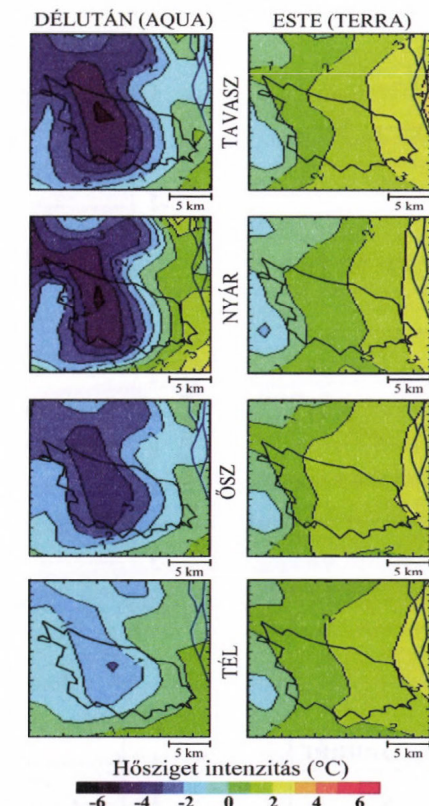
hűvösebb a városkörnyéki átlaghőmérsékletnél. A beépített területeken egész évben 3 °C körüli intenzitás volt jellemző az esti órákra.

A zöldterületek nappal mért átlagos intenzitásának éves menetében májusi minimum látható (3. ábra alsó grafikonja). Ezt követően a nyári hónapokban – a beépített területekkel szemben – nem figyelhető meg jelentős intenzitás-növekedés. Tehát a beépített területekhez képest egész évben jóval gyengébb intenzitás figyelhető meg, ami arra vezethető vissza, hogy az év jelentős részében a látens hőáram játszik fontos szerepet a terület energia-kicszerélődési folyamataiban. A zöldterületeken a nappali órákban mért átlagos intenzitás értékei télen a legmagasabbak – ekkor nem negatív a hősziget-intenzitás –, amely azzal magyarázható, hogy télen, amikor a talaj fagyott vagy hóval borított, az energiaegyenleg összes összetevője szenzibilis hővé alakul át, amely hővezetéssel a fákat vagy konvekcióval a légkört melegíti (Unger és Sümeghy, 2002).

Az éjszakai órákban végzett mérésekből meghatározott hősziget hatás évi ingadozása a nappalihoz képest jóval kisebb mértékű. Ennek oka, hogy az ehhez a napszakhoz tartozó sugárzási egyenleget csak a bejövő és a kimenő hosszuhullámú sugárzás határozza

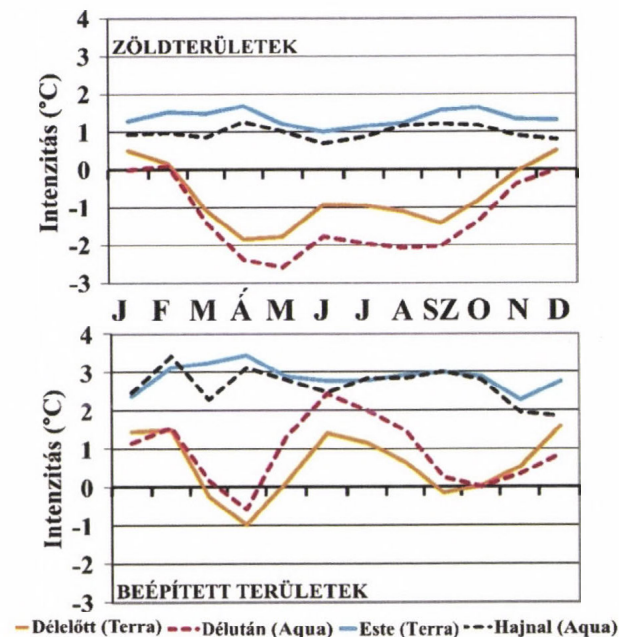
meg, mely nem olyan változékony, mint a rövidhullámú sugárzás. Ezért éjjel a felszínhőmérsékleti görbék amplitúdója is gyengébb. Az esti órákban mért intenzitások általában meghaladják a hajnali órákét, ám a különbség csekély, nem haladja meg a 0,5 °C-ot. Az éjszakai órákban mért intenzitásértékek a kerület egészére vonatkozóan jóval meghaladták a nappali intenzitásokat. A két napszakra vonatkozó intenzitások legnagyobb eltérése – mely a 3 °C-ot is meghaladta – áprilisban volt megfigyelhető (3. ábra).

A beépített és az erdős területek átlagos intenzitásai közötti legnagyobb különbség nyáron a délutáni órákban látható (4. ábra), ekkor kb. 4 °C eltérés volt tapasztalható. A zöld területeken a délelőtti intenzitás átlagos értékei 1 °C-kal meghaladták a délutáni átlagos intenzitást, a beépített területen pedig fordított volt a helyzet. Ez részben azzal magyarázható, hogy az erdős területek felmelegedésének az alacsonyabb szögben beérkező rövidhullámú sugárzás, míg a nagyobb beépítettségű városi területeken az összetett, akadályt képező objektumok miatt a felszínhőmérséklet emelkedésének a magasabb napállás kedvez. A kapott eredmények egyben azt is jelzik, hogy a rövid-



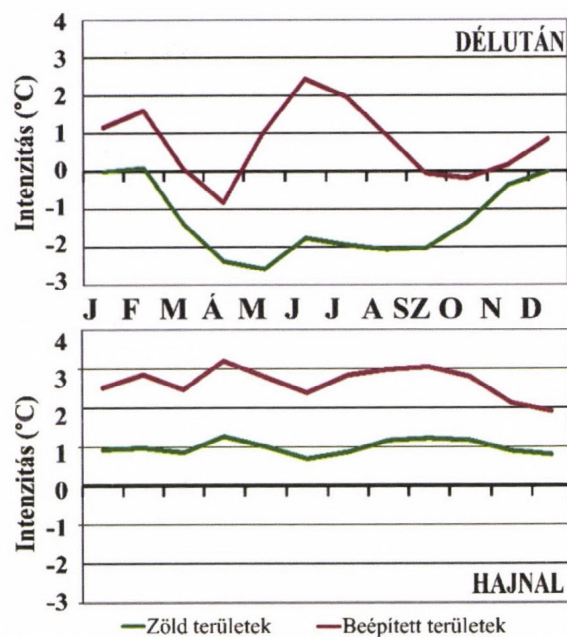
2. ábra: A városi hősziget átlagos évszakos szerkezete a XII. kerületben a Terra/MODIS 2001-2013, és az Aqua/MODIS 2003-2013 időszakra vonatkozó felszínhőmérsékleti mérései alapján

hullámú besugárzás növekedésével arányosan növekszik a vegetáció mérséklő, illetve a beépített területek városi hősziget erősítő hatása.

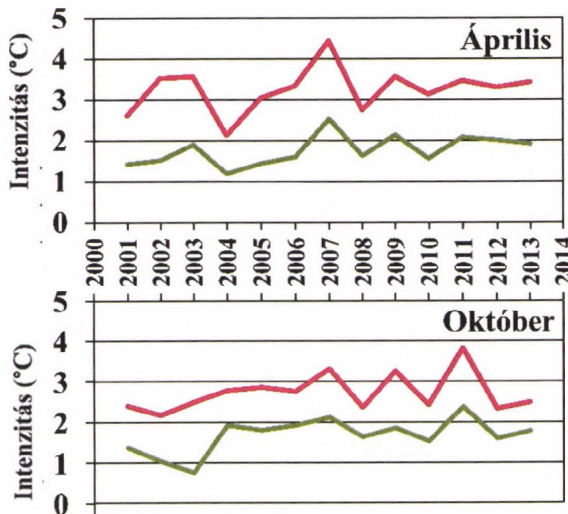
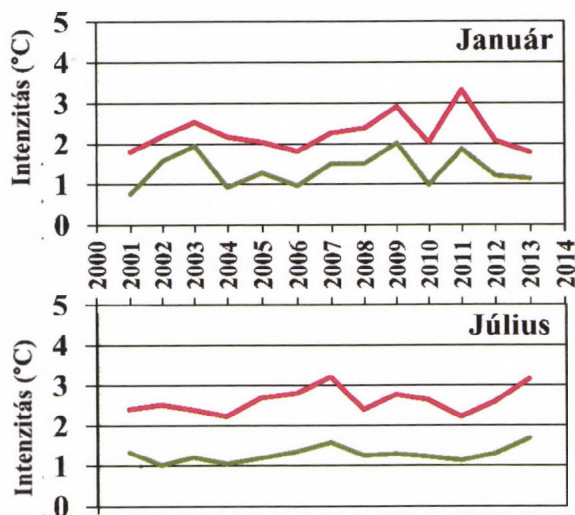


3. ábra: A beépített és a zöldterületek átlagos havi hősziget-intenzitásainak évi menete különböző időpontokban

Domborzati hatások megjelenése. Vizsgálataink során a zöldterületek osztályába sorolt rácscellák közül kiválasztottunk egy magasabban (424 m) és egy alacsonyab-



4. ábra: Beépített és zöldterületek átlagos havi hősziget-intenzitásainak évi menete 2003-2013 között Aqua/MODIS mérések alapján



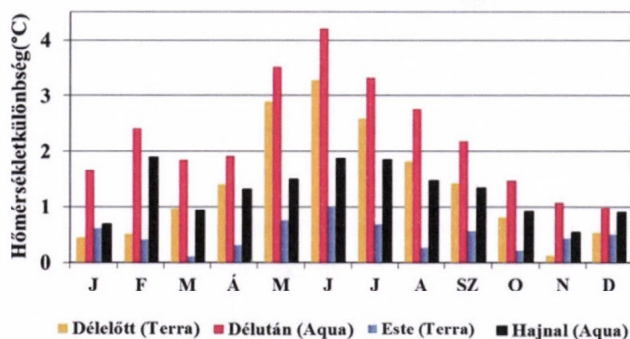
5. ábra: Beépített és zöldterületek esti hősziget-intenzitása Terra/MODIS mérések alapján

Az eddigiek alapján látható, hogy a beépített és az erdővel borított területek felszínhőmérsékleti intenzitásai a vizsgált napszaktól függően különböző erősségűek lehetnek. Az 5. ábrán e két terület esti intenzitásainak teljes 2001-2013 időszakra vonatkozó idősorait az évszakok középső hónapjaira jelenítettük meg. Az esti intenzitások értékeit vizsgálva megállapítható, hogy a legtöbb hónapban a beépített és a zöld területek görbéi közel párhuzamosan futnak, tehát az évek során közel azonos intenzitás-különbség tapasztalható a két terület között. A tavaszi-nyári időszakban ez mintegy 2 °C-os, míg az őszi hónapokban kb. 1-1,5 °C-os eltérést jelent.

ban fekvő (171 m) rácscellát, melyek összehasonlításával a domborzati viszonyok hatását elemeztük.

A két cella felszínhőmérsékleti értékeinek különbségét bemutató 6. ábra alapján megállapítható, hogy a legnagyobb eltérés leginkább a délutáni órákra jellemző. Emellett a délelőtti órákban is viszonylag nagy átlagos felszínhőmérsékleti eltérések tapasztalhatók. Tehát a különbségek elsősorban a rövidhullámú besugárzás változásával állnak szoros kapcsolatban. Jelentős eltérés (3-4 °C) leginkább a májustól júliusig tartó nyár eleji időszakban mutatható ki. Megfigyelhető továbbá, hogy a

hajnali, illetve a délutáni órákban detektálható átlagos felszínhőmérséklet-különbség mintegy 1-1,5 °C-kal nagyobb, mint a kora esti, illetve a délelőtti órákban.



6. ábra: Hegytetőn (424m), illetve völgyben (171m) fekvő cellák átlagos havi felszínhőmérsékletének különbségei a zöldterületeken különböző időpontokban

Összegzés. Vizsgálataink során az Aqua és Terra műholdon elhelyezett MODIS szenzorral végzett mérésekből származtatott felszínhőmérsékleti adatokat felhasználva termikus elemzést készítettünk Budapest tüdejének méltán nevezhető kerületéről, a Hegyvidékről. A Google Earth finomfelbontású műholdképei segítségével elhatároltuk a kerületen belül különböző sajátosságokkal rendelkező, összehasonlítható kívánt beépített és zöldterületeket. A különböző sugárzási tulajdonságokkal rendelkező területeken leginkább a vegetáció, illetve a domborzati viszonyok hatása volt szembevetendő. Elemzéseink során kapott eredményeink alapján az alábbi következtetéseket vonhatjuk le:

- A Budai-hegyvidék hűvösebb területei és a beépített területek tavaszi-nyári időszak nappali óráiban mért átlagos intenzitási értékei között akár 8 °C különbség is megfigyelhető volt. A kerületen belüli jelentős anomáliaértéket az eredményezi, hogy a hegyvidéki területek felszínhőmérséklete a városkörnyéki átlaghőmérsékletnél is alacsonyabb, míg a beépített területek felszínhőmérsékletében a városi területekre jellemző hőtöbblet észlelhető.
- A kerület hősziget-intenzitásának napszakoktól függő változását vizsgálva megállapítható, hogy a nappali órákban a kerület jelentős erdős részére negatív, illetve az éjszakai órákban pozitív intenzitási értékek jellemzők.

- Az átlagos nappali intenzitás havi átlagainak éves menetét tekintve a beépített területeken júniusi maximum (2,5 °C) volt megfigyelhető. Ezzel szemben az erdős területeken az eltérő energiaegyenlegből adódóan a májusi minimumot követően egész év folyamán a beépített területekhez képest jóval alacsonyabban alakult az egyes hónapok átlagos intenzitása. Az erdős és a beépített területek átlagos intenzitása közötti különbség a nyári hónapok nappali időszakában volt a legnagyobb (4 °C).
- Az eltérő tengerszint feletti magasságú területek átlagos felszínhőmérsékletének különbségeit vizsgálva a jelentősebb domborzati hatás a délutáni órákban, leginkább májustól júliusig (3–4 °C) volt tapasztalható.
- Az alacsonyabban fekvő területek havi átlagos hősziget-intenzitásai általában pozitív értéket vettek fel, míg a magasabban fekvő területek felszínhőmérséklete minden évben alacsonyabb volt a városkörnyéki átlaghőmérsékletnél.

Köszönetnyilvánítás. A műholdas felszínhőmérsékleti adatbázis előállítására és rendelkezésre bocsátására az amerikai NASA-nak köszönhető, melyhez a Földfelszíni Megfigyelőrendszer Adatközpontján keresztül jutottunk hozzá. A dolgozat keretében végzett kutatásokat támogatta az AGRÁRKLIMA2 projekt (VKSZ_12-1-2013-0034) és az OTKA K-109109 számú kutatás.

Irodalom

- Dezső Zs., Bartholy J., Pongrácz R., 2005: Satellite-based analysis of the urban heat island effect. *Időjárás* 109, 217–232.
- Dezső Zs., Bartholy J., Pongrácz R., Lelovics E., 2012: Városi hősziget vizsgálatok műholdas és állomási mérések alapján. *Légkör* 57, 170–173.
- Kern A., Bartholy J., Pongrácz R., 2005: Az ELTE Környezetfizikai Tanszékcsoport műholdvevő állomása. *Légkör*, 50 18–21.
- Pongrácz R., Bartholy J., Dezső Zs., 2006: Remotely sensed thermal information applied to urban climate analysis. *Advances in Space Research* 37, 2191–2196.
- Pongrácz R., Bartholy J., Dezső Zs., 2010: Application of remotely sensed thermal information to urban climatology of Central European cities. *Physics and Chemistry of Earth* 35, 95–99.
- Probáld F., 1974: Budapest városklímája. *Akadémiai Kiadó*, Budapest. pp. 126
- Unger J., Sümegehy Z., 2002: Környezeti klimatológia. *Szegedi Tudományegyetem, Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék*, Szeged. pp. 202

AZ EUMETSAT ÉGHAJLAT-MEGFIGYELŐ MUNKACSOPTJÁNAK (CM SAF) TEVÉKENYSÉGE ÉS ALKALMAZÁSAI

ACTIVITY AND APPLICATIONS OF EUMETSAT SAF ON CLIMATE MONITORING (CM SAF)

Dobi Ildikó, Kerényi Judit

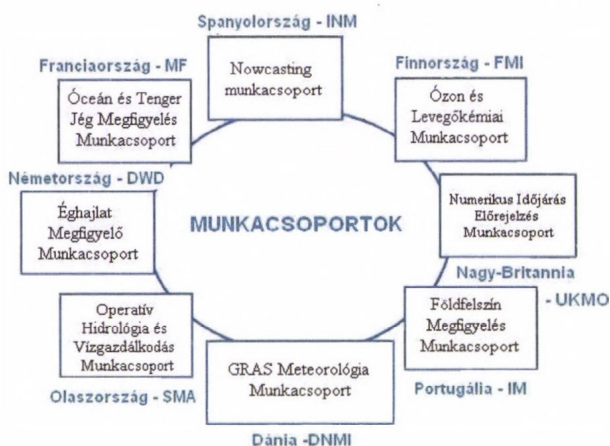
Országos Meteorológiai Szolgálat, 1024 Budapest Kitaibel Pál utca 1., dobi.i@met.hu, kerenyi.j@met.hu

Összefoglalás. Az időben és térben finom felbontású műholdas idősorok az előrejelző, éghajlati és hatásvizsgáló modellek fontos adatforrásává váltak. A cikk áttekintést nyújt a műholdas mérésekből származó klíma adatok és produktumok előállítására, archiválására, és közzétételével foglalkozó klíma munkacsoport (CM SAF) tevékenységeiről. Bemutatja, hogyan lehet elérni a publikus adatokat és a feldolgozásukhoz szükséges szabad felhasználású szoftvereket. A felszínre érkező rövidhullámú sugárzás (SIS) példáján keresztül néhány alkalmazás illusztrálja a napenergia hasznosítással összefüggő fejlesztéseket.

Abstract. High resolution satellite images has become an important source of forecasting-, climate- and impact assessment models. The paper provides an overview of CM SAF activities on satellite monitoring based climate data and products evaluation, archiving and dissemination processes. It summarizes shortly how to access the free data, products and tools. Some examples based on Surface Incoming Shortwave radiation (SIS) products illustrates the developments on solar energy utilization.

Az éghajlatváltozás példátlan összefogásra készíti a tudományt. A meteorológia működésének alapfeltétele a megfigyelő, modellező és előrejelző hálózatok összekapcsolódása. Az aktuális fejlesztési irányok szerint a szakmai nemzetközi szervezetek globális hálózatai sorra kapcsolódnak más tudományterületek rendszereihez. A ko-

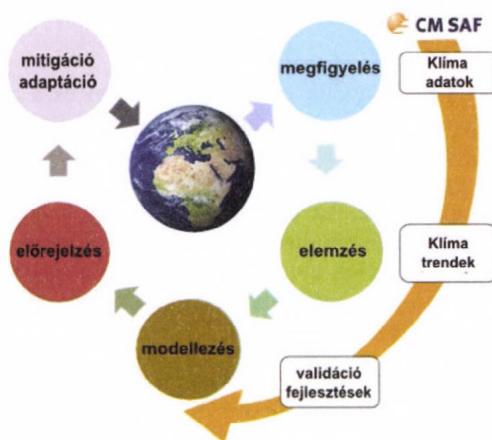
Az európai hálózatnak kulcs szereplője az EUMETSAT¹. Nyolc olyan kiemelt témakör van, amely köré nemzetközi munkacsoportok (SAF-ok) algoritmusokat és szoftvereket fejlesztenek (1. ábra). Köztük az éghajlattal összefüggő fejlesztések a CM SAF² munkacsoporthoz tartoznak. A CM SAF feladata az éghajlat megfigyelések tá-



1. ábra: Az EUMETSAT nemzetközi munkacsoportjai (SAF-ok), (Putsay és Kocsis, 2009)

rábbinál jóval komplexebb új hálózatok a légkör megfigyeléstől az éghajlati szolgáltatásokig minden rendelkezésre álló információt egységbe szervezve fogják segíteni a megelőzést és a felkészülést.

A műholdas megfigyeléseknek fontos szerepük van a monitoring fázisban, mivel a térben és időben nagyfelbontású adatok a különféle modellek input adatbázisául szolgálnak.



2. ábra: A CM SAF filozófiája az éghajlati megfigyelésben és kutatásban betöltött szerepéről (http://www.cmsaf.eu/EN/Overview/Philosophy/Philosophy_node.html)

mogatása olyan hosszú, verifikált, nagy felbontású és jó minőségű adatsorokkal, melyek az éghajlat változékonyságának és változásának megértését, modellezését segítik (2. ábra). Emellett a klíma modellek verifikációs igényeit és a társ tudományok hatásvizsgálati modelljeit is kiszolgálják. Végül olyan információs bázis kifejlesztése a stratégiai cél, amely infrastruktúrák tervezésére

¹ EUMETSAT – Meteorológiai Műholdak Hasznosításának Európai Szervezetében (www.eumetsat.int)

² CM SAF – Éghajlati-megfigyelő Munkacsoport (http://www.cmsaf.eu/EN/Home/home_node.html)

vagy politikai döntésekhez egyaránt felhasználható. Ugyancsak lényeges szempont, hogy minden adat és a produktum a világhálón publikusan elérhető.

A CM SAF a hosszú távú fejlesztési céljait az éghajlati adatokat gyűjtő és felhasználó legfontosabb nemzetközi programokkal összehangoltan alakítják ki. Ezek közé tartozik a WMO³ három klíma programja: a tagállamok éghajlati adatait összesítő GCOS⁴ és a két klíma kutatási program a WCP⁵ és a WCRP⁶ műholdas adatigénye, továbbá a környezeti adatokat rendszerező GEO⁷ és az Európai Bizottság Föld Megfigyelési és Monitoring Programja, a Copernicus⁸. A GCOS-on keresztül az IPCC⁹ és a klímapolitikai testület a UNFCCC stratégiai törekvéseit is támogatják az éghajlati adatsorokkal és produktumokkal.

A CM SAF munkacsoport 1999-ben a német szolgálat (DWD) vezetésével kezdte meg a tevékenységét. Tagjai a holland, az angol, a belga, a svájci, a svéd és a finn meteorológiai szolgálatok. Az Európai Középtávú Előrejelző Központ (www.ecmwf.int) közreműködik az operatív produktumok előállításában. A program 3 és 5 éves szakaszokból épül fel, jelenleg a 2012-2017 időszakot lefedő, a második fejlesztési és operatív fázisban tart. A csapat gondoskodik az adatminőség és produktum fejlesztésekről, valamint az archiválás és elosztási munkafázisok folyamatos működtetéséről.

A CM SAF legfontosabb terméke a klíma adatbázis, amely a GCOS (GCOS 138) által meghatározott, a globális energia és víz ciklus tanulmányozását megalapozó meteorológiai paramétereket (ECV)¹⁰ foglalja magába. A produktumok két csoportja különítendő el. A környezeti adatok¹¹ (EDR) melyek a mérés követő néhány hónapon belül „Operatív Products” címszó alatt válnak hozzáférhetővé. Fontos megjegyezni, hogy ezeken az adatokon csak gyors eljárásokkal elsődleges kalibrációt végeznek, ezért nem alkalmasak trend vizsgálatokra.

A másik csoport átlagosan két évvel a mérés után válik hozzáférhetővé. A „Climate Data Records” (CDR) megfelelnek az éghajlati idősorok elé állított szigorú kritériumoknak. Ismert, hogy az éghajlat megbízható statisztikai vizsgálatához hosszú idősorok szükségesek, ami a WMO ajánlása szerint legalább 30 évnvi megfigyelést jelent. Az első *Meteosat* műholdat 1977-ben állították pályára, így több adatsorra már elméletileg teljesül ez a kritérium.

A kalibráció és a homogenizálás hosszadalmas, összetett feladat, amelyet reprezentatív felszíni mérésekkel történő verifikációk felhasználásával végeznek a szakértők. A minőségileg ellenőrzött klíma adatsorok egyesítik a szárazföldi nagy pontosságú ám sporadikus pontszerű mérések és a műholdokról végzett háromdimenziós, időben és térben nagy felbontású, de kevésbé pontos mérési technikák előnyeit.

A mérések két geostacionárius (MFG, MSG) és öt poláris pályán mozgó (METOP, az amerikai NOAA, Aqua, Terra és DMSP) műholdcsalád kilenc műszerének az adatait használják fel. Mint ismeretes a geostacionárius műholdak átlagosan 35 786 km magasságban keringenek, és 15 percnként áll rendelkezésre felvétel. A poláris műholdak pályája lényegesen alacsonyabb (850 km), adott hely felett naponta jellemzően két alkalommal haladnak át.

A munkacsoport produktumai alapvetően négy csoportba sorolhatók (*Putsay és Kocsis*, 2009). A felszíni és a légkör tetején lévő sugárzási komponensek együtt a sugárzási egyenleg összes paraméterét tartalmazzák, készülnek továbbá különféle nedvesség és felhőzet karakterisztikák.

Az adathozzáférés a nyilvános Produktum Navigátor (Web User Interface, www.wui.cmsaf.eu) felhasználóbarát felületén keresztül lehetséges. Az említett regisztrációt követően bárki megrendelheti a számításaihoz szükséges operatív (EDR), vagy klíma (CDO) adatokat. Jelenleg 41 produktum közül lehet válogatni, melyek különféle hosszúságú időszakokat fednek le. A leghosszabb (CLARA-A1) adatbázis jelenleg 28 évre tartalmaz sorokat. Szintén produktumtól függően hat féle idő léptékben (napi, heti, pentád, havi pillanatnyi és órás) adatokat lehet lekérni. A műhold pályája és a szenzora meghatározza a tíz féle térbeli kivágatot, ez pedig megszabja mekkora a produktum térbeli felbontása, jellemzően 3 és 90 km közötti érték. Minden produktum elkészül *netCDF* formátumban.

1. táblázat: A klíma adatbázisban rendelkezésre álló havi SIS produktumok

Műhold	Szenzor	Térbeli felbontás	Időszak	Időbeli felbontás	Adatbázis
MFG	MVIRI	0,03°*0,3°	1983.01.01-2005.12.31	órás, napi, havi	MAGICSOL
MSG	STA/GERB	0,05°*0,05°	2006.01.01-2011.12.31	napi, havi	TOA
NOAA	AVHRR	0,25°*0,25°	1982.01.01-2009.12.31	napi, havi	CLARA-A1

A CM SAF sajátossága, hogy az adatok feldolgozását és megjelenítését nyílt forráskódú szoftverek támogatják (pl. CDO és a statisztikai számításokra kifejlesztett „R” programcsomag, letöltés www.cmsaf.eu/tools), a munkacsoport szakértői által kidolgozott szkriptek úgyszintén publikusak. Az EUMETSAT oktatási felületén (<http://training.eumetsat.int/>) keresztül érhető el a CM-SAF közösségi oldala, ahol videók és szakanyagok segítik az érdeklődőket az alkalmazásban, egyéni kérdésekre a fórumon lehet választ kapni. A tréning anyagok bizonyítják, hogy a globálistól a lokális skáláig az oktatásban, az éghajlatkutatásban, és operatív előrejelzésben is sokrétűen felhasználhatóak az adatok. A WUI használatát értékelő statisztikák szerint a legtöbben a globálsugárzással kapcsolatos feldolgozásokat végzik. Az alábbiakban erre mutatunk be néhány példát.

A felszínre érkező rövidhullámú sugárzás (SIS) idősorokat az első generációs *Meteosat* műholdak (MFG) MVIRI, a második generációs műholdak (MSG) SEVIRI és GERB érzékelői, valamint a (NOAA) AVHRR mérésekből állítják elő az 1. táblázatban látható időbeli, és térbeli felbontásban.

³ WMO – Meteorológiai Világszervezet (www.wmo.int)

⁴ GCOS – Globális Klíma Megfigyelési Rendszer

⁵ WCP – Világ Klíma Program

⁶ WCRP – Világ Klíma Kutatási Program

⁷ GEO – Föld Megfigyelési Csoport

⁸ korábbi GMES (Global Monitoring for Environment and Security)

⁹ IPCC – Klímaváltozás Kormányközi Testület

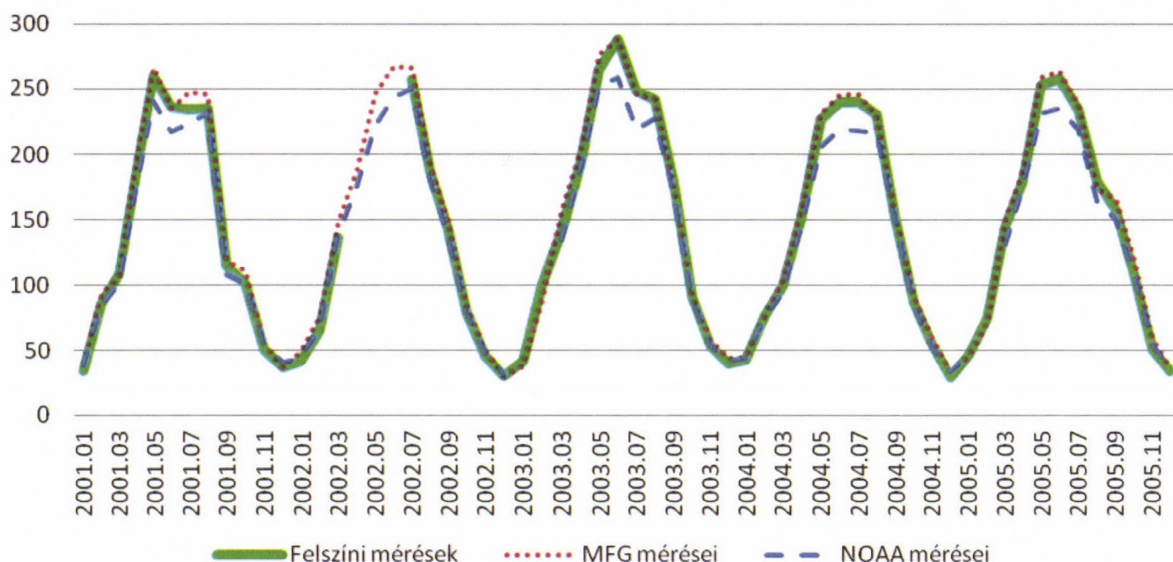
¹⁰ ECV – Essential Climate Variables

¹¹ EDR – Environmental Data Records

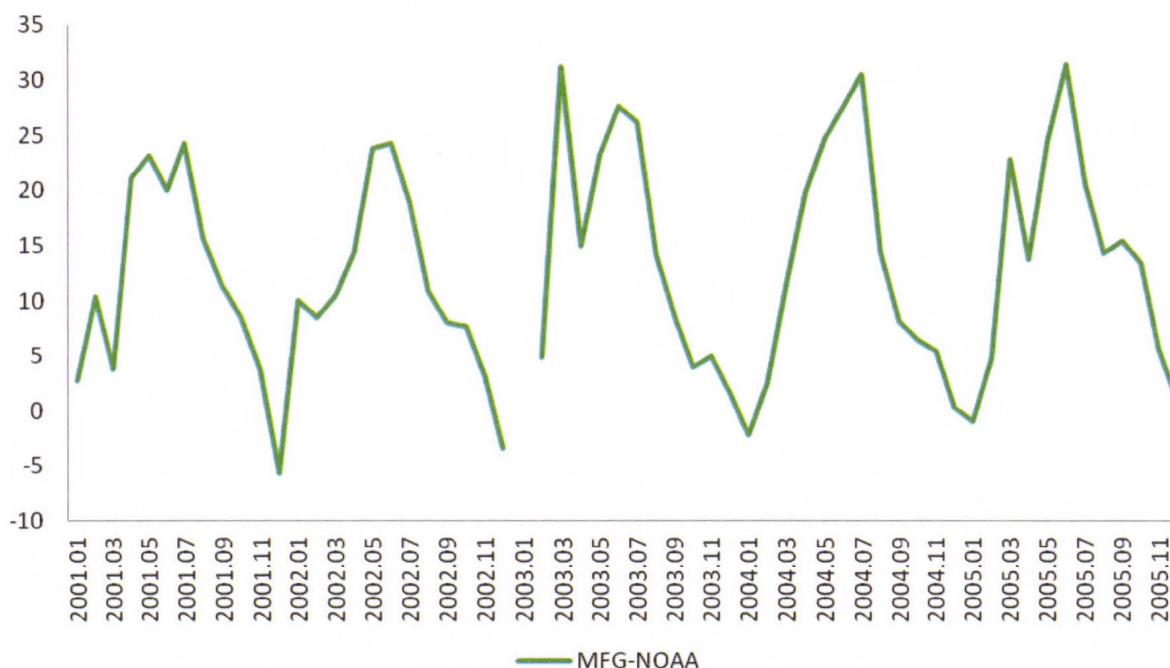
A felszíni mérések nyilvánvalóan pontosabbak, perces időbeli felbontásban is rendelkezésre állnak, azonban előfordulhat, hogy a mérés során az érzékelőt szennyeződés, pára vagy hó borítja, esetenként tereptárgyak árnyékolása torzíthatja az adatot (JRC). A területi interpoláció szintén tartalmazhat becslési hibákat.

ját nem reprezentálja a mérés. A harmadik ok az alacsony napállás, különösen a magas földrajzi szélességeken okozhat jelentős hibát.

A felszíni és műholdas adatok összehasonlítását Pátkainé (2014) vizsgálatában az OMSZ nyolc legmegbízhatóbb globálsugárzás adatsor (Debrecen, Szeged, Eger, Kec-



3. ábra: Felszíni és műholdas SIS havi értékek különbsége Budapest-Lőrincre



4. ábra: MFG és NOAA mérésekből származó SIS havi átlagok eltérései 2001 és 2005 között

A műholdak érzékelői a sugárzásnak a világűrbe visszavert részét érzékelik. A paramétereket érzékelőktől függően eltérő koncepciójú algoritmusokkal határozzák meg, melyek részletes leírása és verifikációja az adatlekerő felületen érhető el. A műholdas távérzékelés során a három legjellemzőbb hibaforrás a hóborítottság, mivel a fényességi értékek alapján a havas területeket felhőnek érzékeli a műszer. Hegyvidéki területeknél adott pixelen belül eltérő magasságú helyekre jutó sugárzás kontraszt-

kemét K-pusztá, Budapest-Lőrinc, Nagykanizsa, Győr és Baja) felhasználásával végezte el. A talajközeli mérésekhez viszonyítva a geostacionárius műholdnál szignifikáns felülbecslést, a kvázipoláris műholdnál alulbecslést figyelt meg (3. ábra).

A magyarországi pixelekre vonatkozóan az MFG és NOAA műholdak méréseiből származó havi SIS adatok eltérése a nyári hónapokban jellemzően 6–30 W/m² kö-

zotti értéknek adódott. A különbségre a vizsgált 2000 január és 2005 december időben enyhén növekedő trend jellemző (4. ábra). Az MFG felülbecslésének és a NOAA alulbecslésének a szakirodalmak szerint több oka lehet. Az MFG validációs tesztjei a teljes (23 évnyi) adatsorra $+8,19 \text{ W/m}^2$ átlagos abszolút hibát (MAB) mutatnak a felszíni (GEBA) adatbázishoz képest.

A pozitív eltérést az aeroszol koncentrációidőbeli változásának elhanyagolása, és a műhold pixel és a pontszerű mérés közötti illesztési hiba válthatja ki (Sanchez-Lorenzo et al., 2013). Másik oldalról a NOAA műholdak napi négy átvonulása kevés az átlagképzéshez, emellett gyakoriak az adathiányok, mindez a kvázipoláris műhold adatokból származtatott trend becslések bizonytalanságát növeli. Emellett a verifikációs vizsgálatok szerint a felhőzet mennyisége túlbecsült

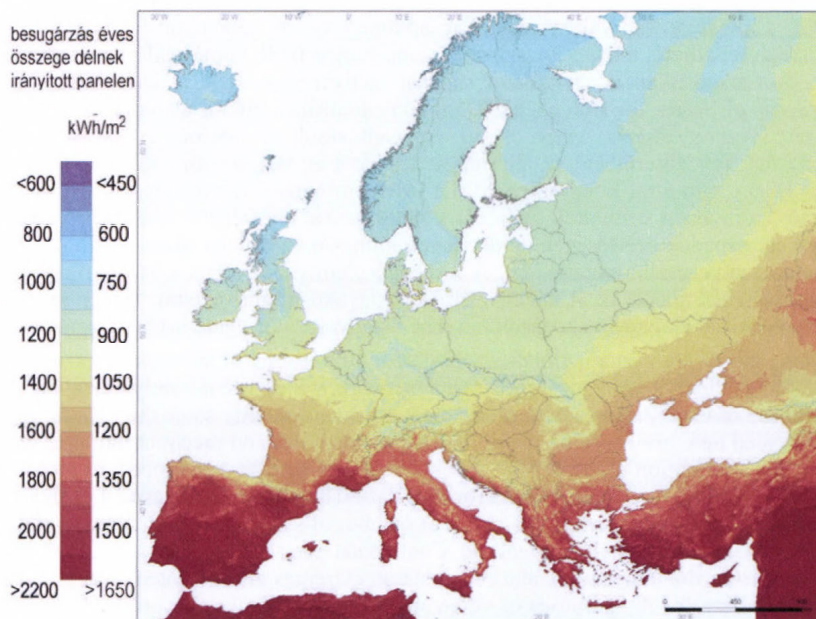
(Karlsson et al., 2008), ebből következik, hogy a rövidhullámú beeső sugárzás értékei alulbecsültek. A gyakorlatban a CM-SAF SIS alkalmazások többsége az időben nagy felbontású, geostacionárius műholdak infravörös és látható méréseit használja fel.

A hibák csökkentése érdekében a műholdképeket a jó minőségű felszíni mérések felhasználásával korrigálják. A JRC elemzése szerint a korrekciót követően az átlagos eltérés 5%-on belül marad. A minőségi műholdas sugárzás adatokat a napenergiát hasznosító rendszerek helykilválasztáshoz, költség haszon becsléséhez, monitoring és kontroll célokra alkalmazzák. Évről évre növekszik a napenergia szolgáltatásokat nyújtó szabad felhasználású programcsomagok száma. A Meteosat mérések alapján előállított HelioClim adatbázist használja fel például a SoDA projekt (<http://www.soda-is.com/eng/index.html>) A linken a sugárzási térképek között megtalálható az Európai Bizottság (DG-XII) felkérésére 2000-ben publikált Európai Nap Sugárzási Atlasza (ESRA). Ez utóbbi 691 felszíni állomás (1981–1990) adatai alapján készült havi globálisugárzás térképek sorozatát tartalmazza. A fotovillamos rendszerek elterjedésének támogatására az Európai Kutatási Központ PVGIS platformot hozott létre (<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>). A CM-SAF Meteosat adatokból Európa (Afrika és Dél-Nyugat Ázsia) minden

országára külön-külön publikusan elérhetőek a vízszintes és az optimálisan ferde felületre jutó sugárzás értékek térképes formában (5. ábra). Emellett az interaktív felületen egyedi és hálózatra csatlakozó PV eszközök paramétereinek a beállításával teljesítménybecsléseket számol a szoftver.

A globálisugárzás európai trendjeit elemző disszertáció (Bartók, 2014) eredményei szerint Közép Európa térsé-

gére a 2050-2075 időszakra (az ECHAM, GIS-ER és MRI) klíma modellek egyaránt jelentős növekedést prognosztizálnak. A napenergia potenciál növekedése hozzájárul a megtérülési idő rövidüléséhez, ez pedig minden bizonnyal elősegíti a napenergiát hasznosító berendezések elterjedését. Mindez szükségessé teszi a témában a további kutatást, fejlesztést, a hazai igények meteorológiai kiszolgálásának a kidolgozását.



5. ábra: Fotovillamos napenergia potenciál az európai országokban
(http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/cmmaps/eu_cmsaf_opt/PVGIS_EU_201204_publication.png)

Irodalom

- Bartók, B., 2013: A globálisugárzás változásai Európában. PhD értekezés
- Karlsson, K-G., Willén, U., Jones, C. and Wyser, K., 2008: Evaluation of regional cloud climate simulations over Scandinavia using a 10-year NOAA Advanced Very High Resolution Radiometer cloud climatology. *Journal of Geophysical Research* 113, 323-356
<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2007JD008658/pdf>
- ESRA, 2000: European Solar Radiation Atlas
- JRC: PVGIS radiation databases (http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/databasehelp_en.html)
- Putsay, M. és Kovács, Zs. (szerk.), 2009: Az EUMETSAT által műholdadatokból származtatott légköri és felszíni paraméterek. OMSZ kiadvány
- Pátkainé Rusznyák, R., 2014: EUMETSAT CM-SAF sugárzás produktumok validálása felszíni globálisugárzás adatokkal. MsC szakdolgozat
- Sanchez-Lorenzo, P., Trentmann, J. and Wild, M., 2013: Validation of monthly surface solar radiation over Europe derived from the CM SAF dataset against homogenized GEBA series (1983–2005) *AIP Conference Proceedings*, 1531 (432).

A KLÍMAVÁLTOZÁS MAGYARORSZÁGI JELEI OBSERVED CLIMATE CHANGE IN HUNGARY

Lakatos Mónika, Bihari Zita, Szentimrey Tamás

Országos Meteorológiai Szolgálat, 1525 Budapest Pf. 38, lakatos.m@met.hu, bihari.z@met.hu, szentimrey.t@met.hu

Összefoglalás. A közelmúlt éghajlati tendenciáinak megismerése meteorológiai mérések, megfigyelések elemzésével lehetséges. Az éghajlati adatok forrása a meteorológiai mérőhálózat, ami folyamatosan változott az idők során. Az OMSZ (Országos Meteorológiai Szolgálat) klimatológiai adatbázisa ennek megfelelően a mérések kezdetétől felhalmozott, jellegében és minőségében is folyamatosan változó adatokat tartalmaz. Az itt bemutatott tendencia elemzésekhez az OMSZ elektronikus adatbázisában fellelhető, a teljes 20. századot napjainkig átívelő hőmérsékleti és csapadék idősorokat használtuk. A trendbecslést és a szignifikancia vizsgálatot minden esetben megelőzte a Szentimrey Tamás által kidolgozott MASH (Multiple Analysis of Series for Homogenization) homogenizálási eljárás alkalmazása, ami az adathibák és inhomogenitások kiszűrésére alkalmas eljárás. Az évi és évszakos változások becsléséhez az országos átlagokat rácsponti értékek átlagaként értelmeztük, így elkerülhető az állomások számától és helyzetétől való függés. A rácsponti értékeket a Szentimrey Tamás és Bihari Zita által kifejlesztett MISH (Meteorological Interpolation based on Surface Homogenized data basis) interpolációs módszerrel számoltuk. A lineáris trendbecslést konfidencia intervallumok megadásával egészítettük ki. A hőmérsékleti és csapadék szélsőségek tendenciáit a klímaváltozás detektálása céljából definiált extrém klímaindexek idősorainak elemzésén keresztül mutatjuk be. A tendencia elemzések szerint a hazai hőmérsékleti változások a globális tendenciákkal összhangban alakultak. A meleg szélsőségek gyakoriságnövekedése és a hideg szélsőségek csökkenése a melegebb tendenciát erősíti. A csapadékváltozások kevésbé bizonyosak térségünkben a vizsgált időszakban.

Abstract. Understanding the recent climatic trends is possible by the results of analysis of meteorological measurements. The source of climate data is the meteorological monitoring network, which is constantly changing over time. Accordingly the climatological database of OMSZ stores data of different types and quality since the beginning of the measurements. The trend analyses presented here are based on the digitalized temperature and precipitation time series for the entire 20th century to the present. The application of the MASH (Szentimrey) homogenization procedure preceded the trend estimates in each cases to eliminate the inhomogeneities and erroneous data. The annual and seasonal changes are interpreted as the averages of trend values over the grid, to avoid the effect of number of stations. The gridding of station data was executed by MISH (Szentimrey and Bihari) interpolation method. Confidence intervals are also added to the point estimation of the linear trends. The tendencies in the temperature and precipitation extremes are presented through the trends of several pre-defined extreme climate indices for the purposes of detecting of climate change. According to the results the temperature changes are in accordance with global trends. The increasing warm extremes and decreasing cold extremes confirm the warming. The changes in precipitation are less certain in our region in the period under review.

Az adatok eredete. A meteorológiai adatsorok elemzésével megismerhetjük, és folyamatosan nyomon követhet-

jük hazánk éghajlatának jellemzőit, tetten érhetjük az éghajlat hosszú távú megváltozásának jeleit.

Az OMSZ adatarchívumában tárolt, korábban évkönyvekben, ma már digitálisan rendezett adatok képezik a nemzeti éghajlati adatbázist, amely nemzeti kincs, és egyedüli hiteles alapja az ország

éghajlatát vizsgáló tanulmányoknak, kutatásoknak, valamint nélkülözhetetlen információkat nyújt a környezeti állapot egyéb szempontú értékeléseihez is. Az éghajlati adatbázis fenntartása, fejlesztése, az adatok minőségellenőrzése, a régi, papíron rögzített adatok digitalizálása állandó feladatot jelent az OMSZ számára.

Reprezentatív éghajlati adatsorok előállítás. A szervezett meteorológiai mérések kezdete óta a műszerek, a

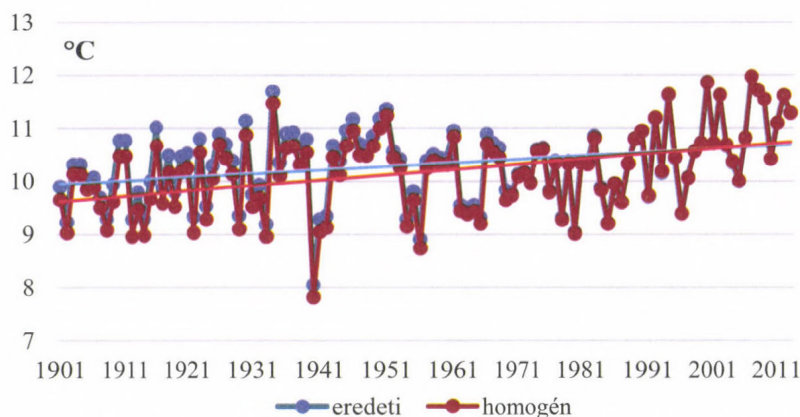
mérési körülmények és a mérések időpontja is többször változtak. Az éghajlati feldolgozásokhoz, vizsgálatokhoz

ugyanakkor jó minőségű, térben is kellő részletességgel ismert adatokra van szükség.

A változó mérési körülmények, például állomás áthelyezés, a mérési időpont megváltozása vagy műszercsere indokolatlan törést, inhomogenitást eredményezhetnek a mért adatsorokban. Az

esetleges hibák és inhomogenitások téves következtetésekre vezethetnek a nyers adatsorokon alapuló éghajlati elemzések során. Az automatikus adatellenőrzés és korrekció, az adathiányok pótlása homogenizálási, adatellenőrzési eljárás alkalmazását teszi szükségessé.

Jó minőségű, ellenőrzött, térben és időben egyaránt reprezentatív adatsorok előállítása érdekében a nemzeti me-



1. ábra: Az eredeti és a homogenizált országos éves középhőmérsékletek alakulása 1901-től 2013-ig a lineáris trenddel

teorológiai szolgálatok többsége foglalkozik homogén adatsorok előállításával (Venema, 2010).

Az OMSZ Éghajlati Osztályán is készült egy matematikailag megalapozott, nemzetközileg elismert és széles körben alkalmazott módszer, a Szentimrey Tamás által kifejlesztett MASH

(*Multiple Analysis of Series for Homogenization*).

Az eljárás alkalmazása lehetővé teszi, hogy egy-egy állomás adatait úgy vizsgálhasuk, mintha a mérések mindig a jelenlegi mérőhelyen, azonos körülmények között folytak volna (Szentimrey, 1999).

A nyers és a homogenizált adatokra illesztett trend értéke eltér, ez utóbbi meredekebb hőmérsékletemelkedést mutat (1. ábra).

Az eredeti adatok 0,75 °C-os, míg a homogenizált adatok 1,11 °C-os változást mutatnak. Több állomásunk a hatvanas években hűvösebb, külvárosi környezetbe költözött, főként ez az oka annak, hogy az eredeti sorok ezt megelőzően magasabb hőmérsékleti viszonyokat jeleznek.

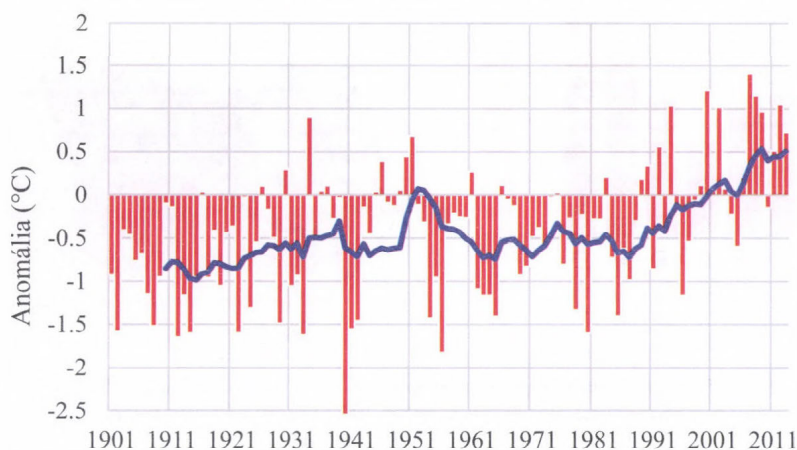
Az adatminőség mellett fontos szempont az állomáshálózat sűrűsége is. A mérőhálózatok egyik fontos ismérve, hogy az állomási adatok felhasználásával milyen pontosan tudjuk reprodukálni a meteorológiai mezők értékeit, azok térbeli eloszlását. Ezért fontos a homogenizálás mellett egy másik matematikai statisztikai módszer, az interpoláció alkalmazása, melynek segítségével tetszőleges, mérésel nem rendelkező helyen valamely meteorológiai elem értékére becslést adhatunk a mérőhálózat adatainak ismeretében. Így az egész országra kiterjedően készíthetünk a

térbeli eloszlást megjelenítő térképeket. Az Éghajlati Osztályon Szentimrey Tamás és Bihari Zita által kidolgozott, kifejezetten meteorológiai elemek interpolációjára kifejlesztett eljárás a MISH (*Meteorological Interpolation based on Surface Homogenized data basis*, Szentimrey és Bihari, 2007).

Az itt bemutatott elemzésekhez a MISH és MASH eljárások alkalmazása garantálja a jó minőségű, térben és időben reprezentatív adat-sorok használatát.

Hőmérsékleti tendenciák. A több mint egy évszázadra kiterjesztett vizsgálatok azt mutatják, hogy a hazai változások a hőmérséklet tekintetében jól illeszkednek a világméretű tendenciákhoz (WMO, 2014). A múlt század eleje óta tapasztalt 1,11 °C-os országos mértékű emelkedés (1. táblázat) meghaladja a globális változás 0,89 °C-ra becsült mértékét (IPCC, 2013).

A 2. ábra mutatja az évi középhőmérsékletek anomáliáinak alakulását 1901-től. Az ezredforduló utáni évek, különösen a legutóbbi tíz év jellemzően pozitív eltérést mutat. Az 1. táblázat az évi és évszakos változásokat tar-



2. ábra: Az évi országos átlaghőmérsékletek anomáliáinak alakulása 1901-től 2013-ig az 1981-2010-es normál időszakhoz viszonyítva, a tízéves mozgó átlag görbéjével



3. ábra: Az évi átlaghőmérséklet (°C) változása 1983 és 2012 között

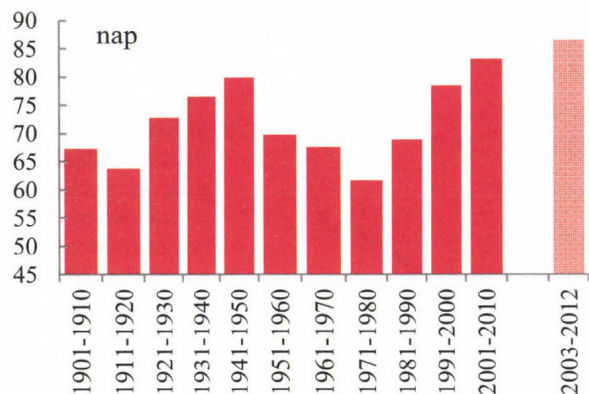
1. táblázat: Az évi és évszakos hőmérsékleti változások (°C) a 90%-os megbízhatósági intervallumokkal a múlt század elejétől és a nyolcvanas évektől, lineáris trendmodell szerint. A szignifikáns változást kiemelés jelöli.

	év	tavas	nyár	ősz	tél
1901-2013	1,11 (0,75, 1,48)	1,22 (0,64, 1,82)	1,44 (0,94, 1,93)	0,79 (0,19, 1,39)	0,77 (0,02, 1,52)
1981-2013	1,35 (0,75, 1,95)	1,04 (0,42, 2,37)	2,05 (2,25, 2,86)	1,0 (0,11, 1,89)	1,21 (-0,52, 2,94)

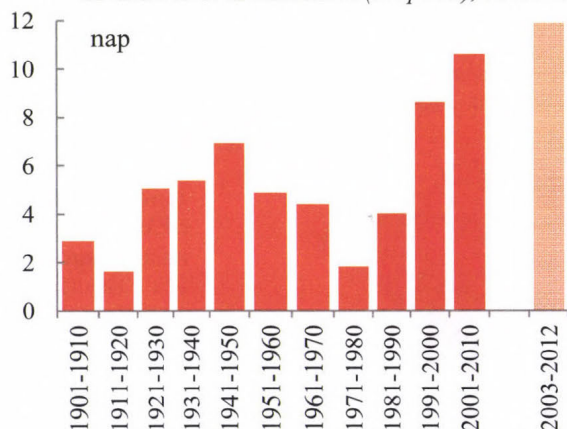
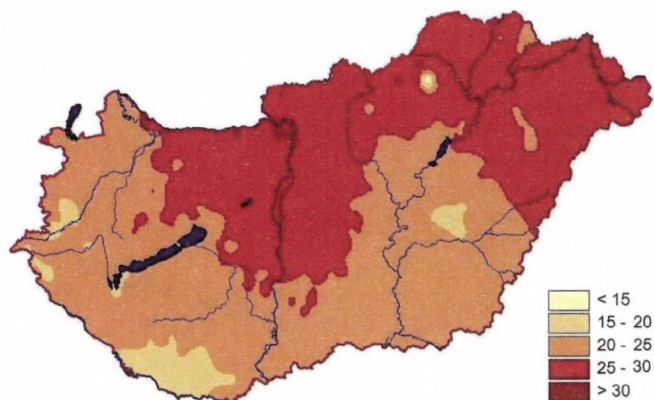
talmazza a rendelkezésre álló leghosszabb sorokon, valamint az utóbbi évtizedekre, 1981-től, ami a legutóbbi intenzív melegedési időszak globálisan és térségünkben is. A becsült változások mellett feltüntettük azt a megbízhatósági intervallumot is, amibe a változás 90%-os megbízhatósággal esik. Egyedül a téli változás nem éri el a statisztikailag szignifikáns mértéket a rövidebb soron, egyébként az évszakos és az éves változások is mind szignifikánsak.

A melegedés nem egyenletes az ország különböző régióiban (3. ábra). A legutóbbi harminc éves időszakban a keleti, északkeleti országrész melegedett a legnagyobb mértékben, több mint $1,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ -kal. Emellett az ország kö-

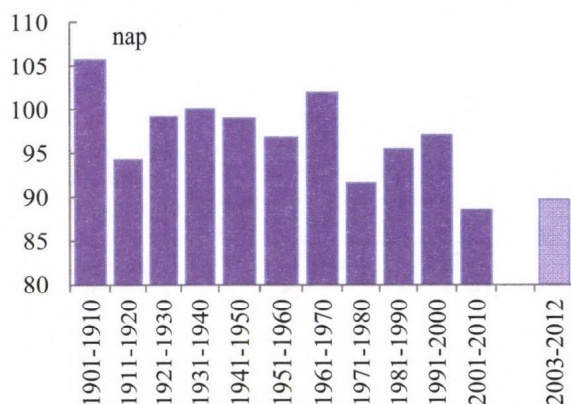
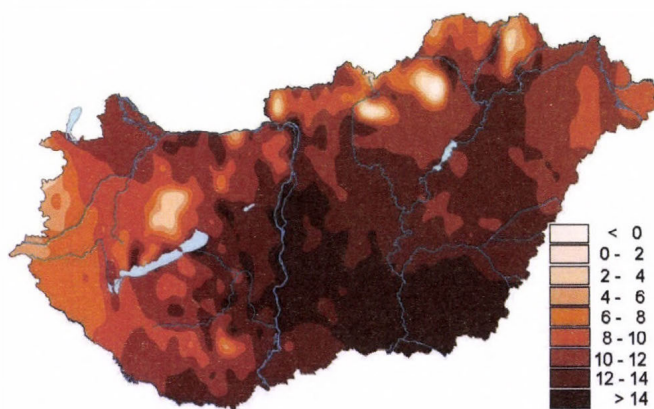
A hőmérsékleti szélsőségek változása. Az 1950 óta rendelkezésre álló megfigyelések bizonyítják néhány éghajlati szélsőség mértékének és előfordulási gyakoriságának megváltozását globálisan (IPCC, 2011). Az üveg-



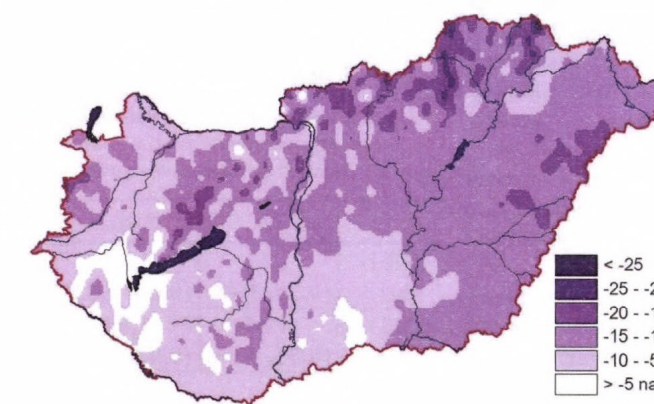
4. ábra: A nyári napok számának (napi maximum $> 25\text{ }^{\circ}\text{C}$) dekádátlagai 1901-től 2012-ig az utolsó tíz év kiemelésével (bal panel), valamint az 1981–2012 közötti változás térbeli eloszlása (jobb panel).



5. ábra: A hóhullámos napok számának (napi középhőmérséklet $> 25\text{ }^{\circ}\text{C}$) dekádátlagai 1901-től 2012-ig az utolsó tíz év kiemelésével (bal panel), valamint az 1981–2012 közötti változás térbeli eloszlása (jobb panel).



6. ábra: A fagyos napok (napi minimumhőmérséklet $< 0\text{ }^{\circ}\text{C}$) dekádátlagai 1901-től 2012-ig az utolsó tíz év kiemelésével (bal panel), valamint az 1981–2012 közötti változás térbeli eloszlása (jobb panel).



zépső területei és a Kisalföld is az átlagosnál jobban melegedtek. Az évszakos változásokat tekintve a nyarak melegedése a legjelentősebb, $1,44\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os a növekedés a 20. század kezdetétől és több mint $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ a legutóbbi három évtizedben, országos átlagban, de az északkeleti régiók és az Alföld $2,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ot is meghaladó mértékű hőmérséklet emelkedést mutatnak nyáron.

házhátasú gázok koncentrációjának növekedése mellett mind a napi maximum-, mind a napi minimumhőmérséklet világszerte emelkedő tendenciát mutat. Összességében csökkent a hideg napok és éjszakák száma, s ezzel párhuzamosan nőtt a meleg napok és éjszakák száma. A hazai elemzések eredményét két időszakra mutatjuk be: 1901-től napjainkig és a legutóbbi évtizedekre, 1981-

től 2012-ig, ami egy igen intenzív melegedési időszak a műszeres megfigyelések kezdete óta Magyarországon is. A hőmérsékleti szélsőségek változásának jellemzésére a nyári napok ($T_{\max} > 25\text{ °C}$), a hóhullámos napok ($T_{\text{közép}} > 25\text{ °C}$) és a fagyos napok ($T_{\min} < 0\text{ °C}$) számának alakulását választottuk.

Ezek a hőmérsékleti indexek széles körben alkalmazott klímaindikátorok

(Klein Tank and Können, 2003). Az oszlopdiagramokon (4-6. ábrák bal paneljei) látható dekádátlagok jól szemléltetik, hogy az utóbbi évtizedek szélsőségei hogy viszonyulnak a korábban tapasztalt értékekhez. A 2003–2012 tízéves időszaknak az átlagát különálló oszlop jelöli az ábrákon. Ez az időszak tükrözi leginkább a jelenlegi állapotot az elemzett időszakban, a töretlen melegedő tendenciát, ezért közöljük a többi dekádérték mellett kiemelve.

A becsült lineáris trendből adódóan a múlt század elejétől tekintve, országosan mintegy 11 nappal több nyári napot tapasztalunk évente, a hóhullámos napok száma is megnőtt 6 nappal. Ezzel párhuzamosan kevesebb a fagyos nap, mint a századelőn, jellemzően 10 nappal (4-6. ábrák bal paneljei).

A nyolcvanas évektől bekövetkezett változások területi jellemzőit térképeken szemléltetjük (4-6. ábrák jobb paneljei). A nyári napok esetén (4. ábra, jobb panel) a növekedés a magasabban fekvő régiókban, a Nyírségben, és a középső országrészben, a Duna menti területeken a legnagyobb. A nyári napok sokévi országos átlaga évi 78, az 1981-2010-es normált tekintve. Hegységeinkben korábban csak elvétve tapasztaltunk 25 °C fölötti hőmérsékletet, jelenleg azonban már ott sem ritka az előfordulásuk. A növekedés mértéke helyenként a 30 napot is el-

éri, országos átlagban 24 nappal szaporodtak meg a nyári napok 1981 és 2012 között.

Hóhullámos nap fellépésével viszont még kevésbé kell számolnunk a hegyvidékeinken, a közép-magyarországi, dél-alföldi régióban kell egyre több ilyen napot elszenvedni, vannak

területek, ahol több mint 19 nap a növekedés 1981-től (5. ábra, jobb panel). Országos átlagban évi 11 hóhullámos nap jellemzi régióinkat az 1981-2010 között rögzített adatok szerint.

A fagyos napok (6. ábra jobb panel) fogyása az északi, északkeleti országrészben a legszembetűnőbb. Az Északi-középhegység kisebb régióiban akár 1 havi csökkenéssel is számolhatunk. A fagyos napok sokévi országos átlaga a jelenlegi éghajlatunkat jellemző normál időszakban 93.

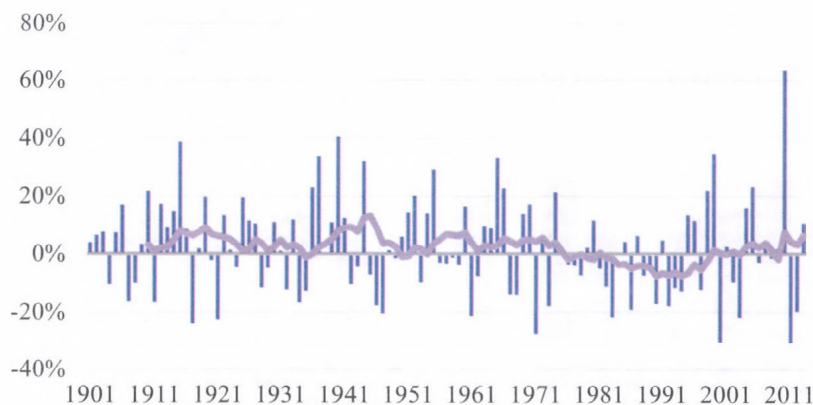
A dekádátlagok az évről-évre megnyilvánuló változékonyságot elfedik, így a hűvösebb illetve melegebb időszakok jobban nyomon követhetők. A századelőn és a hatvanas években fordultak elő hidegebb évek, a jelenhez

közelítve a melegedési tendencia egyértelmű. A legutóbbi tíz év átlaga a nyári és a hóhullámos napok esetén túlszárnyal minden dekádöt, a fagyos napok esetén viszont a 2001–2010 időszak enyhébbnek bizonyult a 2003–2012-es tízéves periódusnál. A hideg és a meleg hőmérsékleti szélsőségek alakulása egyaránt a melegedés tényét erősítik.

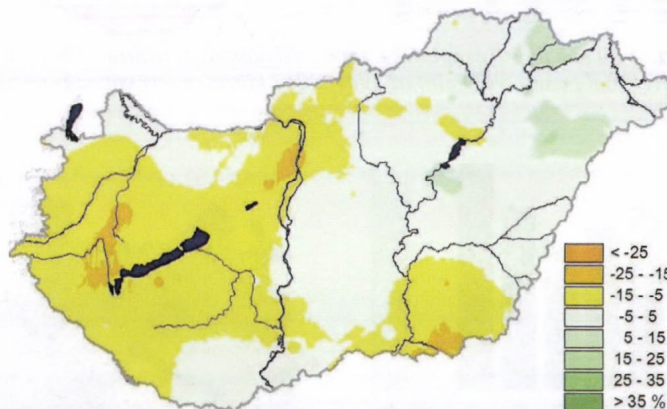
Csapadéktendenciák. A csapadékkal kapcsolatos jelenségek nagyobb bizonytalanságúak globálisan, sok térségben megfigyelhető a nagy csapadékot adó időjárási események és az árvizek gyakoriságának növekedése, ugyanakkor az aszályok is gyakoribbá és intenzívebbé váltak (IPCC, 2011). Az éghajlatváltozás hatására bekö-

2. táblázat: Az évi és évszakos csapadék változások (%) a megbízhatósági intervallumokkal a múlt század elejétől és a nyolcvanas évektől, exponenciális trendmodell szerint. A szignifikáns változást kiemelés jelöli.

	év	tavasz	nyár	ősz	tél
1901-2013	-6,8 (-14,5, 1,63)	-17,2 (-28,2, -4,6)	5,7 (-9,7, 23,6)	-17,2 (-32,6, 1,7)	3,0 (-14,6, 24,2)
1981-2013	12,7 (-5,7, 34,8)	8,9 (-20,5, 49,3)	11,4 (-15,6, 47,1)	11,2 (-25,3, 65,6)	16,1 (-16,9, 62,2)



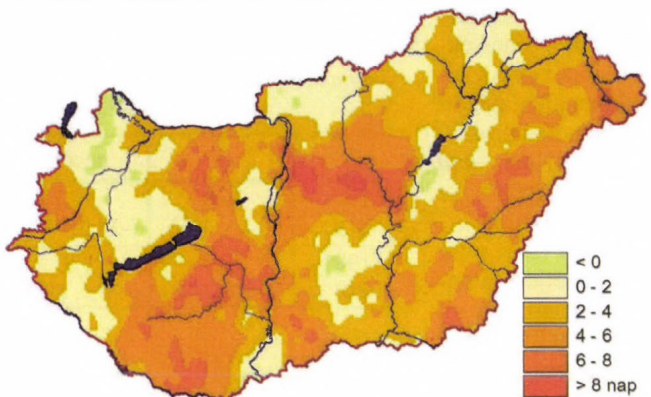
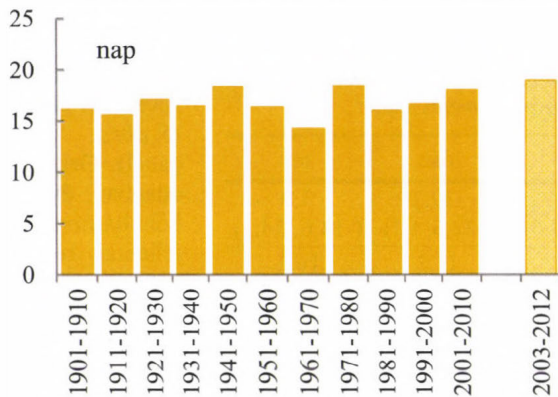
7. ábra: Az évi csapadékösszegek országos átlagának anomáliái 1901 és 2013 között a tízéves simítás görbéjével



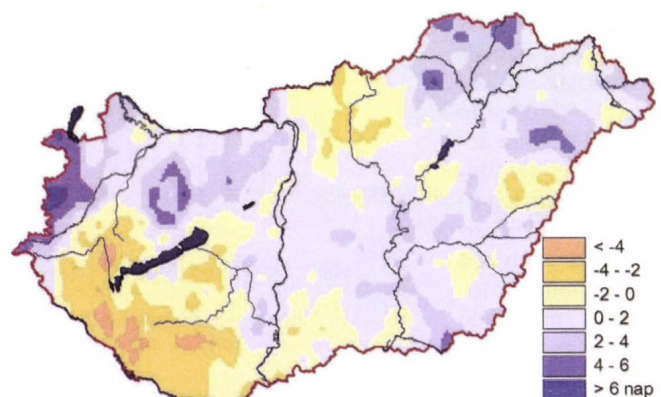
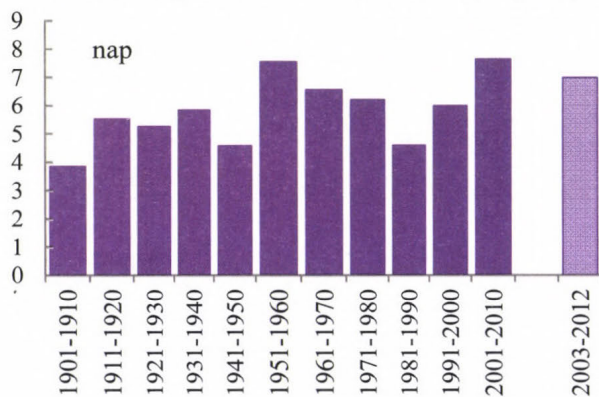
8. ábra: Az átlagos évi csapadékösszeg változása az 1963–2012 időszakban

vetkező egyirányú változásokat nehezebb kimutatni, mint a hőmérséklet esetén. Míg Észak- és Nyugat-Európában a melegedési tendenciával együtt több csapadék hullik, addig nálunk a Földközi-tenger térségéhez hasonlóan, éves szín-

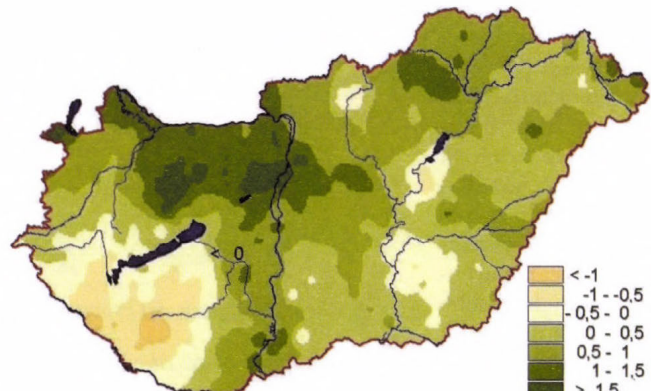
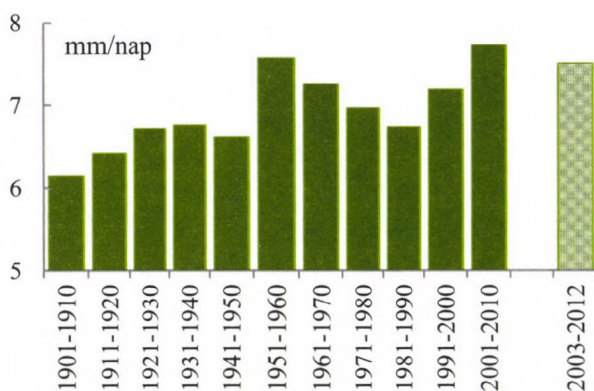
10%-ot, de ez a változás még nem éri el a statisztikailag szignifikáns mértéket. Csak a tavaszi csökkenés állítható magas megbízhatósággal a hosszú soron az összes elemzett időszak változása közül.



9. ábra: A leghosszabb tavaszi száraz időszak (napi összeg < 1 mm az egymást követő napokon) dekádátlagai 1901-től 2012-ig az utolsó tíz év kiemelésével (bal panel), valamint az 1961–2012 közötti változás térbeli eloszlása (jobb panel).



10. ábra: A 20 mm fölötti csapadéku napok dekádátlagai nyáron, 1901-től 2012-ig az utolsó tíz év kiemelésével (bal panel), valamint az 1961–2012 közötti nyári változás térbeli eloszlása (jobb panel).



11. ábra: A nyári napi csapadék intenzitás (mm/nap) dekádátlagai 1901-től 2012-ig az utolsó tíz év kiemelésével, valamint az 1961–2012 közötti nyári változás térbeli eloszlása

ten valamivel kevesebb. Az egyes évek csapadék anomáliáit szemlélteti a 7. ábra 1901-től 2013-ig.

A csapadék évi összege 1901-től mindössze közel 7%-os csökkenést mutat (2. táblázat), de az éven belüli eloszlása megváltozott. Az átmeneti évszakok csapadéka jelentősen, majd 20%-kal csökkent, az őszi másodmaximum eltűnőben van, a nyári növekedés pedig meghaladja a

A legutóbbi három évtizedet jellemző csapadéktendenciák növekedést mutatnak évi és évszakos skálán is, különösen nyáron. A nyári csapadék azonban egyre intenzívebb, ezáltal kevésbé hasznosul, nagy hányadban az elfolyást növeli csupán. A csapadék alakulásáról megállapíthatjuk, hogy az utóbbi évtizedekben, illetve években nem annyira a tendenciózus változás, inkább a szélsőséges jelleg dominál. Nagy

kilengések tapasztalhatók, áradásokra és aszályokra egyaránt fel kell készülni, ugyanakkor megnőtt a rendkívül száraz évek fellépésének valószínűsége is.

A nagy változékonyság miatt a területi változások vizsgálatához hosszabb, fél évszázados periódust választottunk, de még ebben sem mutatkoznak egyértelmű tendenciák (8. ábra). Az elmúlt fél évszázadban kismértékű csökkenést jeleznek a sorok országos átlagban. A Dunántúlon az átlagosnál nagyobb a csökkenés, a Marcalmedencében és a Zala mentén, valamint a főváros térségében meghaladja a 25%-ot, míg a Nyírségben és a Zempléni-hegység térségében hasonló mértékű növekedés mutatkozik (Lakatos és Bihari, 2012)

A csapadék szélsőségek alakulása. A csapadékváltozások iránya, nagysága kevésbé nyilvánvaló, mint a hőmérséklet esetén, és ez a bizonytalanság a szélsőségekre is igaz. Emiatt egy hosszabb, 1961-től kezdődő periódust vizsgáltunk a csapadék szélsőségek változásának bemutatására. Az átlagosnál bőségebb csapadékkal vagy tartós szárazsággal járó események, időszakok előfordulási gyakoriságát különböző csapadék indexekkel jellemezzük (Klein Tank and Können, 2003).

Az aszályhajlam növekedésének vizsgálatára az egymást követő száraz napokból (napi összeg < 1 mm) álló leghosszabb időszakok alakulását mutatjuk be elsőként. Sem az évi, sem az évszakos tendenciák nem szignifikánsak, viszont az egyre hosszabbodó száraz időszakok irányába mutatnak. Ősszel nyúlt meg leginkább a száraz időszakok hossza, több mint 4 nappal 1901-től. A tavaszi változás kisebb, de ha csak az elmúlt éveket tekintjük, akkor egyre tartósabbak a tavaszi száraz időszakok a megfigyelések szerint (9. ábra bal panel), ezért a tavaszi változás térbeli eloszlását jelenítjük meg térképen (9. ábra, jobb panel). A kétnapos csökkenéstől a nyolcnapos növekedésig találhatók területek a változásterképen. Összességében a hosszabbodó száraz időszakokkal jellemezhető régiók vannak túlsúlyban. A hosszú száraz periódusok átlagos hossza 17 nap országosan, az 1981-2010 időszak tavaszait tekintve. Az évi leghosszabb száraz időszakok pedig átlagosan 27 napig tartanak ugyanezen harmincéves periódus adatai alapján. A 20 mm fölötti csapadéku napok és az átlagos napi csapadékoság, vagy más néven napi intenzitás (időszakos összeg és az 1 mm-t meghaladó csapadéku napok számának hányadosa) nyáron növekedett meg a legnagyobb mértékben (10. és 11. ábra) de még nem elég magas a változás megbízhatósága. Átlagos jellemzőik országosan, az 1981-2010 közötti nyarakat tekintve 2 nap, illetve 7mm/nap. Kétnapos a növekedés a nagycsapadéku (20 mm) napok számában 1901 óta. A napi intenzitás is növekszik, 1,2 mm körüli értékkel nőtt a becslések szerint a múlt század eleje óta.

A változásterképeken (10. és 11. ábra jobb panel) csökkenést és növekedést mutató területek egyaránt megjelennek mindkét csapadék indikátor esetén. A nyári napi csapadékoság vagy más néven intenzitás országos átlagban növekedett, ezt a növekedést a délnyugat-dunántúli, és kisebb kiterjedésben az alföldi régiók csökkenése mérsékli (11. ábra jobb panel). A növekedés azt jelzi, hogy a nyári csapadék egyre nagyobb hányada rövid idejű, intenzív záporok, zivatarok során jut le a felszínre. Fontos megjegyezni, hogy a változások csak szűkebb területeken szignifikánsak.

Összefoglalás. Az évi középhőmérséklet emelkedése Magyarországon 1,11 °C 1901-től, ez meghaladja a globális átlagos 0,89 °C körüli értéket. A legutóbbi évtizedekben a nyarak melegek a legjobban, 1981-től több mint 2 °C-kal. A meleg szélsőségek gyakoribbá válásában mutatkoznak meg leginkább az éghajlatváltozás jelei. Az ország középső és délföldi területein a hőhullamos napok száma több mint két hét növekedést mutat. A csapadékváltozások kevésbé egyértelműek. 1901-től az évi összeg kismértékben csökkent, a tavaszi és az őszi mennyiségek csökkenése közel 20%-os. A legutóbbi évtizedekre viszont csapadék növekedés jellemző, de nem éri el a statisztikailag szignifikáns mértéket. Hosszabbodtak a száraz időszakok főként ősszel, 4 nappal 1901-től. Nyáron az átlagos napi mennyiség megnőtt, 1,2 mm-rel, ami az intenzív csapadékesemények növekvő arányát jelzi.

Az utóbbi évtizedeket jellemző magas hőmérsékleti anomáliák és az egymást követő évek szélsőséges csapadékviszonyai, illetőleg az aszályhelyzetek súlyosbodása egyaránt indokoltta teszi hazánk éghajlati állapotának – reprezentatív mérésekre alapozott – folyamatos nyomon követését a jövőben is.

Irodalom

- IPCC, 2011 Special Report on Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation
- IPCC, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp, doi:10.1017/CBO9781107415324
- Klein Tank, A.M.G., Können, G.P., 2003: Trends in indices of daily temperature and precipitation extremes in Europe, 1946-99. *J. Climate* 16, 3665-3680
- Lakatos, M., Bihari Z., 2012: A közelmúlt megfigyelt hőmérsékleti és csapadéktendenciái. In: *Klímaváltozás – 2011: Klímaszcenáriók a Kárpát-medence térségére*, (szerk: Bartholy J., Bozó, L. és Haszpra, L.), 146–169
- 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., Bihari, Z., 2007: Mathematical background of the spatial interpolation methods and the software MISH (Meteorological Interpolation based on Surface Homogenized Data Basis), Proceedings from the Conference on Spatial Interpolation in Climatology and Meteorology, Budapest, Hungary, 2004, COST Action 719, COST Office, 2007, pp. 17-27
- Venema, V. K. C., Mestre, O., Aguilar, E., Auer, I., Guijarro, J. A., Domonkos, P., Vertacnik, G., Szentimrey, T., Stepanek, P., Zahradnicek, P., Viarre, J., Müller-Westermeier, G., Lakatos, M., Williams, C. N., Menne, M. J., Lindau, R., Rasol, D., Rustemeier, E., Kolokythas, K., Marinova, L. T., Andresen, F., Acquafredda, S., Fratianni, S., Cheval, M., Klancar, Brunetti, C. M., Gruber, M., Prohom Duran, T., Likso, P., Esteban and Brandsma, T., 2010: 'Benchmarking homogenization algorithms for monthly data'. *Climate of the Past* 8, 89-115
- WMO, 2014: Statement on the status of the global climate in 2013

LABILITÁSI INDEXEK VIZSGÁLATA RADARMÉRÉSEK ÉS MODELLEREDMÉNYEK ALAPJÁN

EXAMINATION OF INSTABILITY INDICES BASED ON RADAR MEASUREMENTS AND MODEL RESULTS

Hegedüs Adrienn, Breuer Hajnalka, Fodor Zoltán, Seres András Tamás

Eötvös Loránd Tudományegyetem, H-8135, Dég, Dr. Haug Antal u. 3., adri04@caesar.elte.hu,

Eötvös Loránd Tudományegyetem, Meteorológiai Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány Péter stny. 1/A, bhajni@nimbus.elte.hu,

Országos Meteorológiai Szolgálat, 1024 Budapest, Kitaibel Pál u. 1., fodor.z@met.hu,

Magyar Honvédség Geoinformációs Szolgálat, H-1024 Bp., Szilágyi Erzsébet fasor 7-9., seres.andrastamas@upcmail.hu

Összefoglalás. A heves konvektív időjárási eseményeket kiváltó fizikai folyamatok mind térben, mind időben kis skálára korlátozódnak, ezért előrejelzésük nem könnyű feladat. A légköri konvekció intenzitásának számszerűsítésére az ún. instabilitási vagy labilitási indexeket szokás használni, melyek legfőbb előnye, hogy segítségükkel egyetlen számértékkel ellenőrizhető a hidrosztatikai instabilitás megléte, erőssége. Kutatásunk alapvető célja, hogy kiderítsük, a gyakorlatban mely labilitási indexek segíthetik leginkább a zivatarvékenységgel járó jelenségek lehető legpontosabb előrejelzését. Ezt radarmérések és modelleredmények összehasonlításával hajtjuk végre: a TITAN-módszer felhasználásával az egymást követő radarképeken detektálható zivatarok szabálytalan alakú alakzatait számunkra ismert tulajdonságú ellipszisekkel modellezzük, azaz Magyarország területére megvizsgáljuk a heves zivatarokat modellező ellipszisek, ún. zivatarellipszisek számát és erősségét, majd ezeket összevetjük a GFS időjárás-előrejelző modell adataival. A vizsgálat során csak azokat az eseteket vesszük figyelembe, amelyek legalább 20 km²-nyi területen minimum 45 és 50 dBZ-s radarreflektivitással rendelkeznek. A felsorolt kritériumoknak eleget tevő objektumokat heves és nagyon heves zivatarellipsziseknek nevezzük. A detektált zivatarellipszisek száma, illetve a labilitási energia függvényében hattagú osztályozási rendszert alkalmazunk, eredményeink megjelenítéséhez pedig dobozdiagramokat használunk. A vizsgálat a 2011–2013-as időszak zivataros féléveire (április-szeptember) vonatkozik. A kutatás során egyelőre összesen 52 instabilitáson, nedvességen és szélnyíráson alapuló változót elemzünk. Közülük a Lifted és a Best Lifted Index, a Thompson Index, a K-Index, a leglabilisabb kevert-rétegű konvektív hasznosítható potenciális energia, valamint a kihullható vízmennyiség és a specifikus nedvesség esetében elmondható, hogy a heves konvekció kialakulása, erőssége relatív szűk tartományokhoz köthető, ezért együttes alkalmazásuk és a szinoptikai háttérhelyzet kellő ismerete mellett segítségünkre lehetnek eldöntésében, hogy kell-e egy adott területen intenzív konvektív esemény kialakulására számítani.

Abstract. Physical processes that cause severe convective meteorological events are limited both in space and time; therefore it is quite difficult to predict their appearance. To quantify the intensity of the atmospheric convection so-called stability or instability indices are commonly used. The main advantage of these indices is that it is possible to check the presence and strength of hydrostatic instability with only one numerical value. The aim of our examination is basically to analyze which instability indices may help to predict thunderstorm activity as accurately as possible. Our method compares radar measures and model results. Using TITAN method (Thunderstorm Identification, Tracking, Analysis and Nowcasting), the irregular-shaped thunderstorms detected by radars could be characterized by so-called thunderstorm ellipses with known parameters. The number and the intensity of these ellipses are examined in Hungary; our results are compared with data of GFS (Global Forecast System) weather forecast model. Our examination considered only those objects, which have pixels with minimum 45 or 50 dBZ radar reflectivity on an area of at least 20 km². Objects that fulfill these criteria are called severe and highly severe thunderstorm ellipses. Considering the number of the detected thunderstorm ellipses and the convective available potential energy six clusters are created and box whisker diagrams are applied for visualization. This investigation is carried out for only thunderstorm seasons (April to September) between 2011 and 2013. Altogether 52 variables based on instability, humidity and wind shear are analyzed. It is found that the values of some indices – such as Lifted and Best Lifted Index, Thompson Index, K-Index, the most unstable mixed-layer convective available potential energy, the precipitable water and specific humidity – are scattered in relatively narrow ranges. Therefore knowing the synoptic background, the combined application of these indices may predict the existence of severe convection in a given area.

Előzmények és célkitűzés. Az intenzív konvektív légköri képződmények gyakran állnak a figyelem középpontjában, ugyanis jellemző idő- és térbeli előfordulásukat tekintve kis skálán zajlanak, ezért előrejelzésük nem könnyű feladat, míg az általuk kiváltott másodlagos hatások a személyi- és vagyónbiztonság szempontjából veszélyekkel járhatnak: heves esőzések, erőteljes szélviharok, esetenként jégeső, vagy akár tornádók is kialakulhatnak. A közelmúltban Dalla Fontana (2008), Horváth et al. (2008), Énekes (2010), Kohlmann (2013), illetve Seres (2015) radarméréseken alapuló zivatarstatisztikai, zivatarklimatológiai kutatásokat végeztek. A hazai munkákban többek között megállapították, hogy a legtöbb

heves konvektív objektum országunk délnyugati, illetve északi, északkeleti tájain fordult elő, továbbá a tér- és időbeli sajátosságok mellett a jelenségek szinoptikai hátterét is elemezték. Énekes (2010) munkájára a következő fejezetben térünk ki, míg Kohlmann (2013) megalkotott egy, mind a gyakorlatban, mind pedig a további kutatásokban jól használható esetleválogató programot, amely segítségével vizsgálhatók az egyes konvektív paraméterek szinoptikus klimatológiai tulajdonságai.

Kutatásunk közvetlen előzményének Énekes (2010) munkája tekinthető, amely a 2009-es év áprilistól szeptemberig terjedő időszakra elemezte a hazánk területén

detektálható, minimum 40 dBZ-s radarreflektivitással rendelkező zivatarokat. Jelenlegi kutatásunkban a vizsgált időszak hosszán túl a reflektivitás küszöbértékét is megnöveljük (45, 50 dBZ).

A magasabb küszöbérték segítségével célunk a fokozottan heves konvektív cellák azonosítása, illetve azok környezetének labilitási indexekkel és egyéb nedvességi, szélnyírási mennyiségekkel történő minél pontosabb jellemzése. Azoknál a vizsgált paramétereknél, amelyeknél a stabilis és a labilis esetek viszonylag jól elkülöníthetők egymástól, szeretnénk a lokális viszonyokhoz alkalmazkodó előrejelzési határértékeket megadni a heves konvekció kialakulásának lehetőségét illetően, kiválasztva ezzel a konvektív folyamatokat legpontosabban jellemző indexeket. Cikkünkben a kutatásunk legfontosabb eredményeit mutatjuk be.

Módszerek. Elemzéseinket a 2011-2013-as évek áprilistól szeptemberig terjedő időszakra végeztük el. Kutatásunk során az Országos Meteorológiai Szolgálat radarhálózatában található eszközök méréseit (Pogányvár, Nyíregyháza-Napkor, Budapest-Pestszentlőrinc), illetve a

a National Centers for Environmental Prediction (NCEP) fejlesztése alatt áll. A modell kezdeti verzióját, az MRF-et (Medium Range Forecast) Sela fejlesztette ki az 1980-as években. Ezt követően számos fejlesztésen ment keresztül, a kutatás során alkalmazott horizontális rácsfelbontás már 0,5 fok x 0,5 fok, amely a mi szélességünkön körülbelül 55 km-es ráctávolságot jelent. A modell 64 vertikális szintet különböztet meg, míg időbeli

felbontása két szakaszra osztható: a hat óránként futtatott modell az első részben (0–180 óra) 3 óránként, a másodikban (180–384 óra) 12 óránként szolgáltat információt a légkör várható állapotáról (NCEP, 2013). Előnye, hogy az eredmények szabadon és gyorsan hozzáférhetőek, továbbá a szinoptikus gyakorlatban ez az egyik leggyakrabban használt globális modell. A vizsgá-

láshoz felhasznált GFS-adatok az amerikai NOMADS (National Operational Model Archive & Distribution System) szerveréről származnak (NOMADS, 2013). Elemzésünkhöz a numerikus modell 00, 06, 12 és 18 UTC-s analíziseit, illetve ezen időpontok első előrejelzési időlépcsőit (analízis + 3 óra: 03, 09, 15 és 21 UTC) használjuk fel, így kellő, 3 órás gyakoriságú adatsorral dolgozhatunk.



1. ábra: A vizsgált rácsálózat. "0" az adott rácsdoboz középpontját jelöli

1. táblázat: A vizsgált változók (paraméter: nyers modelleredmény, származtatott változó: a modelleredményből utólag számított mennyiség). A vastaggal kiemelt mennyiségekre vonatkozó eredményeinket mutatjuk be mindhárom vizsgált küszöbértékre.

Paraméter	Származtatott változók
CAPE - konvektív hasznosítható potenciális energia	TLR - hőmérsékleti gradiens / több szinten
MLMUCAPE - kevertretegű potenciális energia	BII - Boyden Instability Index
CIN - konvektív gátlás	TT - Total Totals
MLMUCIN - kevertretegű konvektív gátlás	KI - K-index
LI - emelési index	TI - Thompson index
BLI - Best Lifted Index	NI - nedvesség index
RH - relatív nedvesség / több szinten	SHR - szélnyírási / több magassági szint között
Kihullható vízmennyiség	BRN - Bulk-Richardson-szám
Specifikus nedvesség 2 m-en	MC - nedvesség konvergencia
	0 °C-os szint magassága
	Divergencia / több szinten

GFS időjárás-előrejelző modell adatait használtuk fel.

A felhasznált radaradatok. Kutatásunk során a három hazai radarberendezés által előállított egyedi CMax mérésekből származtatott országos kompozit radarképekkel dolgoztunk, melyeknek felbontása időben 15 perc, térben 2 km x 2 km.

A GFS modell adatai. Kutatásunk szerves részét képezi a GFS (Global Forecast System) adatai is. A GFS egy globális, hidrosztatikus időjárás-előrejelző modell, mely

Zivatarellipszisek előállítása. Elsőként egy ismert zivatardetektáló- és követő módszer segítségével előállítjuk a zivatarellipszisek területi eloszlásait a hazai radaradatokból az 1. ábrán látható rácsálózatra. Ezt egy matematikai-programozási eljárás alkalmazásával, a TITAN-nal (Thunderstorm Identification, Tracking, Analysis and Nowcasting) végezzük el (Dixon and Wiener, 1993). A program az egymást követő radarképeken megjelenő magas reflektivitású góccokat detektálja és követi. Amennyiben talál az általunk előre meghatározott terület-

t_i (T_{limit}) és radarjel-erősségi (R_{limit}) küszöbértékeknek eleget tevő objektumot, akkor a detektált zivatar területét azonos tulajdonságú ellipszissel modellezi, miközben számolja az egyes rácsdobozokban megjelenő ellipszis-középpontokat is. Az eljárás segítségével megadhatók a

negyedórás időszakokra. A 15 perces zivatarellipszis számokat a korábban felsorolt modell kimeneti időpontokra összegezzük az adott modellidőpont plusz-mínusz másfél órás időtartamára. Erre a finomítási időeltolásra azért van szükség, hogy folyamatosan, a modellkimenet

2. táblázat: A vizsgálat során alkalmazott csoportosítási rendszer a zivatarellipszisek száma és a labilitási energia függvényében

Kategória neve	Kategória leírása	Esetszám		
		45 dBZ	50 dBZ	55 dBZ
0 (stabilis)	Stabilis helyzet ($MLMUCAPE = 0$ J/kg) és nincs jelen zivatarellipszis	264508	264702	264731
0 (labilis)	Labilis helyzet ($MLMUCAPE > 0$ J/kg) és nincs jelen zivatarellipszis	306567	311832	314095
1	1 db detektált zivatarellipszis	3113	1325	247
2-5	A detektált zivatarellipszisek száma 2 és 5 között van	3817	1178	146
6-10	A detektált zivatarellipszisek száma 6 és 10 között van	940	154	4
> 10	A detektált zivatarellipszisek száma több mint 10	279	33	1

3. táblázat: A vizsgált mérőszámokhoz tartozó (heves) konvekció mentes statisztikai határértékek

Változó	Nem valószínű heves konvekció		
	45 dBZ	50 dBZ	55 dBZ
LI [$^{\circ}C$]	> 4	> 3	> 3
BLI [$^{\circ}C$]	> 2	> 1	> 0
KI [$^{\circ}C$]	< 24	< 25	< 24
TI [$^{\circ}C$]	< 25	< 27	< 26
Kihullható vízmennyiség [mm]	< 20	< 21	< 23
Specifikus nedvesség [g/kg]	< 9	< 9	< 9
BII [$^{\circ}C$]	< 95	< 96	< 96
TT [$^{\circ}C$]	< 45	< 46	< 47

4. táblázat: Az egyes indexek esetén heves konvekciót nagy valószínűséggel eredményező küszöbértékek

Változó	Kialakulhat heves zivatar			Nagyobb számban is kialakulhatnak heves zivatarak	
	45 dBZ	50 dBZ	55 dBZ	45 dBZ	50 dBZ
LI [$^{\circ}C$]	≤ 0	≤ -1	$\leq -1,5$	≤ -1	≤ -2
BLI [$^{\circ}C$]	$\leq -0,5$	≤ -1	≤ -2	$\leq -1,5$	$\leq -2,5$
KI [$^{\circ}C$]	≥ 29	≥ 30	≥ 32	≥ 31	≥ 31
TI [$^{\circ}C$]	≥ 30	≥ 32	≥ 34	≥ 33	≥ 34
Kihullható vízmennyiség [mm]	≥ 26	≥ 27	≥ 28	≥ 29	≥ 29
Specifikus nedvesség [g/kg]	≥ 9	≥ 10	≥ 11	≥ 11	≥ 11

zivatarellipszis derékszögű-koordináta-rendszerben kifejezett középponti koordinátái, kis- és nagy tengelyei, illetve a zivatar területét megadó pixelek darabszáma is (Horváth et al., 2008). Kutatásunkban a $T_{\text{limit}} = 5$ pixel ($=20$ km²), míg az $R_{\text{limit}} = 45$ és 50 dBZ. Azokat az objektumokat, amelyek eleget tesznek a fenti küszöbértékeknek, heves és nagyon heves zivatarellipsziseknek nevezzük.

A zivatarellipszisek számának és a GFS modell eredményeinek összevetése. Az ellipszis-detektáló programrendszer segítségével 15 perces felbontásban előállítjuk a zivatarellipszisek területi eloszlásait egy Magyarországot lefedő rácshálózatra.

Ekkor megkapjuk az egyes, 55 km x 55 km-es méretű rácsdobozokhoz tartozó ellipszis-középpontok számát a

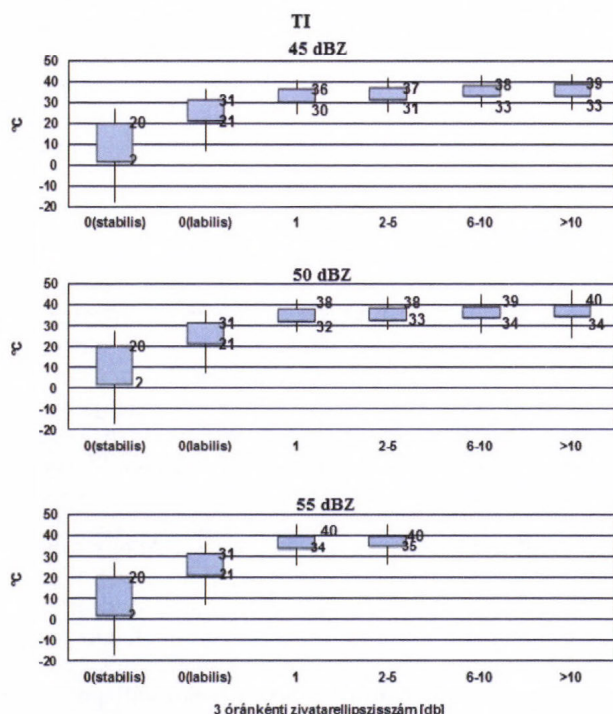
tekhez illeszkedve láthassuk a detektált zivatárokat modellező ellipszisek segítségével az objektumok keletkeződései, áthelyeződései és leépülési folyamatait. Az ellipszisközéppontok számaihoz az 1. táblázatban felsorolt modellváltozókat, és a segítségükkel számított egyéb általunk vizsgált paramétereket párosítjuk az adott 3 órás időszakokra.

A kigyűjtött adatcsoportokat a labilitási energia és a konvektív aktivitás mértéke, azaz a detektált zivatarellipszisek száma alapján Énekes (2010) tipizálását követve különböző kategóriákba soroljuk (2. táblázat). Ha egyetlen ellipszis sem detektálható a vizsgált 3 órás időintervallumban, a leglabilisabb kevertrétegű potenciális energia értéke alapján megkülönböztetünk stabilis, illetve labilis esetet.

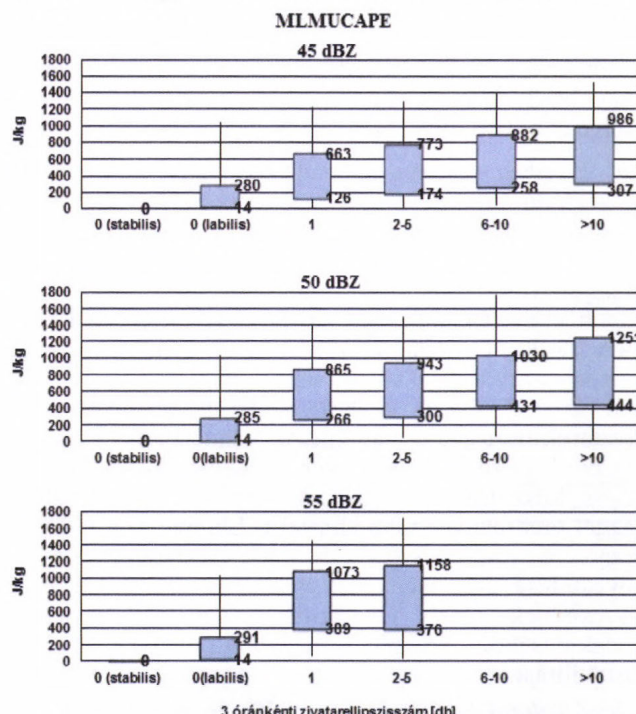
Végül a kapott eredményeket ún. *box-whisker* (box plot) vagy *dobozdiagramok* (Benjamini, 1988) segítségével szemléltetjük. A dobozdiagramok az adatsorok alábbi statisztikai jellemzőit mutatják: 95%-os, 75%-os, 25%-os és 5%-os percentilisértékek. A 25%-os és a 75%-os percentiliseket *alsó* és *felső kvartiliseknek* is szokás nevezni. Eredményeink megjelenítésének áttekinthetősége

érdekében az ábrákon csak a kvartilisek számértékeit tüntetjük fel, a 95%-os és 5%-os percentiliseket a különbségvonalak jelölik.

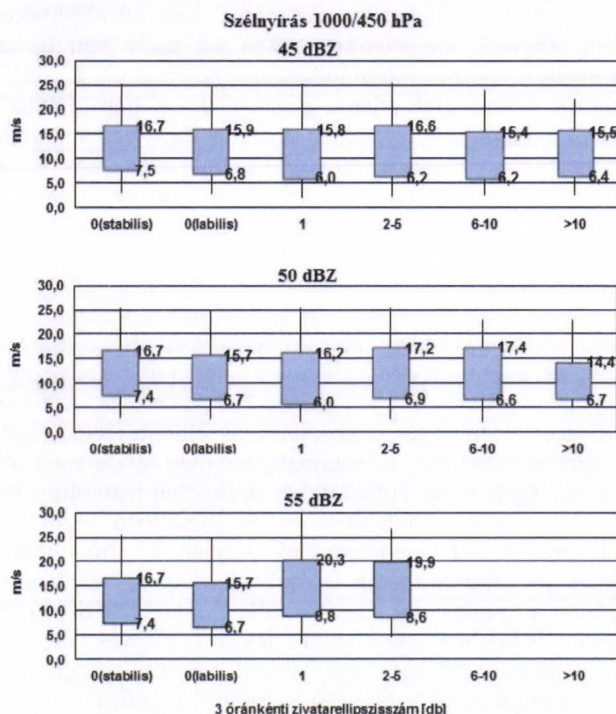
Eredmények. Ebben a fejezetben a három különböző reflektivitási küszöbértékre elvégzett vizsgálat során kapott eredményeinket mutatjuk be a 2011–2013 közti időszakra. Az egyes labilitási mérőszámokhoz tartozó do-



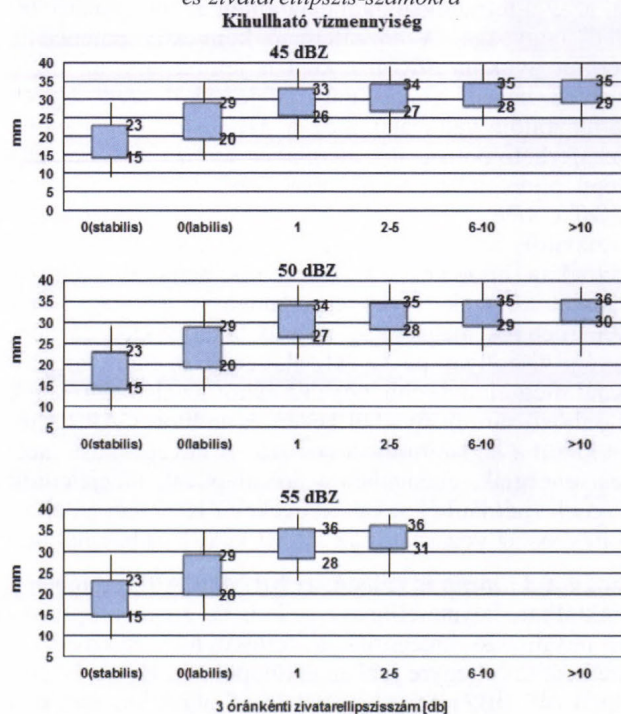
2. ábra: A Thompson Index eloszlása a különböző reflektivitási küszöbértékekre és zivatarellipszis-számokra



3. ábra: A kevertrétegű, leglabilisabb CAPE (MLMUCAPE) eloszlása a különböző reflektivitási küszöbértékekre és zivatarellipszis-számokra



4. ábra: Az 1000 és 450 hPa (0–6 km-es) szintek közötti szélgyírás eloszlása a különböző reflektivitási küszöbértékekre és zivatarellipszis-számokra



5. ábra: A kihullható vízmennyiség eloszlása a különböző reflektivitási küszöbértékekre és zivatarellipszis-számokra

bozdiagramok megjelenítése és elemzése mellett röviden a vizsgált változók meghatározási módját is ismertetjük.

Thompson Index (TI). A TI a különböző magassági szintek hőmérséklet és nedvességi viszonyait jellemző K-index (KI), illetve egy adott magasságban az emelkedő légréz és a környezet hőmérséklet-különbségét szemléltető Best Lifted Index (BLI) különbségeként áll elő (Haklander and Van Delden, 2003). Mivel a BLI értéke konvekciót támogató környezetben negatív, ezért a TI meghatározásakor a K-indexből kivonva kapunk egyre nagyobb TI értéket, ahogyan a zivatarok kialakulásának esélye is növekszik.

Az 2. ábra alapján elmondható, hogy a 30 °C-ot meghaladó értékek esetén már gyakran kialakulnak a vizsgált reflektivitási és területi küszöbértékeknek eleget tevő zivatarellipszisek, amely jellemző minimumérték a radarjel-erősségével tovább emelkedik. A vizsgálat során kapott eredményeink nem térnek el jelentősen a közismert 28-29 °C körüli küszöbértéktől. Mindkét esetben látható, hogy a detektálható objektumok nélküli labilitás már 20 °C fölötti értékek esetén is jelentkezik. A zivatarellipsziseket tartalmazó kategóriák értékei viszonylag szűk tartományon belül helyezkednek el, a 33 °C-os küszöbérték meghaladása már nagy valószínűséggel eredményez több ellipszist. Elmondható továbbá, hogy a reflektivitás és a zivatarellipszisszám növekedésével az index alsó és felső percentilisértékei is növekednek, amely jól tükrözi a hevesebb zivatarok kialakulásához szükséges nagyobb mértékű légköri instabilitást.

Hozzáférhető konvektív potenciális energia (CAPE). A CAPE az az energiamennyiség, ami a felszínről induló légrézben emelkedése során maximálisan felszabadulhat, azaz a termodinamikai diagramon az ún. „pozitív terület” nagysága. A hozzáférhető konvektív potenciális energiát gyakran *SBCAPE*-ként is jelölik, ami az angol „surface based” (talajalapú) kifejezésből ered. Egyéb származtatott változatai még a *MUCAPE* (legnagyobb hozzáférhető potenciális energia) és az *MLCAPE* (kevert rétegű potenciális energia) vagy ezek kombinációja, az *MLMUCAPE* (Markowski and Richardson, 2010). Tapasztalatok alapján célszerűbb a kevert típusú CAPE használata, hiszen ezt alkalmazva már nemcsak a felszíni adatokat vesszük figyelembe, hanem a légréteg 1600-1800 méteres magasságig terjedő hőmérsékleti és nedvességi viszonyait is. Az *MLMUCAPE* az eddig tárgyaltaknál még előnyösebb, ugyanis ekkor az alsó légrétegek különböző tartományaiából kevert és indított CAPE értékek közül a leglabilisabbat vesszük. A kevert típusú labilitási energiák, ellentétben a talajalapúval, megjelenítik az emelt (például éjszakai) konvekciót is, emiatt az elkülönítési osztályozásnál is az *MLMUCAPE*-et használjuk.

Ahogy a 3. ábrán is látható, az *MLMUCAPE* esetében a detektálható zivatarellipszis nélküli és zivatarellipsziseket tartalmazó kategóriák a reflektivitási küszöbérték emelkedésével egyre jobban elkülönülnek. Heves zivataroknál (45 dBZ) egyetlen észlelhető objektum esetében körülbelül 100–200 J/kg fölötti, míg több ellipszis kialakulásához minimum 200–300 J/kg-nyi energia szükséges,

míg a nagyon heves zivatarok (50 dBZ) esetén 200–300 J/kg, illetve 400 J/kg feletti energia kell.

Különböző magassági szintek közötti vertikális szélnyírások. A szélnyírások a szélvektorok térbeli változásait szemléltetik. Az előrejelzési gyakorlatban egyidejűleg általában két szint szélviszonyait hasonlítjuk össze, leggyakrabban a 0-1 km (körülbelül 1000 és 900 hPa), a 0-2,5 km (körülbelül 1000 és 750 hPa), a 0-6 km (1000 és 450 hPa), illetve a 0-8 km (1000 és 350 hPa) szintek közötti szélnyírás kap figyelmet. Vizsgálatunkban a sebesség szerinti különbségeket elemezzük, de az előrejelzési térképeken szokás a szélnyírás vektorának irányát is megjeleníteni.

A 4. ábrán bemutatott, 0 és 6 km-es (1000/450 hPa) magassági szintek közötti szélnyírás dobozdiagramjain gyakorlatilag nincs érzékelhető elhatárolódás a stabilis, illetve a labilis kategóriák között. Elmondható, hogy az értékek széles skálán mozognak, így szűkebb tartományt nem tudunk megadni. Az eredményeket a tapasztalat is megerősíti, a túl erős szélnyírás többnyire rontja a heves konvekció esélyeit, kivéve, ha az rendkívül erős labilitással párosul, ez pedig Magyarország területén viszonylag ritkán fordul elő.

A bemutatott eredmények összegzése. Ahogy a korábban részletezett labilitási mérőszámok és egyéb változók dobozdiagramjain is látszik, nem minden vizsgált változóról mondható el, hogy segítségével megfelelő pontossággal jellemezhető a konvektív környezet, hiszen egyes indexeknél még a stabilis és labilis légköri állapotok sem különíthetők el élesen egymástól.

Néhány vizsgált instabilitási, szélnyírási, illetve nedvességi változót tekintve megadhatunk olyan küszöbértékeket, amelyek megjelenése esetén kis esély van heves konvektív esemény létrejöttére a légkörben. A 3. táblázatban összefoglalt adatok alapján látszik, hogy intenzívebb zivatarok létrejöttéhez erősebb légköri instabilitás szükséges. Például, ha az előrejelzendő időszakra nézve a BLI várható értéke magasabb, mint 2 °C, heves zivatar csak kis valószínűséggel fordulhat elő az adott területen, míg nagyon heves zivatar már 0 °C-os BLI érték fölött sem jellemző. Ha a modelldatok alapján a kihullható vízmennyiség értéke nem éri el a 20 mm-t, valamint a 2 méteres magasságban várható specifikus nedvesség a 8 g/kg-ot, akkor a légköri feltételek szintén nem kedveznek az intenzív konvektív jelenségek kialakulásának. A heves időjárási események kialakulásának eldöntésében segítségünkre lehet még a tanulmányban nem részletezett, de megvizsgált Total Totals Index és Boyden Instability Index értékeinek áttekintése is. A kihullható vízmennyiségre kapott eredményeink alapján is elmondható, hogy jól elkülöníthetők egymástól a stabilis és labilis, illetve a „nullás” és a „nem nullás” esetek (5. ábra). A fenti táblázatban összefoglalt értékeket az egyes indexekre vonatkozó 5%-os, vagy 95%-os percentilisek értékeinek vizsgálatával határoztuk meg attól függően, hogy az adott mennyiség magas vagy alacsony értéke segíti elő az intenzív konvektív folyamatok kialakulását.

A 3. táblázatban található nyolc index közül hat esetben szűkebb tartományok is kijelölhetők a heves konvekció lehetőségét, illetve intenzitását illetően, ugyanis ezeknél a változóknál erősebb elkülönülést tapasztaltunk a vizsgált kategóriák percentilisértékei között. A különböző változókhoz tartozó küszöbértékeket a vizsgált, egymástól jól elkülönülő kategóriák 25%-os, illetve 75%-os percentilisek előforduló értékeinek segítségével határoztuk meg. A 4. táblázat második oszlopában azokat az értékeket jelenítettük meg radarjel-erősség szerint csoportosítva, amelynek elérése esetén nagy valószínűséggel számíthatunk kialakuló heves légköri eseményre. Az utolsó oszlopok azokat a küszöbértékeket tartalmazzák, amelyek az adott mennyiségekre vonatkozóan biztosítják az előrejelzött arról, hogy várható több, akár nagyobb területet is lefedő intenzív zivatar. Például a Thompson Index esetében elmondható, ha értéke meghaladja a 30 °C-ot, a légköri feltételek kedvezőek heves zivatar kialakulásához, míg a 33 °C-nál magasabb érték nagyobb számú detektálható objektum megjelenését is jelezheti. A táblázatok segítségével összegzett eredmények így már könnyedén és azonnal alkalmazhatók a rövidtávú előrejelzések készítésénél, javítva azok pontosságát.

Összefoglalás, további célok. A heves konvekciót vizsgáló kutatásunk célja, hogy kiderítsük, mely labilitási mérőszámok alkalmazása javíthatja leginkább a zivataros helyzetben készülő előrejelzések pontosságát. A vizsgált változók a GFS időjárás-előrejelző modell amerikai szerveréről származnak. Az elemzéshez felhasználtuk még az Országos Meteorológiai Szolgálat radarhálózatában található berendezések méréseit is. A keletkező zivatarok radarképeken megjelenő, szabálytalan alakú alakzatait ugyanakkora területű ellipszisekkel modelleztük. A kutatás során csak azokat az objektumokat vettük figyelembe, amelyek eleget tettek az általunk előre meghatározott területi és radarjel-erősségi küszöbértékeknek, tehát legalább 20 km²-nyi területen minimum 45 vagy 50 dBZ-s reflektivitással rendelkeztek. A kigyűjtött adatcsoportok osztályozására hattagú rendszert alkalmaztunk, amelyben az egyes, vizsgált kategóriákat a detektálható zivatar-ellipszisek száma alapján különítettük el egymástól. Utolsó lépésként eredményeinket dobozdiagramok segítségével jelenítettük meg. Az elemzést Magyarország területére hajtottuk végre a 2011–2013-as évek zivataros féléveire.

A vizsgálat során összesen 52 labilitási indexet és egyéb paramétert elemeztünk, ezek közül néhányat be is mutatunk. Közülük a Thompson Indexet, az MLMCAPE-et és a kihullható vízmennyiséget találtuk kifejezetten megbízhatónak a heves konvekcióval járó légköri események előrejelzéséhez. Találtunk azonban olyan változókat is, amelyeknél a zivatarellipszis-szám növekedése és az index értéke között nem volt olyan erős összefüggés, a tanulmányban erre jó példa a szélnyírás. A megfelelő pontosságú előrejelzés készítéséhez nem szabad azonban figyelmen kívül hagynunk a szélnyíráshoz hasonló eloszlású diagrammal rendelkező labilitási paraméterek értékeit sem, hiszen gyakran hordoznak fontos információt a konvektív környezet állapotáról. Ez különösen az intenzívebb zivatarok esetében fontos, ugyanis esetükben

gyengébb labilitás mellett is létrejöhet erőteljes konvekció a további konvektív paraméterek kedvező fennállása esetén. Ezért az előrejelzések készítésénél kiemelkedően fontos több változó várható értékének együttes szemlélete, valamint a szinoptikai háttérhelyzet kellő ismerete.

A vizsgálatban az 55 dBZ-s küszöbértékkel számolt (extrem heves) ellipsziseket is elemeztük, de azokat területi okokból részletesen nem értékeljük. Ennek ellenére a táblázatokban és az ábrákban feltüntetjük azon eseteket is, amelyeknél kellő számban találtunk ilyen ellipsziseket.

Jövőbeli terveink között szerepel esettanulmányok készítése, azt vizsgálva segítségükkel, hogy a labilitási, szélnyírási és nedvességi paraméterek mely kombinációja a legkedvezőbb a heves zivatarok kialakulásához. Ezeken túlmenően célszerű lenne még a felhasznált radarméréseket más előrejelző modellekben található adatokkal is összevetni a megfelelő időszakokra, összehasonlítva ezzel a modellek érzékenységet a konvektív folyamatokra. Ezeken felül további statisztikai módszerek alkalmazása is szükséges a heves konvekciónak kedvező tartományok pontosabb kijelöléséhez. A bemutatott eredmények azonnal alkalmazhatóak a mindennapi előrejelzések, repülésmeteorológiai prognózisok, illetve veszélyjelzések készítésénél, emellett hasznosak lehetnek a balatoni viharjelzésnél is.

Irodalom

- Benjamini, Y., 1988: Opening the Box of a Boxplot. *The American Statistician* 42, 257–262
- Dalla Fontana, A., 2008: Tuning of a thunderstorm index for north-eastern Italy. *Meteorological Applic.* 15, 475–482
- Dixon, M. and Wiener, G., 1993: TITAN: Thunderstorm Identification, Tracking, Analysis, and Nowcasting- A Radar-based Methodology. *J. of Atmos. and Oc. T.* 10, 785–797
- Énekes, N. A., 2010: *Intenzív konvektív folyamatok környezetének vizsgálata modell analízisek alapján* (Diplomamunka). ELTE-TTK Meteorológiai Tanszék, Budapest, pp. 57
- Haklander, A. J. and Van Delden, A., 2003: Thunderstorm predictors and their forecast skill for the Netherlands. *Atmos. Res.* 67–68, 273–299.
- Horváth, Á., Ács, F., and Seres, A. T., 2008: Thunderstorm climatology analyses in Hungary using radar observations. *Időjárás* 112, 1–13
- Kohlmann, M., 2013: *Konvektív paraméterek vizsgálata modellanalízisek alapján* (Diplomamunka). ELTE-TTK Meteorológiai Tanszék, Budapest, pp. 86
- Markowski, P. and Richardson, Y., 2010: *Mesoscale meteorology in midlatitudes*. Wiley-Blackwell, pp. 430
- NCEP, 2013: *Az NCEP ismertetői a GFS modellről*. Világhálón közzétett írárok: <http://www.nomads.ncep.noaa.gov> [olvasva: 2013. október 1.]
- NOMADS, 2013: *Data Access, Hi-Res NCEP Model Datasets, GFS*. <http://nomads.ncdc.noaa.gov/data/gfs4> [olvasva: 2013. október 01–15.]
- Seres, A. T., 2015: *Zivatarklimatológiai elemzések és a nagy csapadékhozamú, konvektív jelenségek, időszakok vizsgálata Magyarországon* (Doktori értekezés). ELTE-TTK, Földtudományi Doktori Iskola, Budapest, pp. 115

CMAQ (TÖBBLÉPTÉKŰ KÖZÖSSÉGI LEVEGŐMINŐSÉGI) LÉGKÖRI TERJEDÉSI MODELL ADAPTÁLÁSA MAGYARORSZÁGRA

CMAQ (COMMUNITY MULTI-SCALE AIR QUALITY) ATMOSPHERIC DISTRIBUTION MODEL ADAPTATION TO REGION OF HUNGARY

Lázár Dóra¹, Bájhóber Eszter¹, Weidinger Tamás¹, Ferenczi Zita²

¹Eötvös Loránd Tudományegyetem, Meteorológiai Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A, ldora1989@gmail.com, bajhoberezsti@gmail.com, weidi@caesar.elte.hu ²Országos Meteorológiai Szolgálat, 1675 Budapest, Pf. 39., ferenczi.z@met.hu

Összefoglalás. Napjainkban fontossá vált a légköri szennyezőanyagok – az egészségre káros összetevők, mint például a szálló por, a különböző mérettartományú aeroszol részecskék, a nitrogénvegyületek, vagy az ózon – koncentrációjának mérése és előrejelzése. Az ELTE Meteorológiai Tanszéken több éve működik a WRF modell, amely alkalmas időjárás előrejelzési feladatokra, illetve bemenő adatokat szolgáltat különböző környezeti modellekhez (pl. DNDC). A CMAQ (Több-léptékű Közösségi Levegőminőségű Modell – Community Multiscale Air Quality) regionális terjedési modell adaptálásával egy csatolt meteorológiai-levegőkörnyezeti modell kialakítását terveztünk. Ehhez alkalmazni kell különböző emissziós adatbázisokat, illetve a szennyezőanyag kezdeti eloszlását leíró háttérmodellt is. A CMAQ modellrendszer – operatív és kutatási céllal – többek között már Horvátországban és Bulgáriában is fut.

Abstract. Today, it became important to measure and predict concentration of the harmful atmospheric pollutants, such as dust aerosol particles of different size ranges, nitrogen compounds, and ozone. Department of Meteorological, Eötvös Loránd University has been applying the WRF model several years ago, which is suitable for weather forecasting tasks and provides input data for various environmental models (e.g. DNDC). By adapting the CMAQ (Community Multi-scale Air Quality) model we have designed a combined ambient air-meteorological model. In this research it is important to apply different emission databases and the background model describing the initial distribution of the pollutant. The CMAQ model system for operational and research purposes has been established in several countries (e.g. Croatia or Bulgaria).

Bevezetés. Manapság a terjedési modellek jelentősége egyre inkább növekszik, ugyanis a városi levegő szennyezettségének mértéke nemcsak természetvédelmi, de egészségügyi szempontból is fontos. Az egyes városokban kialakuló szmog például nemcsak a látási viszonyokat rontja, de az egészségre is káros. Ennek következtében a légszennyező anyagok koncentráció mérlegének mérése mellett annak előrejelzése is egyre inkább előtérbe kerül. Az Országos Meteorológiai Szolgálatnál kifejlesztett operatív működő levegőkörnyezeti rendszer Európában egyedülállónak tekinthető, mivel Budapest egész területére 1 órás felbontással 2 napra előrejelzi a főbb légszennyező anyagok koncentrációjának jövőbeli alakulását. Az 1. ábrán – példaként – az Országos Meteorológiai Szolgálat Budapestre való ózonkoncentráció előrejelzését láthatjuk $\mu\text{g}/\text{m}^3$ -ben.

A levegőszennyezés modellezése egy numerikus eszköz arra, hogy leírjuk az ok-okozati összefüggéseket az emisszió, a meteorológia, a légköri koncentrációk, az ülepedés és más tényezők között. A levegőminőségi mérések fontos információt adnak a környezeti koncentrációról és az ülepedési folyamatokról, leírják a levegőminőséget adott helyen és időben, illetve útmutatást adnak a levegőminőségi problémák okaihoz. A levegőminőségi modellek olyan eszközök, amelyek számszerűsítik a kapcsolatot a kibocsátás és a koncentráció között. Az első ilyen számítási modell a Gauss-modell volt (Daly and Zanetti, 2007), melyet az 1960-as évektől használnak hazánkban a légszennyezés kutatására (Szepesi, 1967). Az 1970-es években megállapították, hogy a túlzott SO_2 és NO_x kibocsátás a környezet savasodását okozhatja a forrástól távolabbi területeken is, valamint az urbanizálódott és iparosodott területeken további problémát jelent a felszín közeli ózon koncentrációjának megnövekedése (Daly and Zanetti, 2007). Később az Euler-féle és a Lag-

range-féle modellek kerültek előtérbe, majd az 1980-as években megjelentek az immissziós adatokat felhasználó városi közlekedési és települési terjedési modellek (Radnainé Gyöngyös, 2004). E terjedési modellek osztályozása is sokféleképpen történhet (Bozó et al., 2006, Daly and Zanetti, 2007). Beszélhetünk tér- és időbeli osztályozásról, de a számítási módszerben is van különbség.

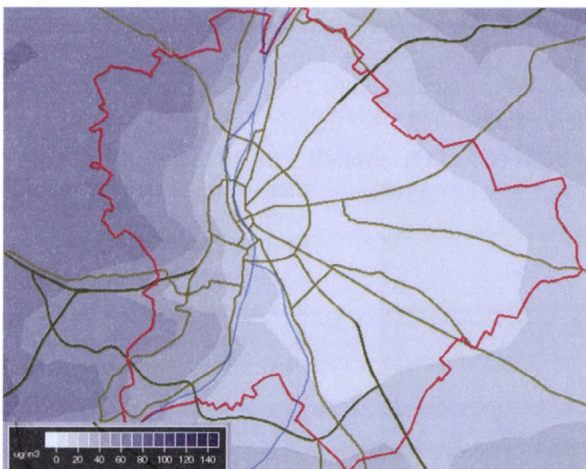
Az időjárás-előrejelző modellek és a légköri kémiai transzport modellek összekapcsolásával úgynevezett kémiai időjárás-előrejelző modelleket kapunk (Baklanov et al., 2010). A légkör kémiai összetételének rövid idejű változékonysága (kevesebb, mint 2 hét) szabja meg a kémiai időjárást. Magyarországon légszennyező anyagok hosszú- és középtávú terjedésének modellezését az 1990-es évektől a FLEXPART modellel végzik. Figyelembe veszi az advekciót, a diffúziót, a száraz és nedves ülepedést, a radioaktív bomlást, viszont a kémiai átalakulásokat nem tartalmazza. Az Országos Meteorológiai Szolgálatnál a modellt operatív célokra használják, és forward módban futtatják, vagyis a szennyezőanyagot szállítás útján kapjuk meg. A modellt használhatják ipari (pl. nukleáris) balesetek, vagy vulkánkitörések esetén, a levegőbe kerülő szennyezőanyagok terjedésének és eloszlásának az előrejelzésére is (Bájhóber, 2014).

A továbbiakban bemutatjuk a CMAQ légköri terjedési modellrendszer főbb elemeit, majd egy, az Egyesült Államokra vonatkozó, konkrét eset alapján megismertetjük a modell tulajdonságait és főbb paramétereit. Végezetül láthatjuk a Magyarországra való adaptálás főbb lépéseit és az emissziós adatbázist.

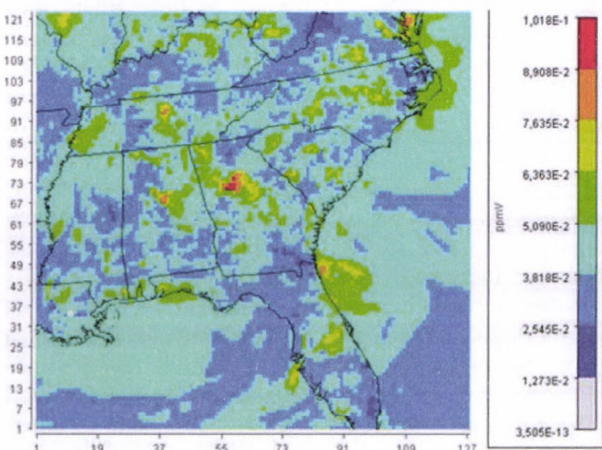
Légköri terjedési modellrendszer. Ahhoz, hogy az adott szennyezőanyag mennyiségét és annak mozgását előrejelezzük, szükségünk van különböző ismeretekre. Ilyen például az adott anyag természetes és mesterséges,

emberi kibocsátásának mennyiségi ismerete, vagy például az adott időpontban a légkör időjárásának alakulása és a légkörben lejátszódó kémiai reakciók ismerete. Ezek viszont nem egyszeri folyamatok, hanem folyamatosan változnak, így a pillanatnyi állapot figyelembevétele helyett e folyamatokat is előre kell jelezni. Tehát nem egy, hanem három modell kialakítása is szükséges. Az emissziós

adatait ez a modell rendezi olyan formátumba, melyet könnyedén be tudunk olvasni. Erre azért is van szükség, mert az emissziós adatbázisok más-más formátumban és eltérő felbontásban vannak. A SMOKE az adott emissziós adatokat a CMAQ számára különböző kémiai mechanizmusokkal át tudja rendezni, és a különböző anyagokat tudja származtatni.



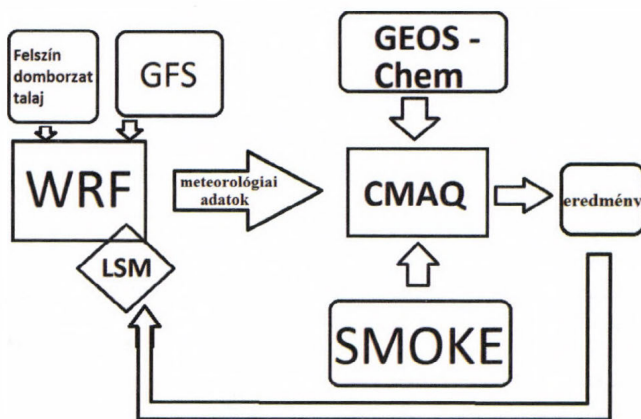
1. ábra: Ózonkoncentráció előrejelzés Budapestre 2014.10.30. 13 UTC-re (10.30. 00 UTC futtatás alapján; <http://www.met.hu/omsz/>)



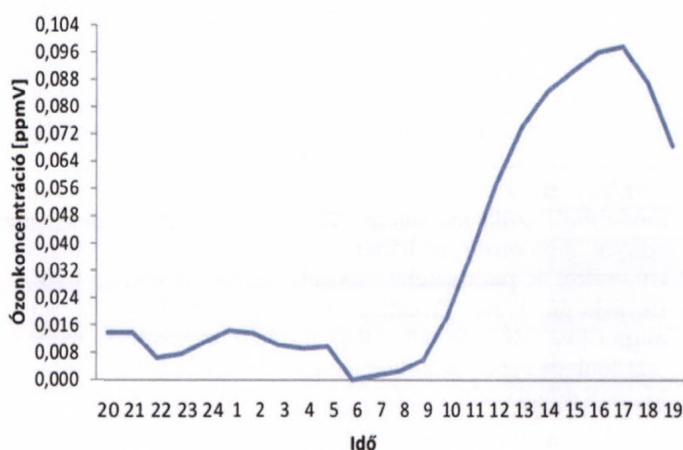
3. ábra: Ózonkoncentráció előrejelzés ppmV/négyszetrácsra normálva Florida térségére 2006. augusztus 8. 23 UTC-re

sziós adatok előrejelzéséhez a SMOKE (Sparse Matrix Operator Kernel Emissions = *Emissziós Kataszter Számító Modell*) modellt használjuk, míg az időjárás paramétereit a WRF (Weather Research and Forecasting = *Időjárás-kutató és Előrejelző*) modell biztosítja. A CMAQ modell ezeket az adatokat használja fel a légkörkémiail reakciók futtatásához, így egy adott anyag előrejelzéséhez. Először az emissziós modell kerül bemutatásra, majd rátérünk az időjárás modell után a kémiai transzport modell ismertetésére.

Emissziós (SMOKE) modell. A SMOKE modell egy, az Amerikai Környezetvédelmi Ügynökség által kifejlesztett modell, ami nagy felbontású emissziós adatokat szolgáltat a kémiai transzport modelleknek. Ezért ez az egyik legelterjedtebb ilyen modell a világon. Esetünkben is főként azért használjuk, mert a CMAQ modell emissziós



2. ábra: WRF-SMOKE-CMAQ modellrendszer felépítési rajza



4. ábra: Ózonkoncentráció időbeli alakulása Atlanta városában 2006. augusztus 8-án

A modell egyik nagy előnye, hogy nyílt forráskódú, így ingyenesen hozzáférhető és alakítható. Ez a WRF-hez hasonlóan egy regionális modell, tehát nem a Föld teljes területére számol, hanem meg lehet határozni egy adott kkvátot, jelentősen csökkentve a számolási időt. A modell nemcsak emissziós adatbázisok kiépítéséhez használható, hanem különböző emissziós vizsgálatokra is. Számos ország – például Horvátország és Bulgária – végzett különböző szennyezőanyagok emissziójával kapcsolatban vizsgálatokat, így ismerve meg a modell tulajdonságait.

A SMOKE modell az emissziós adatbázist kétfajta megközelítés felhasználásának segítségével állítja elő. Az antropogén forrásokból származó kibocsátást az ún. „top-down”, míg a természetes forrásokból eredő emissziót a „bottom-up” módszerrel határozza meg. A „top-down”

eljárás akkor alkalmazható, ha nem rendelkezünk létesítményekre (pl. erőmű) lebontott pontos kibocsátási adatokkal. Ilyenkor a nemzeti statisztikai adatokból lehet kiindulni, és ezeket az információkat oszthatjuk szét a létesítmények között egyéb információk (pl. erőmű mérete, típusa) felhasználásával egy adott szektor (pl. energetika) rácsponti emissziójának a meghatározásához. A „bottom-up” megközelítés akkor alkalmazható, ha létesítményekre lebontva rendelkezünk pontos kibocsátási adatokkal. Ebben az esetben megfelelő emissziós faktorok használatával lehet szennyezőanyag és szektor specifikus emissziós adatbázist előállítani.

Természetesen az emissziós adatok előállításához a modellnek szüksége van különböző meteorológiai paraméterekre is. Ilyen a nedvesség, a hőmérséklet, vagy a szél, ugyanis például egy anyag nedves ülepedésének kiszámításához esetlegesen szükséges tudni a légkörben lévő nedvesség mennyiségét. Ezeket a paramétereket a WRF modellből származtatjuk. A következőkben áttérünk az időjárási paramétereket szolgáltatató modell ismertetésére.

Időjárási (WRF) modell.

Mint ahogy a fenti alfejezetben említettük, mind a CMAQ, mind a SMOKE modellnek szüksége van bizonyos meteorológiai háttér ismeretre. E paraméterek kiszámításához a szintén nyílt forráskódú WRF (Weather Research and Forecasting) numerikus időjárás-előrejelző modellt használjuk, mely már több éve sikeresen fut operatíván az Országos Meteorológiai Szolgálatnál.

Ezt a modellt az NCAR (National Center for Atmospheric Research – Nemzeti Léggörkutató Központ) és az NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration – Amerikai Nemzeti Óceáni- és Meteorológiai Szolgálat), valamint több kutatóegyetem és -intézet fejleszti. Szerke a világon használják kutatási és oktatási célra egyaránt. Az ELTE Meteorológiai Tanszékén is használják oktatási céllal különböző kurzusokon. Számos tudományos diákköri dolgozat is született e témában.

A modell két dinamikai felülettel rendelkezik, amiből mi az ARW (Advanced Research WRF) modellt választottuk. A másik a NMM (Nonhydrostatic Mesoscale Model), ami a nevéből is adódóan egy nemhidrosztatikus mezoskálájú modell. Az elsőt az NCAR, az utóbbit pedig a NOAA fejlesztette. Az ARW-nek 4 fő programegysége van: a WPS, ami a WRF előfeldolgozó rendszere; a WRF 3D VAR egy háromdimenziós variációs adatasszimilációt tesz lehetővé; az ARW megoldó szegmense; és a ne-

gyedik, az utófeldolgozó és grafikus megjelenítésért felelős programegysége (Wendl, 2009). A WRF előfeldolgozó rendszer definiálja a felhasználó által megadott horizontális modelltartományt (Nagy, 2010), amelyre interpolálja a felszíni adatokat (talajtípus, földhasználat típusa), illetve a más modellekből nyert meteorológiai adatokat, amelyeket a program interpolál horizontálisan a megadott területre, majd a folyamat során előállítja a kezdeti feltételeket (inputokat) a WRF modell számára. Ezután ezek az input adatok kerülnek be a WRF-ARW modellbe, ahol elvégzi az adatok vertikális interpolációját, majd elkészíti az előrejelzést.

Terjedési (CMAQ) modell.

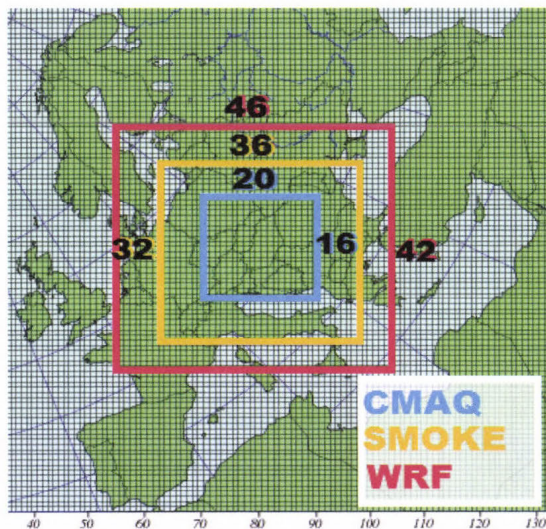
Az almodell bemutatása után térünk rá a modell bemutatására, a Community Multiscale Air Quality – Többléptékű Községi Levegőminőségű Modellre! A CMAQ modellt az amerikai EPA Atmoszféra Kutató Modellező osztálya fejlesztette ki.

Ez egy harmadik generációs, dinamikus fejlődő, sokoldalú, szabadon hozzáférhető és fejleszthető modell. Szimulációkat készíthetünk vele az egész troposzférára a szálló porról (PM), az ózonnól, a levegőben lévő mérgező szennyezőanyagokról, a látótávolságról, a savas kimosódásról. Könnyen alkalmazható

kutatási, szabályozási és előrejelzési célokra is. A 3D-s Euler-típusú modell az egyes cellákban kiszámolja az anyagmérleget, majd ezt az információt „továbbadja” a szomszédos rácscelláknak. Képes különféle levegőminőségi szempontokat egyidejűleg kiszámolni eltérő térbeli skálákon (a kisebb területek modellezésétől akár az egész hemiszféra modellezéséig is kiterjedhet). Ezenkívül a látástávolság, a savas összetevők, valamint a kimosódással talajba kerülő egyéb anyagok ülepedésének becslésére is alkalmas, így kapcsolatot teremt a légkör, az emissziós források és a kémiai átalakulási folyamatok között.

A modell rendszerét 5 fő program egység (processzor) alkotja, amelyek a következők:

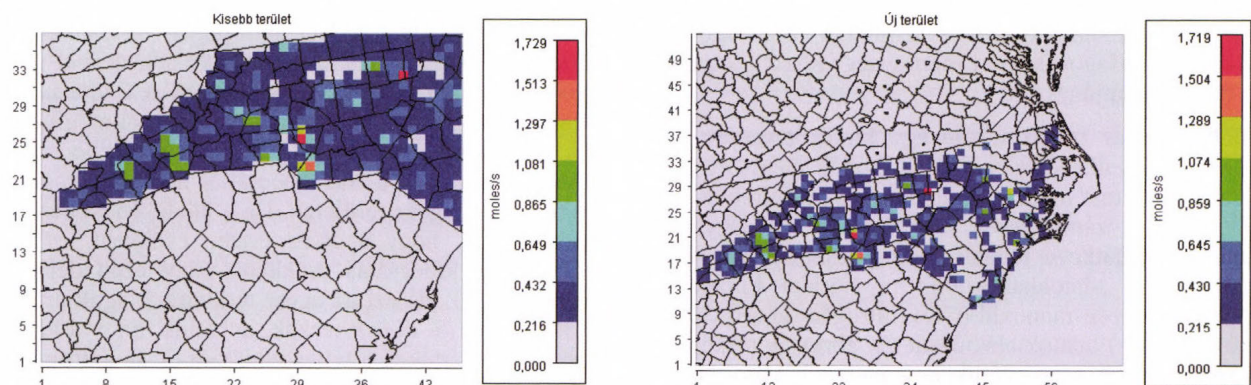
- (1) kezdeti feltételek meghatározása (ICON – The Initial Conditions Processor),
- (2) peremfeltételek meghatározása (BCON – The Boundary Conditions Processor),
- (3) tiszta égboltú fotolízis mértékének meghatározása (JPROC – The clear-sky photolysis rate calculator),
- (4) meteorológiai-kémiai határfelület programegység (MCIP – The Meteorology- Chemistry Interface Processor),
- (5) CMAQ kémiai transzport modell (CCTM – The CMAQ Chemistry-Transport Model).



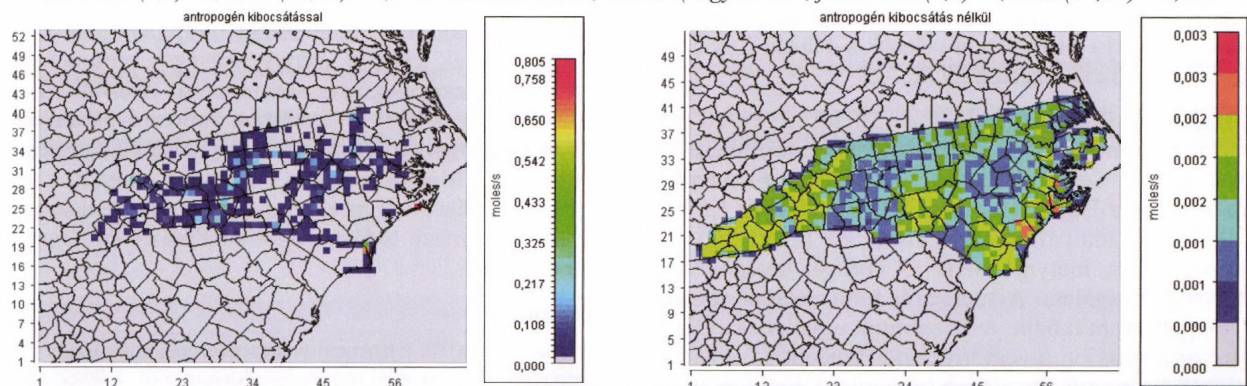
5. ábra: Az általunk definiált rácshálózatok egy hivatalos EMEP által készített térkép hálózaton

Az MCIP a meteorológiai adatokat dolgozza fel, míg az ICON és a BCON a kezdeti és peremértékek meghatározásáért felel, a JPROC pedig a tiszta égbolt esetén történő fotolízis mértékét számítja ki. Utoljára a CCTM fut le, ami előállítja többek között a szennyezőanyag koncent-

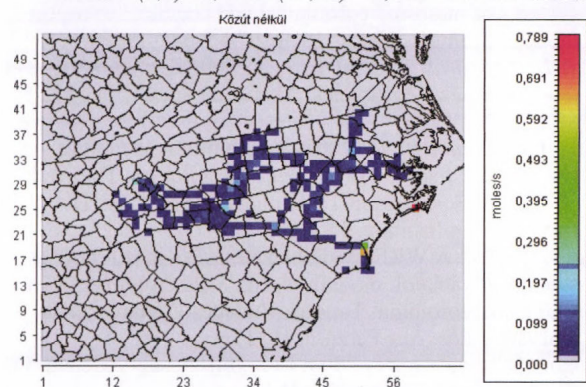
li interpolációja és a légköri szennyezők visszacsatolásának hiánya. Ezek kiküszöbölésére fejlesztették ki a kétirányú rendszereket. A kétirányú csatolt rendszer előnye például, hogy így a kémiai folyamatok modellezésével nemcsak a szennyezőanyag terjedési és mennyiségi elő-



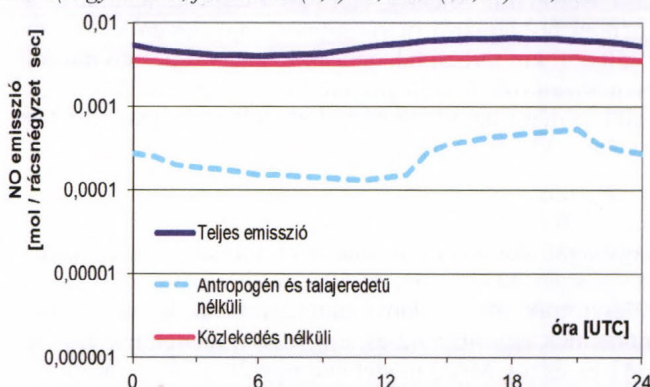
6. ábra: Terület definiálási vizsgálatok bal oldalon kisebb területre, jobb oldalon egy eltolt területre 2005. 07. 10. 20 UTC-re bal: Min (1,1)=0; Max (29,25)= 1,633 CO kibocsátás, mol/sec(négyzetrács, jobb: Min (1,1)=0; Max (25,21)= 1,617



7. ábra: Az eredeti, teljes NO emisszió, antropogén kibocsátás és közlekedés nélküli kibocsátási értékek 2005.07.10. 17 UTC-re bal: Min (1,1)=0; Max (59,25)= 0,805 NO kibocsátás, mol/sec(négyzetrács, jobb: Min (1,1)=0; Max (57,25)= 0,003



7. ábra: Eredeti, teljes NO emisszió kibocsátás, az antropogén kibocsátás és közlekedés nélküli kibocsátási értékek 2005.07.10. 17 UTC-re



8. ábra: NO koncentráció időbeli alakulása különböző kibocsátáskor 2005. július 10.-én

rációjának becsült értékét, a nedves és a száraz ülepedés mértékét, és a láthatósági viszonyokat.

A három modell összekapcsolása. Végezetül ezen három modell kapcsolatát összegezzük, amit a 2. ábra szemléltet. Láthatjuk, hogy itt nemcsak egy egyirányú csatolt rendszer lehetséges, hanem két irányú csatolás is megvalósítható. Az egyirányú csatolt rendszerekre jellemző a mentett meteorológiai input adatok túlzott időbe-

rejelzését valósítja meg, hanem megfigyelhetjük ezen anyagok időjárásban való szerepét és jelentőségét is. Például: mennyire változik meg egy konvekciós helyzet előrejelzése, ha az időjárási modellbe nem a származtatott mennyiségeket, hanem a terjedés-emissziós modell eredményeit (aeroszol koncentráció) építjük be. De például úgy is be tudjuk állítani a WRF és a CMAQ modellt, hogy egyensúly legyen a szimuláció pontossága és a rendszer számítási ideje között, valamint a kétirányú

csatolt rendszernek köszönhetően tanulmányozhatjuk a gázok és aeroszolok visszacsatolásait a meteorológiai folyamatokra, a rövidhullámú sugárzáson keresztül. A kétirányú modellek sugárzási visszacsatolásainak köszönhetően észrevehetően csökken az eltérés a szimuláció során a felszíni rövidhullámú sugárzás és a 2 m-es felszíni hőmérséklet kapcsolata között, és szintén javul az ózon és PM_{2.5} viszonylagos és mért mennyisége közötti kapcsolatot a tesztek alapján.

Modellrendszer megismerése egy konkrét eseten keresztül. A következő fejezetben a modell megismeréséhez szükséges test futtatás eredményeit szemléltetjük. Az ELTE Atlasz számítógépén reprodukáltuk az Egyesült Államokra vonatkozó futtatásokat. A tesztfuttatás 2006. augusztus 8-i adatokkal számol a floridai kivágratra. Megnéztük a szén-monoxid (CO), nitrogén-dioxid (NO₂) és az ózon (O₃) adatok alakulását (3. ábra). A térképekből jól láthatóan kirajzolódik egy nagyobb kibocsájtási forrás, amelyről a koordináta adatokból kiderült, hogy Atlanta városát jelenti. A városra vonatkozó ózon előrejelzést a 4. ábra szemlélteti. Jól megfigyelhető, hogy az ózonkoncentráció jelentősen növekszik a délután folyamán, és 16–17 óra között csúcsosodik ki.

Emissziós adatbázis. Ahhoz, hogy a fenti egyesített modellt Magyarország és a Kárpát-medence területére alkalmazzassuk, saját emissziós adatbázist kell kiépítenünk. Ehhez az EMEP (Európai Megfigyelési és Értékelési Program) adatbázisát használjuk. Az EMEP egy európai szervezet, melynek célja az európai levegőszennyezettség vizsgálata. A szervezet több, feladat specifikus központtal működik. A központok egyikének (CEIP-Centre on Emission Inventories and Projections) feladata a nemzeti emisszió bevallások begyűjtése, majd ezen információk alapján rácsponti emissziós adatbázis kidolgozása Európára. Jelenleg elérhető rácsponti adatbázis a központ honlapjáról (www.ceip.at) ingyenesen letölthető és 50 x 50 km térbeli felbontású. Komoly fejlesztő munka és nemzetközi összefogás eredményeként néhány éven belül várható az adatbázis térbeli felbontásának jelentős javulása (kb. 10x10km).

A következő ábrán egy térképmetszetet láthatunk, melyben feltüntettük a futtatáshoz szükséges rácshálózat nagyságát. Az adatok különböző felbontáson is elérhetőek egészen 2012-ig, mi az 50 x 50 km-es rácshálózatot választottuk. Az 5. ábrán megfigyelhető, hogy a WRF modellnek egy 46 x 42-es, a SMOKE modellnek egy 36 x 32-es és a CMAQ modellnek egy 20 x 16-os rácshálózatot definiáltunk, melyben a magyarországi terület mellett a Kárpát-medence teljes területét próbáltuk elhelyezni, remélve, hogy így a Magyarországot befolyásoló külföldi emissziókat is belefoglaljuk.

Az adatok rendszerezéséhez tudni kell a SMOKE modellben használt mennyiségek dimenzióit, a modellben definiált egyéb értékeket és a rendszer viselkedését a

bemenő adatok megváltoztatásakor. Vizsgálatunk során megnéztük az amerikai teszt-adatsorban a terület definiálásának módját (6. ábra) és hogy a különböző anyagok különböző forrásainak kivonása hogyan befolyásolja az adatok területi és időbeli alakulásait. A terület definiálásakor meghatároztunk egy kisebb és egy eltolt területet. Az anyagvizsgálatkor a NO antropogén forrásokkal és antropogén források nélkül, majd a közlekedésből származó forrásokkal végeztünk vizsgálatot. A 7. ábrán láthatóak a terület kibocsájtási adatai, melyekből megfigyelhető, hogy a mol/sec/négyzetrácsra számolt kibocsájtási értékek az antropogén NO kibocsájtás nélkül lényegesen csökkentek az egész területen. Ha a közlekedést nézzük, megfigyelhető, hogy a skála értéke csökkent, és egy rácsponton a kibocsájtás csökkent, vagy ezen definiált skálán 0 körüli. Ha ezt az egész területre átlagolt értéket egy időskálán (8. ábra) nézzük, láthatjuk, hogy a közlekedés nélküli értékek a teljes emisszió és az antropogén források között, az előbbihez közelebb helyezkednek el.

Összefoglalás. Láthattuk, hogy a légköri terjedési modell rendszerek számos új lehetőséget nyújtanak számunkra az előrejelzések terén; a szennyezettségek kimutatásával nem csupán egészségügyi szempontból nyerünk fontos adalékokat, de általuk a légkörben zajló folyamatokat is jobban megismerhetjük. Jövőbeli kutatásaink szerves részét képezi a Magyarországra vonatkozó emissziós adatbázis elkészítése, melynek segítségével a modellek egyesítéséből származó tudásanyagot alkalmazni és kamatoztatni tudjuk.

Irodalom

- Baklanov, A., 2010: Chemical weather forecasting: a new concept of integrated modeling, *Advances in Science and Research* 4, 23–26.
- Baklanov, A., Mahura, A. and Sokhi, R., 2010: Integrated systems of meso-meteorological and chemical transport models, Springer, 190 p., ISBN 978-3-642-13979-6, 9–10.
- Bozó, L., Mészáros, E. és Molnár, Á., 2006: Levegőkörnyezet modellezés és megfigyelés, Akadémia Kiadó, 75., 81., 84–85., 91. 92., 127.
- Daly, A. and Zannetti, P., 2007: Air Pollution Modeling – An Overview. Chapter 2 of ambient air pollution, The Arab School for Science and Technology (ASST) and The EnviroComp Institute, 15–28.
- Nagy, A., 2010: A WRF-modell alkalmazása mezo-gamma skálájú folyamatok modellezésére, MSc diplomamunka, ELTE Meteorológiai Tanszék, Budapest (témavezetők: Horváth Ákos, Ács Ferenc), 10–11.
- Radnainé Gyöngyös, Zs., 2004: Levegőtisztaság-védelem, Pécsi Tudományegyetem, 79–81.
- Szepesi, D., 1967: Légszennyező anyagok turbulens diffúziójának meteorológiai feltételei Magyarországon, Országos Meteorológiai Intézet Hivatalos Kiadványai XXXII. kötet, 8.
- Wendl, B., 2009: A WRF modell működése az ELTE Meteorológiai Tanszék számítógépes rendszerében. Szélprofil becslések. Diplomamunka, ELTE Meteorológiai Tanszék, Budapest (témavezető: Gyöngyösi András Zénó), 11–13.

NAPFÉNYTARTAM GLOBÁLSUGÁRZÁSI ADATOKBÓL TÖRTÉNŐ SZÁMÍTÁSÁNAK MÓDSZERTANA

METHODOLOGY OF SUNSHINE DURATION CALCULATION FROM GLOBAL RADIATION DATA

Nagy Zoltán

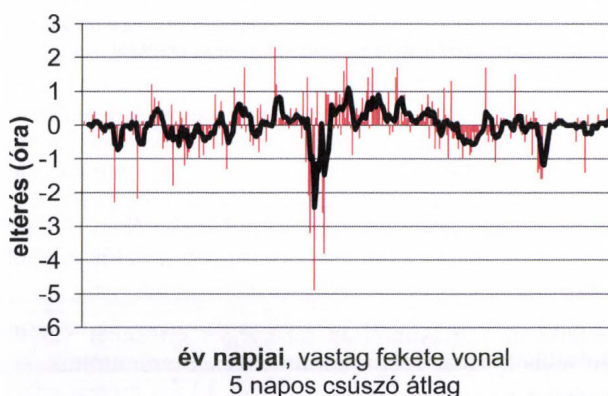
Országos Meteorológiai Szolgálat, Marczell György Főobszervatórium, 1675 Budapest Pf. 39., nagy.z@met.hu

Összefoglalás. A hagyományos, emberi észleléssel végzett mérések egyre inkább visszaszorulnak, helyükbe szinte minden területen az automata mérések lépnek. A magyar szolgálat a hagyományos napfénytartam méréseket 2013. április 1-i dátummal megszüntette. Ezzel kapcsolatban felmerült az a kérdés, hogy az automatikus sugárzási mérésekből előállítható, s milyen pontossággal a napsütés órák száma, azaz a napfénytartam. Az írás erre a kérdésre ad választ, bemutatva a leginkább használható számítási eljárást is.

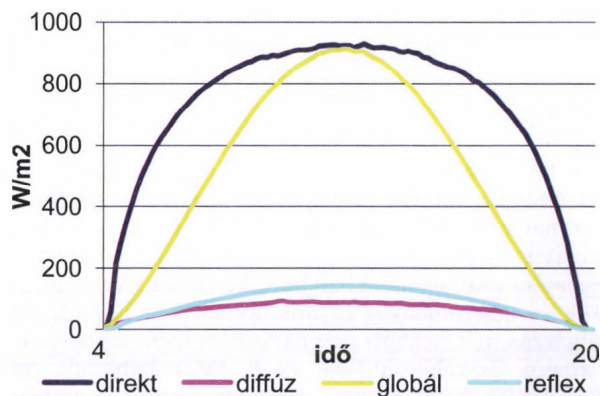
Abstract. The traditional measurements made by observers are continually forced back. They are replaced by the automatic measurements on almost all areas. Hungarian Meteorological Service brought the traditional sunlight duration measurements to an end with the date 1 April 2013. The question is if the number of sunny hours, the sunshine duration can be calculated from automatic measurements of solar radiation, and with what kind of accuracy. This paper gives an answer to this question, granting the computational procedure which mostly can be applied.

Bevezetés. Napjainkban a változó körülmények folyamatos kihívásokkal szembesítik az Országos Meteorológiai Szolgálatot, ezen belül a felszíni és távérzékelési mérő és megfigyelő rendszereket üzemeltető Megfigyelési Főosztályt. A változó körülményeket alapvetően a technikai fejlődés, a szakmai és a felhasználói igények követése,

fénytartam a napsugárzás mennyiségi jellemzésére nem igazán alkalmas. A napsugárzási viszonyok mennyiségi jellemzésére egyértelműen az Országos Meteorológiai Szolgálat felszíni automata mérőhálózatának 40 mérőállomásán működő globálsugárzás mérők jelentik a megoldást.



1. ábra: A hagyományosan mért és a direkt sugárzásból számított napfénytartam különbsége, Budapest 2011



2. ábra: A rövidhullámú sugárzási paraméterek napi menete egy derült nyári napon (2012.06.16.)

másrészt a személyi állományban történt változások jelentik, melyek időről-időre szükségessé teszik a rendelkezésre álló humán erőforrásoknak a kor kihívásaihoz igazodó átszervezését.

A Megfigyelési Főosztályon ezen alapvető indok alapján került napirendre a rendelkezésre álló erőforrások átszervezése, melyhez kapcsolódóan egyre inkább csökken a korábbi, hagyományos megfigyelések, mérések szerepe és növekszik az intenzív felszíni és távérzékelési mérőrendszerek működtetésének a súlya. Az említett átszervezés érintette a hagyományos napfénytartam mérések szerepének és fontosságának felülvizsgálatát, melynek eredményeképpen az Országos Meteorológiai Szolgálatnál végzett hagyományos napfénytartam mérések 2013. április 1-i dátummal megszüntetésre kerültek.

A napfénytartam mérések esetében, az erőforrások átszervezésének szükségességén túl, mindenképpen hangsúlyozni szeretnénk, hogy szakmai szempontból a napfénytartam adatok információ tartalma a jelen kor elvárásainak csupán korlátozott módon felel meg, mivel a nap-

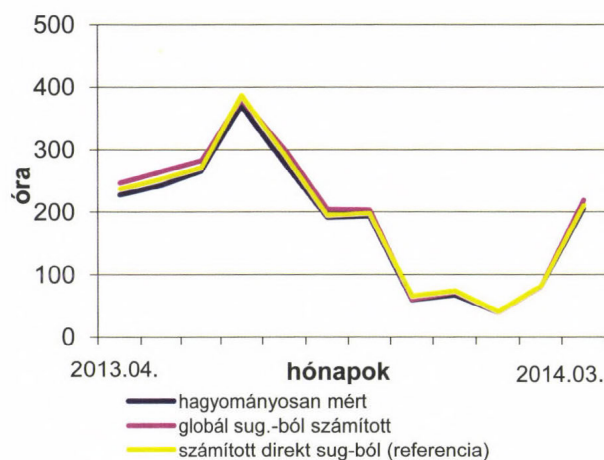
Ugyanakkor szembesültünk azzal a felhasználói oldalról jelentkező erőteljes igényvel, amely továbbra is igényli a korábbi napfénytartam adatokat, így a felhasználói illetve a Szolgálat szempontjainak összeegyeztetése érdekében a napfénytartam adatok a jövőben továbbra is elérhetők, de azokat már nem a hagyományos Campbell-Stokes napfénytartam mérők méréseiből, hanem az OMSZ globálsugárzási mérőhálózatából kerülnek meghatározásra.

A napfénytartam új alapokon történő meghatározását egy módszertani megalapozó vizsgálat előzte meg, amelyben az összes olyan szinoptikus főállomás 2009-2011 közötti 3 évi mérési adatsorát felhasználtuk, ahol hagyományos illetve globálsugárzás mérések egyaránt rendelkezésre álltak. A kidolgozott összefüggések biztosítják, hogy a globálsugárzás mérésekből számított napfénytartam adatok továbbra is kielégítsék a megrendelők által támasztott elvárásokat.

Az említett 2013. április 1-i határidővel első lépésként a napfénytartam adatok elérhetősége azon állomásokon lesz folyamatos, ahol korábban hagyományos módon

folytak a mérések, ám a jövőben tekintettel az esetlegesen jelentkező felhasználói igényekre, lehetőség nyílt az összes globálisugrázási mérőállomásra a napfénytartam adatok számítás alapján történő meghatározására.

A napfénytartam közismert definíciója szerint, napfényről beszélünk, ha a direkt sugárzás áramsűrűsége nagyobb, mint 120 W/m^2 . A hagyományos Campbell-



3. ábra: A napfénytartam havi összegei Budapest 2013.04-2014.03.

Stokes napfénytartam mérő üveggömbjének koncentráló képessége illetve az alkalmazott regisztráló papír minősége e küszöbérték regisztrálásának próbál megfelelni. Mivel operatív módon folyó direktsugárzás mérések az OMSZ-nál csak az utóbbi időben indultak el, így a hagyományos napfénytartam mérések megbízhatóságának vizsgálatára csak napjainkban kerülhetett sor. A budapesti 2011. év hagyományos és pirheliometrikus úton (direkt napsugárzás mérésekből) meghatározott napi napfénytartam adatok összehasonlítását az 1. ábrán láthatjuk. Az ábráról leolvasható, hogy a vizsgált egyévi időtartam alatt a téli és az átmeneti időszakban a hagyományos napfénytartam mérések alul, míg a nyári időszakban inkább felülbecslik a valóságos értékeket.

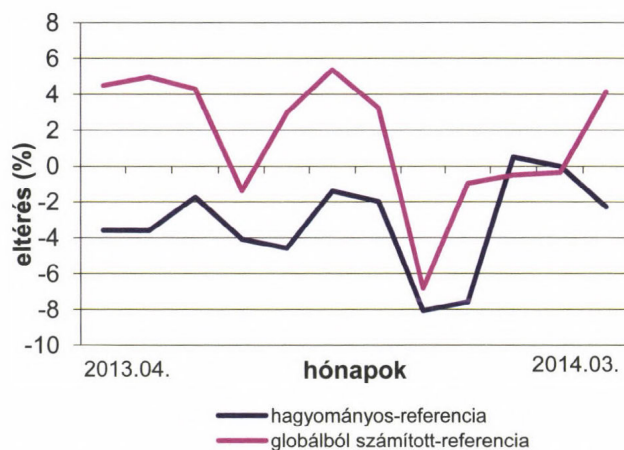
A módszer kiindulási összefüggése: A napfénytartam globálisugrázásból történő számításának az alapkérdése egy megfelelő, logikailag is magyarázható összefüggés felállítása, amely első lépésben alapvetően a direkt sugárzás nagyságára próbál becslést adni.

Ismert, hogy az OMSZ operatív mérőhálózatában a globálisugrázás mérések a vízszintes felszínre érvényesek, vagyis a mérőeszközök a direkt sugárzás vízszintes felszínre normált illetve a féltér minden irányából érkező szórt sugárzás összegét mérik. A két komponens egymáshoz való viszonya alapvetően a felhőzet és a légkör „tisztaságának” a függvénye. Derült, tiszta időben a globálisugrázás döntő, esetenként több mint 90%-a, a direkt sugárzásból származik (2. ábra).

Ugyanakkor a szennyezőanyagok és vízgőz mennyiségének növekedésekor illetve a felhőzet megjelenésével a szórt komponens egyre meghatározóbbá válik. Felhővel borított égbolt esetén a direkt komponens értéke nulla lesz és a globálisugrázás forrása kizárólag a szórt sugárzás. A diffúz sugárzási komponens nagyságára vonatko-

zóan sajnos csak igen korlátozott mérési adattal rendelkezünk, mérése csupán Budapesten folyik, ezért a szórt sugárzás becslésére egy segéd paramétert, az ún. relatív globálisugrázást használjuk.

A relatív globálisugrázás (a továbbiakban relatív globál), nem más, mint egy adott aktuális időpontban mért és az adott időponthoz tartozó maximálisan lehetséges



4. ábra: A napfénytartam havi összegeinek eltérései a direkt sugárzásból származtatott referencia értéktől, Budapest 2013.04-2014.03.

globálisugrázás hányadosa. A szakirodalomban legtöbbször maximálisan lehetséges értéknek a csillagászatilag lehetséges globálisugrázást adják meg, ami a napállandó 1367 W/m^2 és napmagasság szinuszának a szorzata. Ebben az esetben természetesen a Föld légkörében történő gyengüléssel nem számolnak, ez csupán a valós állapot közelítése.

Esetünkben a maximálisan lehetséges értékeket valódi mérésekből, tehát reális körülményekre számítottuk ki, mégpedig úgy, hogy Budapest közel 30 évi mérési adatsorából, az év minden egyes triádjára (három napos periódusok), minden egyes órájára illetve 10 percére kiválasztottuk a 30 év során mért legmagasabb értéket, majd ezen értékeket polinommal simítottuk. Tehát a január 1-3 időszakban minden egyes órára a $3 \times 30 = 90$ mérési adatból kiválasztottuk a maximális értéket, majd az eljárást folytattuk az év további triádjaira.

A mostani eljárásunk során az egyszerűség kedvéért egy adott triád összes 3 napjára ugyanazt a normáló értéksort használjuk. A tízperces értékeket a napi órás értékek interpolálásával képeztük. Az eljárás eredménye egy 122×96 elemű mátrix, melynek 1 sora tartalmazza a január 1-3 közötti időszak 96 tízpercéhez tartozó maximálisan lehetséges globálisugrázás értéket. Mivel Magyarországon valódi szoláris időben nyári napforduló idején a mérhető sugárzás reggel 4-től este 8 óráig terjedő időszakra korlátozódik, ezért a mátrix első 10 perce a 4:00-4:10-ig tartó intervallum, az utolsó 96 pedig a 19:50-20:00 tartó 10 perces intervallum, ami 96 darab 10 perces intervallumot jelent. A mátrix elemeinek időpontjai szoláris időben értendők, tehát a relatív globál képzésekor a mért adatsort az időegyenlítés függvényében korrigálni szükséges.

E tényekből kiindulva alapösszefüggésünk:

$$\text{DIR} \sim \text{GB}/\sin(h) - (1 - \text{RGB}) * \text{GB}/\sin(h) = \text{RGB} * \text{GB}/\sin(h)$$

ahol DIR: direktsugárzás; GB: globálsugárzás; h: napmagasság; RGB: relatív globálsugárzás.

A összefüggésből kiolvasható, hogy derült időben a relatív globál közel 1, a globálsugárzást gyakorlatilag a direkt komponens adja, melyet a $\text{GB}/\sin(h)$ normál direktté transzformál (ez a valódi, pirheliométerrel mérhető direkt sugárzás). Ahogy a relatív globál csökken, úgy válik felhősebbé, „piszkosabbá” a légkör és ezzel párhuzamosan a direkt is csökken. Természetesen a formula csupán közelítés, mivel a direkt sugárzás és a relatív globál kapcsolata az előző lineáris megközelítésnél jóval bonyolultabb, de számos próbálkozás után sem találtunk a céljainknak jobban megfelelő összefüggést, mint a fenti.

Az összefüggést a módszer kidolgozásának első fázisában alapvetően a fenti paraméter és a napfénytartam között, pontosabban ezek napi összegei között kerestük. Napfénytartam esetében a napi összeg egyértelmű, a $\text{RGB} * \text{GB}/\sin(h)$ esetében pedig egy adott nap minden 10 perces globál adatára képeztük az említett paramétert és azt egy napra összegeztük. A függő (napfény) és a független ($\text{RGB} * \text{GB}/\sin(h)$) változó értékének több nagyságrenddel eltérő értéke miatt a napi összeg esetében a $0.0001 * \Sigma (\text{RGB} * \text{GB}/\sin(h))$ értéket használtuk.

A módszer gyakorlatban történő bevezetését követően azzal a ténnyel szembesültünk, hogy a számított napfény esetenként számottevően felülbecsüli a valós értéket, így szükséges volt a módszer módosítására.

A napfénytartam napi összegére vonatkozó becslési eljárás módosítása. A meteorológia korábbi, hagyományos mérésekre épülő időszakában a kihívás a jelenlegi feladatunkkal fordított irányú volt, vagyis a napfénytartam adatokból számítottunk globálsugárzást. Erre a legáltalánosabban használatos eljárás az ún. Angström-formula alkalmazása volt, amely a relatív globálsugárzás és a relatív napfénytartam közötti lineáris összefüggés alkalmazását jelentette. Ahogy láttuk, esetünkben a számítás iránya fordított, ám a módszerünk módosításánál követtük a Angström-formula relatív értékek alkalmazásának gyakorlatát, vagyis a napfénytartam napi összegének és a korábbi szumma relatív értékei között kerestük a kapcsolatot.

A módosított összefüggés kidolgozásához során az eljárás lépései a következők voltak:

1. A maximálisan mérhető napi napfénytartam összegeire megfelelő pontossággal illeszkedő polinom meghatározása, ahol a független változó az év napjainak sorszáma;

2. Maximális napi szumma $= \Sigma(0.0001 * 1 * \text{gb}(\text{max})/\sin(h))$ meghatározásához szükséges polinom meghatározása, ugyancsak az év napjainak sorszáma függvényében. A relatív globál értéke itt értelemszerűen mindig 1, míg a $\text{gb}(\text{max})$ az adott napon az egyes 10 perces globálsugárzás maximálisan lehetséges értéke;

3. A napfénytartam napi összegére vonatkozó relatív érték meghatározása = mért napfény napi ösz-

szeg/maximális napi napfény összeg (maximális napfény minden napra az **1. lépés** segítségével)

4. A napi szumma relatív értékének meghatározása $= \Sigma (0.0001 * \text{relgb} * \text{gb}/\sin(h)) / \text{maximális szumma}$ (maximális szumma minden napra a **2. lépés** segítségével)

5. A relatív napi napfénytartam és a napi szumma relatív értékei közötti összefüggés megállapítása.

Az összefüggést $y = c1 * x^3 + c2 * x^2 + c3 * x + c4$ alakú polinommal közelítettük, ahol a függő változó a relatív napfény, míg a független változó a relatív szumma, amely viszont a globálsugárzás egyértelmű függvénye. A polinom együtthatói a számításokba bevont 12 állomásra vonatkozóan az **1. táblázatban** találhatók.

6. napfény napi összeg = relatív napfény (relatív szummából számított) * maximális napi napfénytartam összeg

Az összefüggés használhatósága. A számítási módszerünk használhatóságának vizsgálatát a budapesti 2013. április 1. és 2014. március 31. közötti 1 évi időszak hagyományosan mért és globálsugárzásból számított adatainak összehasonlítása alapján végeztük el. A használhatóságra vonatkozó vizsgálatokhoz a budapesti mérőállomáson egyrészt rendelkezésre állt a direkt sugárzásból származtatott, referenciaként használható napfénytartam, valamint ugyancsak rendelkezésre álltak a hagyományos napfénytartam mérések, mivel a használhatósági vizsgálatok céljából a hagyományos mérések 2013. április 1-i időpont után is folytatódtak.

Vizsgálataink eredménye a **3. és 4. ábrán** található. A **3. ábrán** a napfénytartam havi összegei láthatók a direkt mérésekből származtatott a globálsugárzásból számított és hagyományosan mért értékekre vonatkozóan. Látható, hogy a számított napfény havi összegeiben sem a referenciától, sem a hagyományosan mért értékektől lényeges eltérés nem tapasztalható. A **4. ábrán** finomabb felbontásban, a számított és hagyományosan mért napfény havi összegeinek a referencia értéktől számított százalékos eltérései szerint láthatjuk az eredményeket. Az ábráról leolvasható, hogy a számított napfény esetében a téli időszak kivételével, még mindig jellemző egy enyhe felülbecslés, ám a 2013-2014-es téli időszakban a számított eljárás egyértelműen jobban közelítette a direkt sugárzásból származtatott referencia értéket.

1. táblázat: A számítási polinom együtthatói

állomás	c1	c2	c3	c4
Budapest	-2.8308	3.0119	0.7253	-0.08
Debrecen	-3.3192	3.2417	0.7970	-0.08
Eger	-1.7433	1.2281	1.4641	-0.13
Győr	-1.4552	1.0779	1.4279	-0.15
Pécs	-1.9146	1.8489	1.0476	-0.10
Sármellék	-1.8664	1.8495	1.0544	-0.11
Szeged	-2.5402	2.9008	0.5853	-0.05
Szombathely	-1.6644	1.7562	0.9592	-0.09
Kékestető	-0.5689	-0.1687	1.8480	-0.17
Miskolc	-3.2993	3.1199	0.8337	-0.07
Mosonmagyaróvár	-4.5199	4.8101	0.1475	0.00
Sopron	-1.4027	1.1186	1.3573	-0.11

A NAPHÉNYTARTAMMÉRŐ ÉLT 160 ÉVET

CAMPBELL-STOKES SUNSHINE RECORDER LIVED 160 YEARS

Tóth Róbert

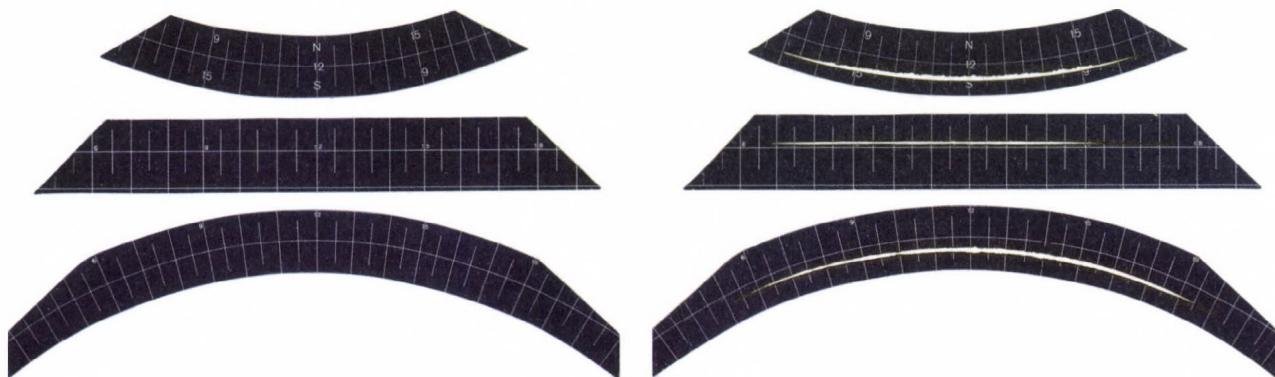
Országos Meteorológiai Szolgálat, Marczell György Főobszervatórium, 1181 Budapest, Gilice tér 39., toth.r@met.hu

Összefoglaló. Mintegy 180 éve kezdődött a napfénytartam műszeres mérése. A mérőeszközök fokozatosan korszerűsödtek, legelterjedtebben használták az üveggömbös Campbell-Stokes –féle napfénytartammérőt.

Abstract. Instrumental measurement of sunshine duration started around 180 years ago. The instruments were gradually modernised, the most widely used tool has been Campbell-Stokes sunshine recorder with a glass sphere.

Napfényen a diffúz fényt meghaladó természetes eredetű besugárzást értjük, különösen, ha szemünk a Nap által megvilágított tárgyak mögött árnyékot lát. Így a fogalom inkább a látható fényhez kapcsolódik, mint az egyes hül-

féle mérőműszert használtak. A Jordan- és Fényi-féle napsütéstartammérő (napsütésautográf) vegyszeres papírok fényérzékenységet használta.



1. ábra: A magyar gyakorlatban alkalmazott téli, tavaszi-ősi és nyári napfényszalagok használat előtt és után



2. ábra: JUNKALOR gyártmányú napfénytartammérő



3. ábra: METRA gyártmányú napfénytartammérő

lámhosszokon beérkező energiához. Egy földrajzi hely (pl. gyógyhely, borvidék...) éghajlati jellemzéséhez használt napfénytartam értéknek nagyobb a pszichológiai jelentősége, mint a műszaki számításokhoz, jellemzésekhez alkalmas lehetősége.

Napfénytartam alatt azt a számot értjük, amely mutatja, hogy adott idő alatt hány órán át sütött a Nap. A napfénytartam mérése közel 180 évre tekint vissza. Ez alatt sok-

A jól ismert üveggolyós napfénytartammérő őse a napóra volt (Takács, 1957). John Francis Campbell az angliai Whitehallban 1853-ban alkotta meg az elterjedten használt Campbell-Stokes-féle napfénytartammérőt (1. ábra) elődjét. Ennek az eszköznek a gyűjtőlencséjéül egy vízzel teli üveggömb szolgált, amit egy kivájt fából készült félgömbbe állítottak, abba égetett nyomot a Nap. 1875-től alkalmaztak tömör üveggömböt, így télen is használhatóvá vált. George Gabriel Stokes 1879-ben fémre cse-

relte a fa félgömböt és ellátta papírtartóval. Így naponta cserélhetővé vált a regisztrátum (napszalag).

A műszer rendkívül egyszerű, mind szerkezetét, mind kezelését illetően. A magyar szolgálat, illetve a magyar gyakorlat, nemcsak az Országos Meteorológiai Szolgálat használt Cambell-Stokes-féle napfénytartammérőt, hanem egyetemek meteorológiai és földrajzi tanszékei, agrárkutató intézetek is többféle műszert alkalmaztak. Működtetése nem igényel energiaforrást, sem különösebb szakértelmet. Emiatt elterjedése igen széleskörű volt, hosszú sorozatok keletkeztek használata során (Tárkányi, 1984). A Cambell-Stokes napfénytartammérők előnyeit több lehetséges hibaforrás csökkenti. Egy hibátlanul felállított és szabályosan kezelt műszer esetében is számolni kell azzal, hogy

- az üveggömb áteresztő- és visszaverő-képessége az évek során változhat;
- a papír színe, hőmérséklete, vastagsága, nedvszívó tu-



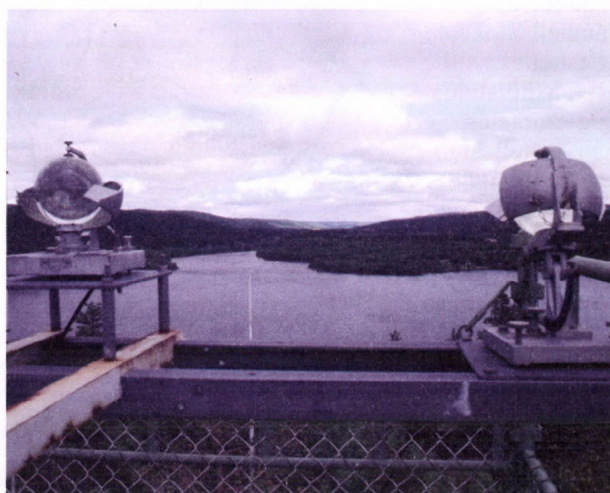
4. ábra FUESS gyártmányú napfénytartammérő

lajdonsága időről időre változik;

- a kiértékelő személye hatással lehet a mérések homogenitására és pontosságára.

A napfényzalag csak akkor kezd égni, akkor jelenik meg rajta égésnyom, azaz jel arról, hogy „sütött” a Nap, ha a direkt sugárzás értéke elér egy bizonyos értéket. A napszalag hossza függ az évszaktól. A mérsékelt szélességen, így hazánkban is van téli, tavaszi-őszi és nyári szalag. Az 1. ábrán bemutatunk használat előtti és már kiégetett, regisztrálás utáni szalagokat. Ez az érték azonban számos tényezőtől függ. Az egyik tényező csoport az üveggömbbel kapcsolatos. Ez attól függ, hogy a gömbön van-e hó- jég vagy egyéb bevonat, azaz a pillanatnyi időjárás függvénye. A papírszalag tulajdonságai kétféleképpen is befolyásolhatják a regisztrálás megindulását. A papír minősége és színe hosszútávon befolyásolhatja a feljegyzéseket. A magyar szolgálat gyakorlatában általában 3–4 évenként jelentkezett ez a probléma, amikor el-

fogytak a napszalagok és újat kellett nyomtatni. Általában gondot okozott, hogy ugyanazon minőségű (vastagságú) és ugyanolyan színű szalagokat sikerüljön beszerezni. Tárkányi (1984) beszámolójában az 1981 előtti időszakra kék alapon fehér színnel nyomott szalagot használtak. A Fuess műszerhez gyárilag szállított szalagok színe fekete volt, míg az 1983-84-es referencia összehasonlítás során használt szalagok színe világoskék volt. A nemzetközi összehasonlításban ez is gondot okozott, hogy más ország más-más színű szalagot használt. Lehetett találkozni fekete vagy éppen zöld vagy kék színű szalaggal. A pillanatnyi időjárás oly módon volt hatással a tényleges értékre, hogy az időjárási helyzettől függően ugyanazon sugárzás intenzitás esetén előbb vagy később jelent meg égésnyom a szalagon. Hideg, nedves szalag esetén előbb ki kellett száradni a szalagnak, csak utána kezdett el égni, azaz kedvezőtlen körülmények között később „kezdődött” a napsütés. Nemcsak alábecslést végzett a szalag, hanem felülbecslést is. Néhány pillanattig tartó napsütés által okozott égésnyom a valóságosnál hosszabb lehet. A gyors ütemben változó napsütéses és



5. ábra: Napfénytartammérők a Sarkkörön készen arra, hogy 24 óra napfénytartamot regisztráljanak

borult időszakok esetén az égési nyomok egybefolynak, s a műszer a valóságosnál nagyobb (hosszabb) napsütéses időszakot regisztrál. Ilyen esetekben sok múlik a kiértékelő gyakorlatán és precizitásán, aki veszi a fáradságot az egyes rövidebb szakaszok külön-külön értékelésére. A pontosítási törekvések ellenére egyes országhatárokon ugrások mutatkoztak a napfénytartam izovonalainak futásában.

A világszerte alkalmazott napszalagok égési küszöbértéke $70\text{--}280\text{ W/m}^2$ között váltakozott, különböző adatokat eredményezve. A szakemberek a napfénytartam adatok összehangolása céljából napsütés küszöbértéknek előbb 200 W/m^2 értéket javasoltak, majd a CIMO (Műszerek és Megfigyelési Módszerek Bizottsága) 1981-ben a 120 W/m^2 direkt sugárzás értéket ajánlotta. Napfénytartamot tehát akkor mérünk, ha a direkt sugárzás eléri vagy meghaladja a 120 W/m^2 direkt sugárzást. Ennek betartása nehéz, mert a papír és a festék minőségétől függ a küszöbérték, s a csapadék is befolyásolja. A napszalag „kiérté-

kelése” is hordozhat szubjektív elemeket, különösen változóan felhős időjárás esetén. 0,1 óra felbontással kell leolvasni és a WMO az eszköztől 0,1 óra bizonytalanságot „enged” napi menetben.

A napfénytartamot leggyakrabban óra/nap, óra/hónap vagy óra/évben fejezzük ki.

A Magyarországon használt Campbell-Stokes-féle napfénytartam-mérők üveggömbje 96 mm átmérőjű, törésmutatója 1,52. Az első eszközöket a 19. század vége felé állították szolgálatba a kalocsai és ógyallai obszervatóriumokban. A századfordulón kb. 10, 1909-ben már mintegy 40 db végezte a méréseket. 1975-ben 38 eszköz tartozott az OMSZ mérőhálózatába.

A magyar szolgálat gyakorlatában különböző gyártmányú műszerek (Fuess, Junkalor, Metra, Lambrecht, Campbell-Stokes) teljesítettek, illetve a hivatalos meg-szüntetés után is teljesítettek szolgálatot. Ezek közül néhányat bemutattunk (2–4. ábra), valamint egy speciális helyezett is (5. ábra).



6 ábra: A továbbra is hagyományos, üveggömbös napfénytartammérőt is üzemeltető állomások

A napfénytartam mérések lehetséges hibája időről időre gondot okozott a témával foglalkozó szakembereknek.

1993-tól az OMSZ megkezdte a felszíni mérőhálózatának az automatizálását, amelyhez kapcsolódóan fokozatosan bővült és korszerűsödött a globálisugárzási mérőhálózat. Ennek eredményeképp napjainkban országosan 40 mérőállomásról rendelkezünk valós idejű globálisugárzás adatokkal. A nemzetközi trendet követve az OMSZ is meghozta a döntést a napfénytartammérők operatív szolgálatból való kivonásáról 2013 áprilisától. 13 napfénytartammérő azonban ezt követően is szolgáltat adatot.

A napfénytartam szoros korrelációt mutat a globálisugárzással. Maga a napfénytartam meghatározható pirheliométeres és piranométeres módszerrel is. A napfénytartam mérése manapság egyre inkább háttérbe szorul. A papírszalagos műszerek pontatlanok és nem köthetők adatgyűjtőkhöz. Célszerű a globálisugárzást mérni és abból kiszámítani a napfénytartamot (Nagy, 2014), amennyiben szükség van rá. A globálisugárzás mérése sokkal később indult meg, mint a napfénytartam mérése. Több esetben volt szükség arra, hogy nagyobb területre vagy hosszabb időszakra kerüljön megadásra a

globálisugárzás. Kézenfekvő volt, hogy a napfénytartam adatokból határozzák meg a globálisugárzás értékét. Statisztikai hibahatáron belül Angström (Dobosi és Takács, 1959) egyszerű lineáris összefüggést kapott,

$$\frac{Q}{Q_0} = a + b \frac{S}{S_0},$$

ahol Q a globális sugárzás, Q_0 a derült időben mérhető (várható) sugárzás, S a közepes napfénytartam, S_0 a maximális lehetséges napfénytartam (csillagászatilag lehetséges napfénytartam). Ezt a közelítő formulát szokás Angström-típusú formulának nevezni. A benne szereplő a

és b konstansok földrajzi hely függők, s értéküknek évi menete van. Hazai viszonyokra Takács Lajos határozott meg konstansokat (Dobosi, 1957).

A napfénytartam-mérő felállításánál nyílt horizontra és pontos tájékozásra van szükség. (Szász és Tőkei, 1997). A téli és a nyári napforduló Nap-pályái által határolt égboltsávban

semmilyen horizontkorlátozás nem lehet. Összefoglalva elmondhatjuk, hogy végül is a műszer felállítása, fenntartása, a mérés és a kiértékelés a sok előny ellenére nem is olyan egyszerű, így a magyar szolgálat egy régóta esedékes logikus lépést tett meg 2013 áprilisában. A megszüntető lépés nem jelentette azt, hogy az összes üveggömbös műszer kilépett volna a szolgálatból. Az országban 13 állomáson tovább folynak a hagyományos szalagos napfénytartam-mérések (6. ábra).

Irodalom

- Dobosi, Z., 1957: A napfénytartam és a globális sugárzás összefüggése Magyarországon. *Időjárás* 64, 347-356
- Dobosi, Z. és Takács, L., 1959: A globális sugárzás területi eloszlása Magyarországon. *Időjárás* 63, 82-84
- Nagy, Z., 2014: Napfénytartam globálisugárzási adatokból történő számításának módszertana. *Léggör* 59, 175-177
- Szász, G. és Tőkei, L. (szerk.), 1997: Meteorológia mezőgazdáknak, kertészeknek, erdészeknek. Mezőgazda Kiadó. Budapest. pp 715
- Takács L., 1957: A napfénytartammérő, és őse a napóra. *Léggör*, II. évf. 4.
- Tárkányi, Zs., 1984: Beszámoló az 1984-ben végzett tudományos kutatásokról. OMSZ Hivatalos Kiadványai, 242-254

2014 ŐSZÉNEK IDŐJÁRÁSA

WEATHER OF AUTUMN IN 2014

Fülöp Andrea

Országos Meteorológiai Szolgálat, H-1525 Budapest, Pf. 38., fulop.a@met.hu

A 2014-es őszi országos átlagban 2,1 °C-kal volt melegebb a megszokottnál, ezzel a homogenizált, interpolált adatok alapján a 5. helyre került a legmelegebb őszi középhőmérsékletek rangsorában 1901 óta. Az őszi első fele országos viszonylatban jóval csapadékosabb volt a megszokottnál, de novemberben már átlag alatti csapadékmennyiséget regisztráltunk. Így az őszi összességében rendkívül csapadékosnak mondható, a szeptember a 6. legcsapadékosabb hónap volt a sorban 1901 óta.

Szeptember. A havi átlaghőmérséklet az ország legnagyobb részén 16 – 18 °C között alakult. Ettől hűvösebb a Dunántúlon volt megfigyelhető (havi átlaghőmérséklet 15-17 °C között), a legmagasabb értékek pedig keleten jelentkeztek (18 °C körül). Hűvösebb csak a magasabban fekvő területeken volt (11-15 °C). Budapest belterületén jegyeztük a legmagasabb átlagot (18,3 °C), a leghidegebb Kékestetőn volt (12 °C). A havi országos átlaghőmérséklet 16,6 °C volt. Ez 0,7 °C-kal magasabb, mint a sokévi átlag. Az anomália térképen nyugat-kelet irányú a melegedés. Az ország legnagyobb részén 0,5-1,5 °C fokkal volt melegebb a megszokottnál. A hónap nagy részén melegebb volt, mint általában. Csak a hónap végén történt változás. Egy intenzív hidegfront hatására lehűlt a levegő. Szeptember 3-án megdőlt a minimumhőmérsékletek sokévi napi maximuma 21,4 °C-kal Egerben. A legmelegebb nap országos átlagban szeptember 4-e volt, ekkor Milotán 23,3 °C-ot, Kékestetőn 15,1 °C-ot mérünk. Az országos átlag 20,7 °C volt ugyanezen a napon. A szeptember 23-án áthaladt gyors mozgású hidegfront hatására 24-én 10,8 °C-ra hűlt le a levegő, ez volt a hónap leghidegebb napja. A legmagasabb átlaghőmérséklet Siófokon (13,8 °C), a legalacsonyabb Kékestetőn (5,4 °C) volt ezen a napon. Bár a hónap összességében melegebb volt a megszokottnál, a meleg küszöbnapok száma valamivel elmaradt a sokévi átlagtól. Országos átlagban nyári nap 6 volt a megszokott 8 helyett, hőségnap nem volt, pedig 1 nap szokott lenni.

A hónap során mért legmagasabb hőmérséklet:

32,1 °C, Sarkad-malomfok (Békés megye), szeptember 3.

A hónap során mért legalacsonyabb hőmérséklet:

-0,8 °C, Zabar (Nógrád megye), szeptember 24.

Szeptemberben az ország jelentős részén hullott nagy mennyiségű csapadék. A Tisza vonaláig 100–200 mm volt a jellemző. Az ország ÉK-i csücskében ezzel szemben 25 mm alatti mennyiségeket is megfigyelhettünk. A legtöbb eső Homokszentgyörgyön hullott (242,3 mm) a hónap során, míg Fehérgyarmaton mindössze 9 mm-t mértek ebben a hónapban. Az országos csapadékatlag 113,6 mm volt, ami majdnem az egyhavi átlag két és félszerese. A sokévi átlagtól (49,1 mm) vett eltérés 64 mm. Ebben a hónapban a legtöbb csapadékot nem a lehűlést hozó hidegfront okozta, hanem egy napokig felettünk örvénylő ciklon, melynek hatására 10–14-e között jelentős mennyiségű eső esett. A legnagyobb értéket 11-én jegyeztük (20,3 mm) országos átlagban. Szeptember 12-én megdőlt a csapadék sokévi napi maximuma 80 mm-rel Pesthidegkúton.

A küszöbnapok száma egy összességében csapadékos, nedves, esős hónapot támaszt alá. Összesen 11 csapadékos napot regisztráltunk az átlagos 8 helyett, zivataros naphól 3 volt, a szokásos 1 helyett.

A hónap legnagyobb csapadékösszege:

242,3 mm, Homokszentgyörgy (Somogy megye)

A hónap legkisebb csapadékösszege:

9,0 mm, Fehérgyarmat (Szabolcs-Szatmár-Bereg megye)

24 óra alatt lehullott maximális csapadék:

82,6 mm, Tiszafüred (Jász-Nagykun-Szolnok megye), szeptember 10.

Október Októberben az országos átlaghőmérséklet 12,2 °C volt. A legmagasabb havi átlagot Budapest belterületén jegyezték (13,9 °C), a legalacsonyabbat Kékestetőn (7,9 °C). Az ország nagy részén a havi átlag 11 – 13 °C között alakult. A magasabban fekvő területeken volt ennél pár fokkal hűvösebb. Az országos átlag a normál értéknél 1,6 °C-kal volt magasabb; a sokévi átlag 10,6 °C. ÉK-en kisebb volt az eltérés, a Bakony térségében pedig a legnagyobb. Az ország legnagyobb részén 1,5 – 2,5 °C-kal volt melegebb a megszokottnál. A napi

középhőmérséklet 14-én érte el a hónap során a maximumát országos átlagban, 17,9 °C-ot. Ez a sokévi 11,9 °C-os országos napi átlagnál több fokkal magasabb érték. A hónap nagy részén a normált meghaladta a hőmérséklet. Csak a hónap végén kezdődött jelentősebb lehűlés, ekkor az átlag alá süllyedt a hőmérséklet. Ennek oka kezdetben egy napokig felettünk örvénylő ciklonrendszer, majd egy masszívan kiépült anticiklon volt, melynek peremén a hideg levegő beáramlott hazánkba. A legalacsonyabb napi középhőmérsékletet országos átlagban 28-án érték el 3,9 °C-kal.

Országos átlagban 2 fagyos nap fordult elő, ami elmarad a sokévi átlagtól (3 nap). Nyári naphól (napi maximumhőmérséklet $\geq 25^\circ\text{C}$) azonban 3 volt (a sokévi átlag 1 nap).

A hónap során mért legmagasabb hőmérséklet:

28,0 °C, Sátorhely (Baranya megye), október 10.

A hónap során mért legalacsonyabb hőmérséklet:

-6,8 °C, Nyírlugos (Szabolcs-Szatmár-Bereg megye), október 28.

Októberben átlagosan 73 mm csapadék hullott, ez 29 mm-rel több, mint a sokévi átlag (44 mm). Az ország DNy-i részén hullott a legtöbb eső, itt 100–150 mm közötti mennyiségeket jegyeztünk. É-on pedig 35-55 mm között alakult ez az érték. Mázán 168,7 mm-t mértek, ez volt az a havi legnagyobb érték. A minimumot Diósjenőről jelentették (25,4 mm). Az ország legnagyobb részén az átlagnál jóval több csapadék hullott októberben. Az anomália térkép maximuma a Duna-Tisza-közén Bács-Kiskun megyében található. Itt a havi várható érték háromszorosa-három és félszerese hullott. E hónapban három csapadékosabb periódus fordult elő; egy a hónap elején és a többi a hónap közepén. A legtöbb csapadékot a már fent említett, hazánkban feltöltődő ciklonrendszer okozta. Kétszer is megdőlt a napi csapadék országos maximuma és új rekord született: 21-én Nagyvácszonyban 99 mm-rel és 23-án Kárászon 64,5 mm-rel. Országos átlagban 9 csapadékos nap jelentkezett, mely éppen meghaladja a normál értéket (8 nap), 1 zivataros napot regisztráltunk (a sokévi átlag 0 nap).

A hónap legnagyobb csapadékösszege:

168,7 mm, Maza (Baranya megye)

A hónap legkisebb csapadékösszege:

23,8 mm, Szentgotthárd Farkasfa (Vas megye)

24 óra alatt lehullott maximális csapadék:

99,0 mm, Nagyvácszony (Veszprém megye), október 21.

November. Ebben a hónapban az átlaghőmérséklet zömmel 6-8 °C között változott, nyugat-keleti irányú csökkenő tendencia volt megfigyelhető. A legmelegebb a Kisalföld térségében, a leghidegebb ÉK-en volt. Az országos havi átlag 7,2 °C volt, ami a sokévi átlagnál 3 °C-kal melegebb. A legmelegebbet Pécs Egyetem TTK állomáson jegyezték (8,9 °C), a leghidegebb szokás szerint Kékestetőn volt (3,5 °C). Jóval melegebbnek adódott ez a hónap a sokévi átlagnál. A legmelegebb a nyugati határszélen volt, itt 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. Majdnem a teljes hónap során az átlagosnál jóval melegebb volt. Ez alól csak a hónap eleje és a november 25-29-i párnapos időszak kivétel. A legmelegebb országos átlagban 7-én volt, mikor megdőlt a napi melegrekord Fülöpháza területén (napi maximumhőmérséklet: 24,6 °C). Ekkor az országos átlag 14,4 °C volt. Ezután folyamatos hőmérséklet csökkenés kezdődött. A leghidegebb napnak 27-e adódott (0,4 °C). 2014. november 6-án új napi rekord született Pápa repülőtérén, ahol a minimumhőmérsékletek sokévi rekordjaként 14,7 °C-ot mértek. Négy fagyos napot jegyeztünk a hónapban, ami 7 nappal marad el a sokévi átlagtól.

A normál szerint ilyenkor jelentkező 1 téli nap nem jelentkezett.

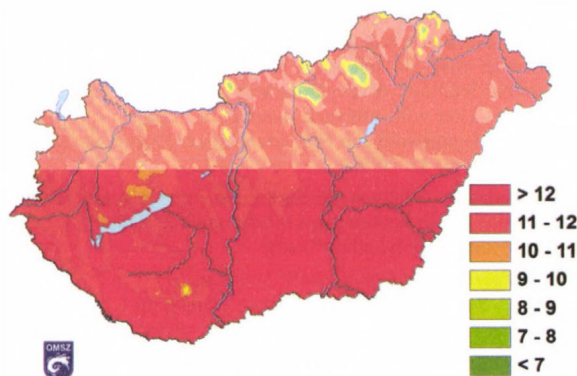
A hónap során mért legmagasabb hőmérséklet:

24,6°C, Fülöpháza (Bács-Kiskun megye), november 7.

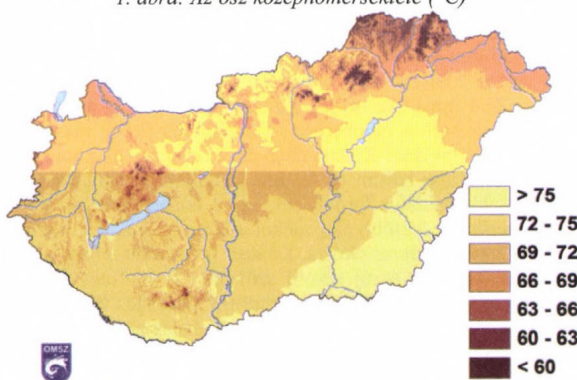
A hónap során mért legalacsonyabb hőmérséklet:

-6,6°C, Kékestető (Heves megye), november 27.

November az előzőkhöz képest jóval szárazabbnak bizonyult. Országos átlagban 25,8 mm hullott, ami a normál mindössze 50,1%-a. ÉK volt a legszárazabb, itt mindössze 5-15 mm-t mértünk. A havi csapadékmaximum pedig Hajdú-Bihar és Békés megye határán található (45-50 mm). ÉK-en a csapadékmennyiség alig érte el a normál 30%-át. A keleti határszélen a sokévi átlagnak megfelelő mennyiségű csapadék hullott. A legtöbb csapadék a hónap utolsó napján hullott (országos átlagos napi csapadékösszeg: 6,9 mm).



1. ábra: Az őszi középhőmérséklete (°C)



3. ábra: Az őszi globálisugárzás összege (kJ/cm²)

November 18-án Somogyhatvanban 24,8 mm esett egy nap alatt, ami 2014 novemberének legnagyobb napi csapadékösszege hazánkban. November 25-én a Mátérában már hó is hullott.

Országos átlagban 9 csapadékos nap jelentkezett, mely nem haladta meg a 10 napos normált. Hótakarós napok száma 3 volt, ami szokatlannal magas ebben a hónapban.

A hónap legnagyobb csapadékösszege:

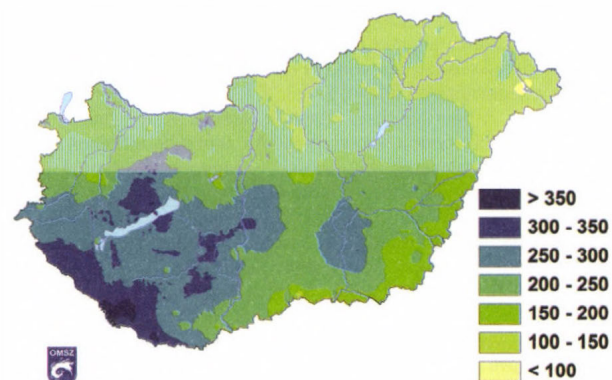
53,7 mm, Sebesfok (Békés megye)

A hónap legkisebb csapadékösszege:

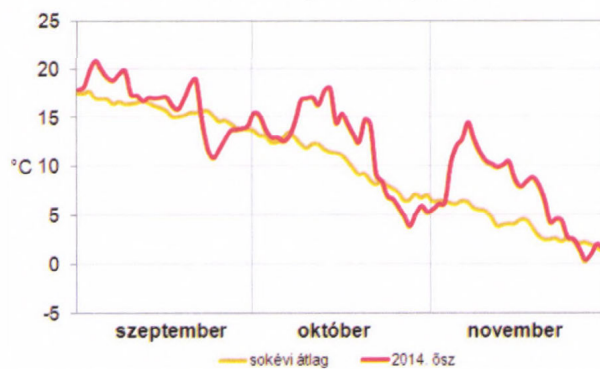
5,4 mm, Gesztely (Borsod-Abaúj-Zemplén megye)

24 óra alatt lehullott maximális csapadék:

24,8 mm, Somogyhatvan (Baranya megye), november 18.



2. ábra: Az őszi csapadékösszege (mm)



4. ábra: Az őszi napi középhőmérsékletei és a sokévi átlag (°C)

A 2014. 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 %	r ≥ 1 mm napok	
Szombathely	355	-28	72	12,1	2,6	26,2	10.11	-1	10.29	221	144	19	7
Nagykanizsa	-	-	-	12,2	2,6	26,1	10.10	-2,4	11.26	336	168	23	5
Siófok	-	-	-	13,1	2,2	26,4	10.11	0,7	11.26	328	226	24	10
Pécs	378	-66	76	12,3	1,6	26,4	10.13	-3,1	11.27	258	159	24	4
Budapest	360	-50	71	12,4	1,9	27,8	09.03	-0,8	11.27	226	176	18	2
Miskolc	317	-48	65	11,5	2,2	27,9	09.09	-2,4	11.27	172	138	19	0
Kékestető	344	-93	69	7,8	1,9	18,9	09.09	-6,6	11.27	207	108	23	17
Szolnok	322	-107	71	12,5	2,2	30,1	09.03	-1,6	10.28	248	216	23	4
Szeged	398	-31	77	12,6	2	29,9	09.03	-2,3	10.28	205	187	24	1
Nyíregyháza	-	-	72	11,5	1,9	29,8	09.04	-3,5	10.30	127	107	16	1
Debrecen	410	-3	71	12	2	29,6	09.04	-3,1	11.24	134	112	17	3
Békéscsaba	-	-	76	12,4	2,1	30,5	09.03	-2,7	10.28	209	173	21	1

AZ 59. ÉVFOLYAM (2014) SZERZŐI AUTHORS OF VOLUME 59 (2014)

Anda Angéla és Soós Gábor: A nád (<i>Phragmites Australis</i>) párolgása a Balaton környékén	145	Németh Ákos: A Magyar Meteorológiai Társaság hírei	33
Balczó Márton és Lajos Tamás: Városi terek szélviszonyai és légszennyezettsége	121	Németh Ákos: Előszó az orvosmeteorológiai kongresszus számához	48
Dobi Ildikó és Kerényi Judit: Az EUMETSAT éghajlat-megfigyelő munkacsoportjának (CM SAF) tevékenysége és alkalmazásai	154	Pécsi Linda: 2012. december 23., reggel (<i>Meteorológiai fotópályázat 2014 3. helyezett képe, (címlapkép)</i>)	1
Dombai Ferenc: Távérzékelés, Radarmeteorológia és a Műhold-meteorológia együttműködési területei	25	Pintér Ádám és Samu Krisztián: Mérőműszer fejlesztése az időjárás emberi szervezetre gyakorolt hatásának mérésére	90
Dunkel Zoltán: Magashegyvidéki megfigyelő állomás speciális programmal	135	Pintér András: Halo (<i>Meteorológiai fotópályázat 2014 1. helyezett képe - címlapkép</i>)	45
Fejős Ádám és Kolozsi-Komjáthy Eszter: A Meteo Klinika műsorelem média tapasztalatai	86	Pintér Ferenc: Orvosmeteorológiai és humánmeteorológiai kutatások: a METEO KLINIKA projekt	64
Felméry László: Négy epizód az életéből	31	Puskás János, Horváth Ágnes, Kóbor Jenő és Nagy Éva: A makroszintoptikus időjárási típusok kapcsolata az epilepsziás rohamokkal	58
Fricke Cathy, Pongrácz Rita, Dezső Zsuzsanna és Bartholy Judit: A vegetáció szerepe a budapesti városi hősziget jelenségében	150	Rybár Olivér: A Magyar Meteorológiai Társaság egykori elnökének, Cholnoky Jenőnek (1870-1950) szobrát avatták fel Veszprémben	65
Fülöp Andrea, Mika János és Düll Andrea: A Kérdő-féle frontérzékenységi teszt vizsgálata és kísérlet a továbbfejlesztésére	74	Sáhó Ágnes: Időjárás és éghajlat: Az ifjúsággal a holnapért, Meteorológiai Világnap 2014	34
Fülöp Andrea: 2014 őszének időjárása	181	Sáhó Ágnes: Tánczer Tibor 80 éves	28
Fülöp Andrea: A 2014-es tavasz időjárása	93	Somfálvi-Tóth Katalin: Kislexikon	116
Gyarmati Renáta és Tar Károly: Időjárási helyzeteken alapuló statisztikai születéselemzés	53	Szelepcsényi Zoltán, Kis Anna, Skarbit Nóra és Breuer Hajnalka: Életzőna-térképek alkalmazása az éghajlatváltozás vizualizációjára	111
Gyarmati Renáta, Puskás János és Nagy Éva: Az időjárás hatása a magyarországi közlekedési balesetek előfordulására	61	Szepesi Dezső: Túlélhető-e a balatoni tornádó?	105
Haszpra László: Minek nevezzük?	131	Szerkesztői üzenet: 80 éves a balatoni viharjelzés (képek a koszorúzásról)	98
Hegedűs Adrienn, Breuer Hajnalka, Fodor Zoltán és Seres András Tamás: Labilitási indexek vizsgálata radarmérések és modelleredmények alapján	164	Szerkesztői üzenet: A Magyar Meteorológiai Társaság XXXV. Vándorgyűlése „A meteorológia aktuális kérdései”	144
Horváth Ákos: Kilátás a Siófoki Viharjelző Observatórium tornyából Bartha Imre szolgálata alatt (<i>címlapkép</i>)	97	Szerkesztői üzenet: A nyugalmazott Cambell-Stokes típusú napfénytartammérő munkában az OMSZ pestszentlőrinci obszervatóriumában (<i>címlapkép</i>)	141
Kerényi Judit: Az OMSZ Műholdas Kutató Laboratóriumának története	19	Szerkesztői üzenet: Felméry László Gyémántdiplomás	30
Kis Anna, Pongrácz Rita és Bartholy Judit: Magyarországra becsült csapadéktrendek: hibakorrekció alkalmazásának hatása	117	Szerkesztői üzenet: Haszpra László és Péliné Németh Csilla kitüntetése	100
Kovács Attila és Unger János: A turizmus klíma-index módosítási lehetősége a közép-európai klimatikus viszonyokhoz	78	Szerkesztői üzenet: Cholnoky Jenő	85
Kovács Attila, Erdődiné Molnár Zsófia, Kovács Gabriella és Rázi András: A 850 hPa-os nyomási szint léghőmérsékletének vizsgálata Miskolc fölött ECMWF ERA-interim reanalízis adatok alapján	106	Szilárd Barbara: A város környezeti adottságai, a városi klíma emberre gyakorolt hatásai	127
Kovács Tamás: A 2013/2014-es tél időjárása	41	Tánczer Tibor: A műhold-meteorológia hazai története (1955-1990)	4
Lakatos Mónika, Bihari Zita és Szentimrey Tamás: A klímaváltozás magyarországi jelei	158	Tóth Róbert és Tamáskovits Károly: Pontos észleléssel az 5 éves tervért!	133
Lázár Dóra, Bájhober Eszter, Weidinger Tamás és Ferenczi Zita: CMAQ (többléptékű közösségi levegőtminőségi) légköri terjedési modell adaptálása Magyarországra	170	Tóth Róbert: A napfénytartammérő élt 160 évet	178
Major György: A nemzetközi és a hazai kapcsolatok szerepe az Országos Meteorológiai Szolgálat műholdas tevékenységének történetében	13	Trájer Attila János és Bede-Fazekas Ákos: A klímaváltozás hatása a Canine Leishmaniasis vektorainak és azok növényi indikátorainak elterjedésére	66
Nagy Zoltán: Napfénytartam globálisugrázási adatokból történő számításának módszertana	175	Varga Miklós: Történelmi arcképek: Aujezsky László	95
		Varga Miklós: Történelmi arcképek: Berényi Dénes	139
		Varga Miklós: Történelmi arcképek: Marczell György	43
		Vincze Enikő és Kovács Tamás: 2014 nyarának időjárása	137
		Vincze Enikő: A 2013 év időjárása	37
		Wantuchné Dobi Ildikó: Globális éghajlati szolgáltatások fejlesztése az egészségügy számára	49
		Zsikla Ágota: A 2014. évi Balatoni és Velencei-tavi viharjelzési szezonról	101

