

L É G K Ö R

58. évfolyam

2013. 1. szám



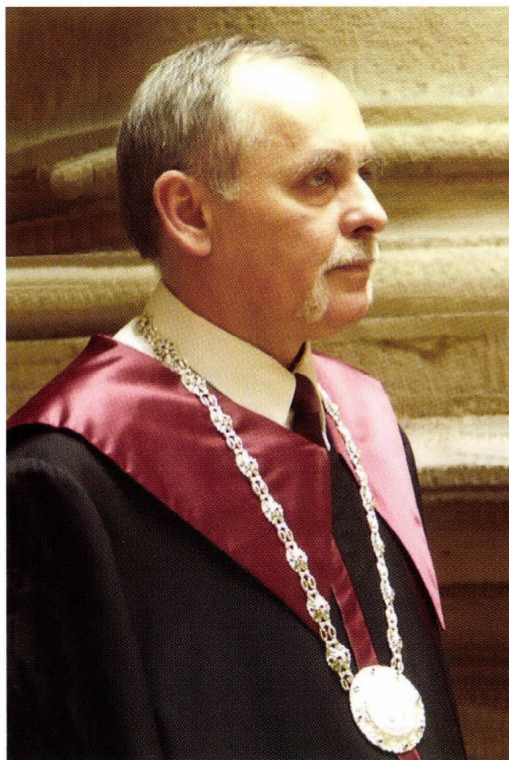
TŐKEI LÁSZLÓRA EMLÉKEZÜNK

Dunkel Zoltán

Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest, Pf. 38, 1525, dunkel.z@met.hu

Mély fájdalommal és megrendüléssel tudatjuk, hogy megbecsült kollégánk, dr. Tőkei László egyetemi docens, a Talajtan és Vízgazdálkodás Tanszék vezetője, a Kertészettudományi Kar korábbi dékánhelyettese hosszú és súlyos betegség után, 2013. február 26-án, 61 éves korában elhunyt. Tőkei László 1952. október 31-én született Budapesten. Okleveles matematika-fizika tanári és meteorológus végzettséget szerzett az Eötvös Loránd Tudományegyetemen 1977-ben, majd okleveles kertészmérnöki képesítést a Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetemen. Meteorológiai egyetemi doktori címet *Az évi időjárás természetes szakaszai Magyarországon* című értekezéseért kapott az ELTE-n 1984-ben, majd a *földrajztudomány kandidátusa* lett 1998-ban.

Egész életpályája a Kertészeti Egyetemhez, a Budai Campus-hoz kötötte. Tudományos ösztöndíjas gyakornokként kezdett ott 1977-ben, 1979-1984 között egyetemi tanársegédként, 1984-től 1999-ig egyetemi adjunktusként, majd 1999-től egyetemi docensként dolgozott, kezdetben az Agrometeorológia és Vízgazdálkodás, később annak jogutódján a Talajtan és Vízgazdálkodás Tanszéken. Tárgyfelelőse és oktatója volt az Agrometeorológia és vízgazdálkodás, a Levegő- és vízminőségvédelem és a Kertészeti kultúrák állományklímája című tárgyaknak, valamint a Tájépítészeti Karon az Éghajlattan című tárgyat oktatta. Szakfelelősként segítette sikerre a környezetgazdálkodási agrármérnök BSc alapszakot.



Több doktorandusz témavezetője, tárgyfelelős, és külső konzulens volt a doktorképzésben. 1997-ben jelent meg Szász Gáborral közösen szerkesztett egyetemi tankönyvük a *Meteorológia mezőgazdálkodóknak, kertészeknek, erdészeknek*. A könyv 1997-ben a Magyar Meteorológiai Társaság *Szakirodalmi*, és 1998-ban az Oktatási Minisztérium és a Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztérium Intézményközi Tankönyvkiadási Szakértői Bizottsága *Nívódíját* is elnyerte.

Fő kutatási területe volt az időjárás természetes szakaszainak vizsgálata, a kertészeti termesztés időjárási kockázati tényezőinek, a kertészeti ültetvények állomány-

klímájának a kutatása. A fás növények vízforgalmának vizsgálatában, az általa fejlesztett nedvárammérő műszerrel ért el eredményeket. Végül célja a gyümölcsállományok párolgásának közvetlen méréssel való meghatározása volt. Tervezte kutatómunka folytatását, de a sors másképp határozott. Számos publikáció, könyvrészlet, egyetemi jegyzet képviseli munkásságát.

Dr. Tőkei László a Kertészettudományi Kar közéletében fontos szerepet játszott, nagy űrt hagy maga után. Nagyon sokat vállalt magára, szinte pótolhatatlan személyiség volt. 1991-1994 között az Agrometeorológiai és Vízgazdálkodás Tanszék, 1999-től pedig a Talajtan és Vízgazdálkodás Tanszék többször megválasztott vezetőjeként dolgozott. 1999-től a Kari Tanács választott tagja, 2005-2006 között a BCKT Gazdasági Bizottságának elnöke, illetve tagja volt. 2004-2011 között a gazdasági és személyügyi dékán-helyettesi feladatokat látott el. Ebben, a folyamatos kihívásokkal, a Kar számára gazdasági és pénzügyi nehézségekkel terhelt időszakban állt helyt és dolgozott a Kar érdekeiért, a gazdasági helyzet stabilizálásának megőrzéséért, szűkös keretek között a személyi állomány fejlesztéséért. Munkája során mindig az Egyetem vezetésével, a társak, a Gazdasági és Műszaki Igazgatósággal és a Dékáni Hivatal munkatársaival az együttműködésre, jó kapcsolatok kialakítására törekedett. Megrendült egészségével dacolva dolgozott a Karért, tanszékéért az utolsó napokban is.

Az agrometeorológiai kutatásban és oktatásban elért eredményeiért a környezetvédelmi miniszter Pro Meteorológia Emlékplakettal, a Magyar Meteorológiai Társaság Berényi Dénes Díjjal jutalmazta, vezetői és oktatói munkáját az Egyetem Entz Ferenc Emlékéremmel ismerte el.

Tőkei László nemcsak a kertészek közösségének volt tagja, mint okleveles kertész, mint az egyetem oktatója, hanem egy másik szakmának, sőt először annak, a meteorológusokénak.

A *Magyar Meteorológia Társaság*, a meteorológus és kertész kollégák, tanítványai kegyelettel őrzik emlékét.

LÉGKÖR

58. évfolyam
2013. 1. szám

Felelős szerkesztő:

Dunkel Zoltán
a szerkesztőbizottság elnöke

Szerkesztőbizottság:

Bartholy Judit

Bihari Zita

Haszpra László

Hunkár Márta

Nagy Andrea éghajlati összefoglaló

Sáhó Ágnes technikai szerkesztő

Somfalvi-Tóth Katalin kislexikon

Szudár Béla

Térey János olvasószerkesztő

Tóth Róbert főszerkesztő-helyettes

ISSN 0 133-3666

A kiadásért felel:

Radics Kornélia
az OMSZ elnöke

Készült:

HM Zrínyi Nonprofit Kft.

nyomdájában

800 példányban

Megjelent: 2014. február

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: *A Marczell György Főobszervatórium főépülete 1955-ben*

Dunkel Zoltán: **Tőkei Lászlóra emlékezünk**.....2

TANULMÁNYOK

Tóth Róbert, Baranka Györgyi és Bozó László: **60 éves a Marczell György**

Főobszervatórium.....4

Dunkel Zoltán: **A nemzeti meteorológiai intézet szerepe a hazai és**

nemzetközi meteorológiai biztosításban17

Major György: **Hazai meteorológusok létszáma**26

Dunkel Zoltán: **Tőkei László temetésén, Törökbálinton**

2013. március 11-én elhangzott búcsúztató29

Zsikla Ágota: **A 2012. évi Balatoni és Velencei-tavi viharjelzési szezonról**30

Rajhonáné Nagy Andrea: **A 2012. év időjárása**35

Vincze Enikő: **A 2012/2013-as tél időjárása**40

Varga Miklós: **Történelmi arcképek: Konkoly – Thege Miklós**43

LIST OF CONTENTS

COVER PAGE: Marczell György's Main Observatory in 1955

Zoltán Dunkel: **Memory of László Tőkei**.....2

STUDIES

Róbert Tóth, Györgyi Baranka and László Bozó: **Marczell György Main**

Observatory is 604

Zoltán Dunkel: **The national meteorological office's role in the domestic**

and international meteorological services.....17

György Major: **Some numbers on the Hungarian**

meteorological community26

Zoltán Dunkel: **Funeral speech of Mr. László Tőkei**

in Törökbálint cemetery 11 March 201329

Ágota Zsikla: **About the storm warning season of 2012**

at the lake Balaton and Velence30

Andrea Rajhonáné-Nagy: **Weather of 2012**36

Enikő Vincze: **Weather of winter 2012/2013**40

Miklós Varga: **Historical Portraits: Miklós Konkoly – Thege**.....43

60 ÉVES A MARCZELL GYÖRGY FŐOBSZERVATÓRIUM

MARCZELL GYÖRGY MAIN OBSERVATORY IS 60

Tóth Róbert, Baranka Györgyi, Bozó László

Országos Meteorológiai Szolgálat, 1024 Budapest, Kitaibel Pál u. 1. toth.r@met.hu, baranka.gy@met.hu, bozo.l@met.hu

Összefoglaló: az Országos Meteorológiai Intézet központi obszervatóriumát 1952-ben alapították Pestszentlőrincen. Fennállásának 25. évfordulójára több írás is készült, ezért ezt az időszakot csak röviden, vázlatosan tekintjük át. Az ezt követő 35 év mérési, kutatási tevékenységét már részletesebben tárjuk az olvasók elé az egyes szakterületek bontásában. Végül megemlékezünk az Obszervatóriumhoz köthető akademikusok életpályájáról.

Abstract: The central Observatory of the Hungarian Meteorological Institute was founded in Pestszentlőrinc in 1952. Several publications were prepared by its 25th anniversary therefore this period is described in this paper only briefly. The measurement and research activity over the next 35 years is already presented in more detailed by fields. Finally, we report on the life's career of academics linked to the Observatory.

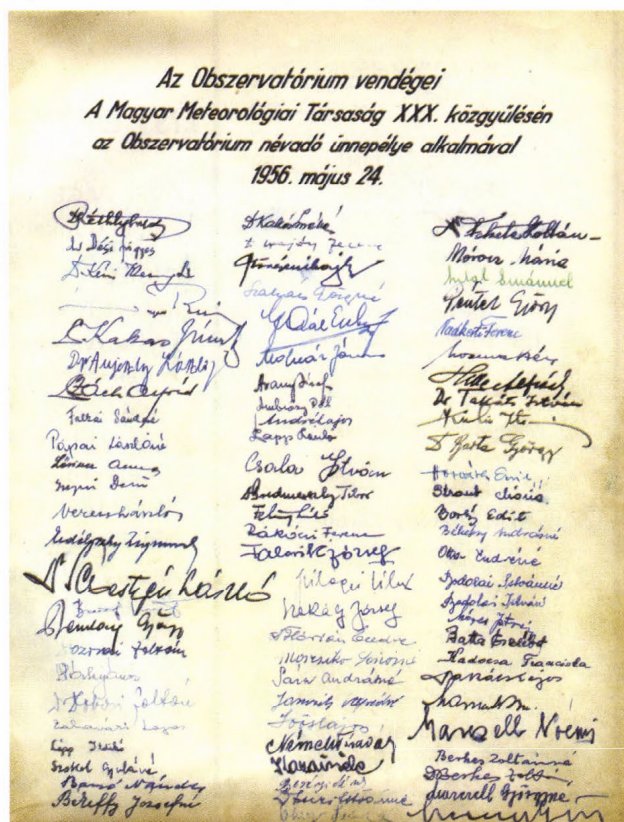
Az első 25 év (1952-1977) rövid áttekintése. Marczell György (1871, Pozsony – 1943, Budapest), a hazai és a nemzetközi meteorológia neves alakja 1912-ben megszervezte hazánk részvételét a nemzetközi aerológiai mérésekben, aminek következményeként 1913. január 1-jén Budapesten felszállt az első pilót szélmérő ballon, majd január 3-án levegőbe emelkedett az első műszeres léggömb. Ezzel vette kezdetét hazánkban a sztratoszférakutatás.

A polgári és katonai repülőgépes közlekedés fejlődése igényelte a légkör magasabb rétegeinek pontosabb ismeretét, a légköri folyamatok előrejelzését. Ez vezetett el oda, hogy a rendszeres rádiószondázáshoz megfelelő állandó obszervatóriumot létesítsenek. A helyszínét Tóth Géza, az Országos Meteorológiai Intézet (OMI) akkori igazgatója jelölte ki 1949-ben. 1950-ben a légi forgalom Budaörsről Ferihegyre települt át a Repülésmeteorológiai Szolgálattal együtt. Az Obszervatórium helyének kiválasztásában a reptérhez való viszonylagos közelség is szerepet játszott. Az építkezés 1951-ben indult Budapest 18. kerületében, a mai Gilice tér 39. alatti füves területen (akkor a Petőfi utca végeként említették) a Magyar Népköztársaság első 5 éves tervének keretében. Az aerológiai pavilon és a központi épület készült el először, s 1952. május 1-jén, hajnali 4 órakor már ebből az Aerológiai Obszervatórium-ból bocsátották fel a rádiószondát, s az intézmény rövid idő alatt a légkörfizika és a levegőkémia nemzetközi híru kutatóhelyévé vált. Az Aerológiai Obszervatórium 1956. május 24-én vette fel Marczell György nevét. A névadó ünnepély alkalmával indult az Obszervatórium vendégekönyve, amelyet a hazai meteorológia számos egykori neves alakja aláírt (1. ábra), mint például: Réthly Antal, Dési Frigyes, Berkes Zoltán, Ozorai Zoltán, Kakas József, Dobosi Zoltán és még sokan mások.

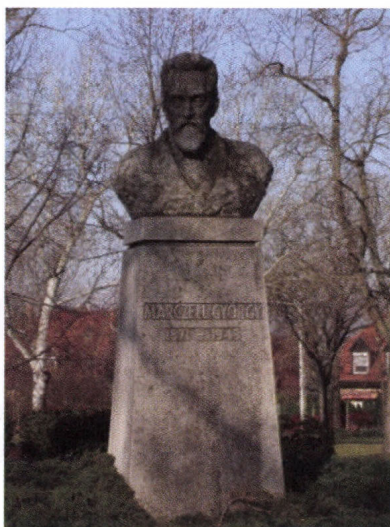
Marczell mellszobrát (Cseh István alkotása) 1957. október 4-én avatták fel az intézmény parkjában, ahol a mai napig is áll (2. ábra). Az Obszervatórium földrajzi név-

ként a BKV menetrendjébe is bekerült: Obszervatórium megállóhelynél kell leszállnia a buszról annak, aki a Kőbánya-Kispest csomópont és Pestszentimre között közlekedő helyi buszjáratral közelíti meg az intézményt.

Az Országos Meteorológiai Intézet akkori igazgatója, a pártállami korszak elvárásainak megfelelően, büszkén írta az itt végzett kutatásokról: „1952-ben még fokozottabb mértékben tudtuk azt a célunkat megvalósítani, hogy öt éves tervünk és népgazdaságunk gyakorlati követelményeit a legmesszebbmenően kielégítsük” (Dési, 1952).



1. ábra: Az Obszervatórium vendégekönyvének első oldala



2. ábra: Marczell György szobra az Obszervatórium kertjében

A szakemberhiány megoldására az ELTE TTK-n 1950-ben megindult az önálló meteorológusképzés, s 1954-57 között 114 fiatal kapott diplomát. Az Obszervatórium az egyetemisták gyakorlati képzésében vett részt. A hazai meteorológiai kutatások jelentős részét az Aerológiai Obszervatóriumban végezték, ahol az 1954-ben létrehozott Kutatási Főosztály irányította a munkát. Az 1977-ig elért eredményeket Béll Bélának, az Obszervatórium első vezetőjének írásai alapján foglaljuk össze röviden (Béll, 1977a és 1977b), kiegészítve a Simon és Tanczer (1995) szerkesztette kötet anyagával.

Az Obszervatórium irányításával az országban 8 helyen végeztek rendszeres pilotozó magassági szélmerést. 1961-ben Szegeden is megkezdődtek a rádiószondás felszállások. Német, finn, magyar szondákat követően 1976-ban a szovjet RKZ szondákat állították üzembe. Az Obszervatóriumban a rádiószondázást a kezdetektől Bucsy József irányította, majd 1975-1990-ig Varga Miklós. A szondákat kalibrálni kellett, így 1959-1961 között elkészült egy modern, nagy kapacitású labor (Takács, 2005).

A mezőgazdaságra káros fagyhelyzetek, aszályok, nagy csapadékok tanulmányozása folyt az Obszervatóriumban és a vidéken létesített agrometeorológiai obszervatóriumokban: Martonvásáron (1955), Kecskeméten (1959), Szarvason (1963), Keszthelyen (1972). Antal Emánuel irányításával 1965-ben 10 állomásból álló országos evapotranspirációs mérőhálózat kezdte meg a megfigyeléseket az öntözéses gazdálkodás támogatására. Kiterjedt növényfenológiai és talajnedvesség mérések is folytak. 1969-től a mezőgazdaság számára Agrometeorológiai Tájékoztató készült.

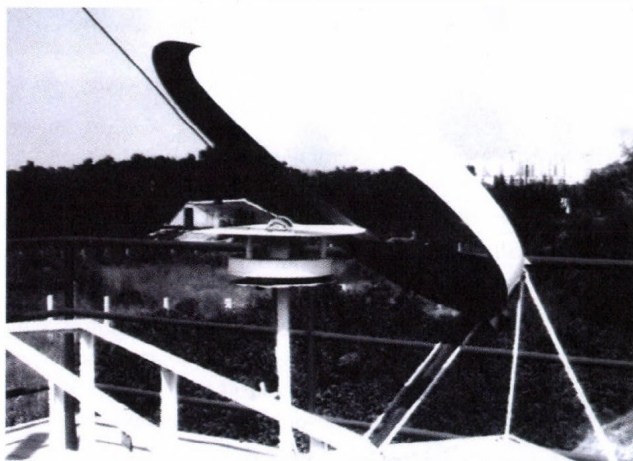
1954-ben alakult a Sugárzási Osztály, amely hosszú ideig bázisa volt a magyarországi napsugárzás mérésekhez kapcsolódó kutatási és mérési tevékenységnek. Ebben az időben a bimetallos műszerek mellett már termoelektromos sugárzásíró is működött. A sugárzási egyenleg összetevőinek mérése 1964-ben indult

(3. ábra). A 70-es években lecserélték a nagy hibával dolgozó Robitzsch műszereket termoelektromos sugárzásírókra.

Az ionoszféra kutatása 1954-ben kezdődött Flórián Endre irányításával. Az 1958-ban Brüsszelben aranyérmert nyert mérőberendezést (Tófalvi Gyula és munkatársai fejlesztése) 1962-ben Békéscsabára telepítették az elektromágneses zavarások miatt.

1954-ben indultak az éghajlati megfigyelések is, majd az állomás hamarosan 24 órás folyamatos szinoptikus állomássá alakult. Elkezdődtek a városklíma-kutatások.

A levegő, a csapadékvíz és az ülepedő por radioaktivitásának mérése 1954-ben indult.



3. ábra: Abroncsos diffúz sugárzásmérő (diffuzográf)

Az Obszervatórium számos különböző méréssel járult hozzá az 1957-58-as Nemzetközi Geofizikai Év és az 1963-64-es Nemzetközi Nyugodt Nap Éve kutatásaihoz.

Az Obszervatórium munkatársai nagyarányú terepklíma-kutatásokat is folytattak, melyek közül kiemelkedik a Balaton és a Fertő-tó éghajlatának tanulmányozása.

A műszerfejlesztés az 50-es évek derekán indult az intézetben, majd 1961-től a Műszerszerkesztő Osztályon folyt. Eleinte terepklíma és lélegelektromos műszerek előállítására korlátozódott a tevékenység, később szélmérőket és céladatgyűjtőket is készítettek.

1979-től a műszerkonstruktőrök a Központi Meteorológiai Intézetben (KMI) létrehozott Műszaki Főosztályon folytatták tovább munkájukat.

Új kutatási témák indultak: felhőfizika (1958. november 1-jén az Aerológiai Osztály megalakulásával, Béll Béla vezetésével. Később részben ebből fejlődött ki a Légkörfizikai Osztály, ami 1964. január 1-jén kezdte meg működését) és levegőkémia (1961). A felhőfizikai kutatásokból alakult ki azután a jégeső-elhárító rendszer Baranya (1976-tól) és Bács-Kiskun (1985-től) megyékben. A hazai levegőkémia először az aeroszol és a kénkörforgalom tanulmányozásában vívott ki széleskörű nemzetközi



4. ábra: A szondázó épület és a faházak mintegy 30 évvel ezelőtti

elismerést. A csapadékkémiai állomáshálózat kiépítése a 60-as évek közepén kezdődött (Haszpra, 1993), a kén-dioxid és nitrogén-dioxid légköri háttérkoncentrációjának mérése pedig a 70-es évek elején, s két fontos nemzetközi mérési és kutatási programhoz csatlakoztunk.

1967-ben indult a műholdképek vétele átalakított rádiószonda-vevővel, valamint a légszennyezőanyagok terjedésének kutatása is. 1969-ben kezdődött a magaslégköri ózontartalom meghatározása Dobson-spektrofotométerrel.

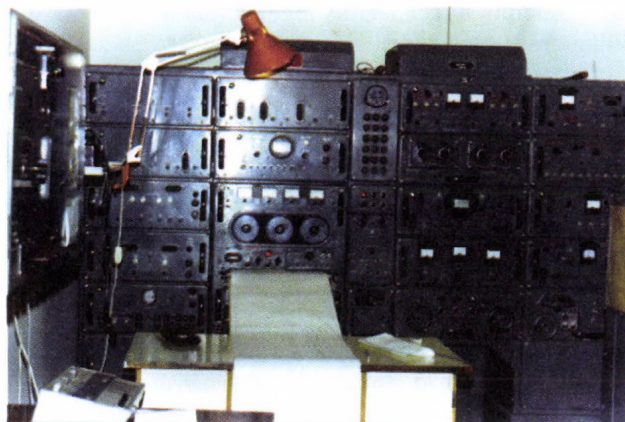
A Meteorológiai Intézet működésének századik évében, 1970-ben átalakult: Országos Meteorológiai Szolgálatá (OMSZ) vált 3 központi intézettel. Ezek egyike lett az Obszervatórium jogutódjaként a Központi Légkörfizikai Intézet (KLFI), népszerű nevén KLÖFI. Első igazgatója Kozák Béla volt, helyettese Mészáros Ernő, aki aztán az igazgatói tisztséget 1976-1990 között látta el. 1990 és 1991 között Práger Tamás követte, aki 1991-től a megalakult Levegő-környezet Megfigyelési Főosztályt vezette 1998 végéig.

Az OMSZ 1977. szeptember 2-án ünnepelte meg az Obszervatórium megalapításának 25. évfordulóját. Ezen

részt vettek a 18. Kerületi Tanács és Pártbizottság, valamint a Népfront vezetői is, s a kor szellemére jellemzően megemlékeztek a Nagy Októberi Szocialista Forradalom 60. évfordulójáról és méltatták a szovjet légkörkutatás nagy fejlődését (Béll, 1977a).

A következő 35 év (1978-2012). Írásunkban arról kívánunk áttekintést adni, hogy 1978-tól napjainkig milyen munkák folytak, a meteorológiai megfigyelések és kutatások terén milyen jelentős eredmények születtek az Obszervatóriumban (4. ábra). Mindezt szakterületi bontásban adjuk közre, s végül röviden ismertetjük annak a 4 szakembernek a munkásságát, akik az Obszervatórium-ból jutottak el a Magyar Tudományos Akadémia székéig. 1992-ben az OMSZ-ban megszűntek az intézetek a nagymértékű létszámcsökkenés következtében, így az Obszervatórium visszakapta korábbi nevét, ezért jogosan használjuk végig ezen írásban az Obszervatórium megnevezést.

Aerológia. Az aerológia a meteorológiának az alsó mintegy 35 km-es légrétegekben lezajló légköri folyamatok tanulmányozásával foglalkozó ága. A rádiószonda olyan



5. ábra: A Meteorit-2 rádiószonda követő és vevő berendezés beltéri egysége



6. ábra: Bárdits Viktor rádiószondázó telexen dolgozik

magaslégkör-kutató műszer, amely héliummal vagy hidrogénnel telt léggömbbel 25-35 km magasra feljutva méri a levegő állapothatározóit, és rádióadója segítségével a felszállás közben sugározza a mért adatokat a földi vevőegység felé.

1977-től 1991-ig szovjet típusú rádiószondával és rádiólokátoros földi bázisú követővel folytak a magaslégköri megfigyelések az Observatórium területén (5. ábra).

A szondák a léghőmérsékletet termisztorral, a relatív nedvességet szerves hártárával mérték, míg a légnyomást a hidrosztatikai összefüggés alapján számítással határozták meg. A mérésekből összeállított TEMP táviratot teleken küldték a KEI (Központi Előrejelző Intézet) Hírközpontjába (6. ábra)

1982 március-április hónapjaiban az OMSZ részt vett a WMO ALPEX nevű európai kutató programjában, aminek keretében Szegeden sűrített rádiószondás méréseket hajtottak végre, Szombathelyen pedig a Magyar Néphadsereg szakszolgálatá végzett ilyen méréseket (Simon és Tanczer, 1995).

1991-től újabb fejlesztés eredményeképpen Budapesten a finn DigiCORA földi berendezéssel és a hozzátartozó Vaisala rádiószondával folytak a magaslégköri mérések. Ezzel a rádiószondázó rendszerrel az adatok kiértékelése, a távirat elkészítése, továbbítása és az adatok archiválása teljesen automatikusan történik. Emberi beavatkozást csak a rádiószonda és a léggömb előkészítése, valamint eldobása igényel (7. ábra). Jelenleg Budapesten a Marcell György Főobszervatóriumban naponta egyszer, éjfélkor végeznek rádiószondás méréseket.

Földfelszíni megfigyelések. Az országos hálózatot alkotó földfelszíni mérések szakmai felügyeletét 1996 óta látják el a Marcell György Főobszervatóriumból. Ebben az időszakban kezdődött a felszíni meteorológiai mérő és megfigyelő hálózat jelentős műszaki fejlesztése, amelyhez jelenleg az alábbi főbb tevékenységi körök tartoznak:

- Hagyományos mérő és megfigyelő hálózat
- Felszíni automata mérőhálózat
- Műszerkalibráló Laboratórium
- Légköri radioaktivitás mérések

Hagyományos mérő és megfigyelő hálózat. Az ún. szinoptikus (a görög eredetű kifejezés „egyszerre történő áttekintés”-t jelent) állomások összetett feladatot látnak el a légkör pillanatnyi állapotának megfigyelésekor. Egyrészt mérő automatákkal rögzítik a légkör alapvető fizikai állapothatározóit, másrészt ez kiegészül az országban 15 helyen az észlelőszemélyzet által végzett úgynevezett hagyományos megfigyelésekkel (8. ábra).

Az automatizálás egyre nagyobb mértékű térhódítása következtében a hagyományos állomások száma folyamatosan csökkent. A 2010-es állapot szerint a közel másfél évszázados tradíciókon alapuló hagyományos éghajlati megfigyelő-hálózatot 6 hagyományos klímaállomás (Martfű, Máza, Öregcsertő, Rábagyarmat, Sopronhorpács

és Tiszaroff) és 550 csapadékmérő állomás alkotta, amelyek évtizedek óta változatlan mérési programmal működtek.

A hagyományos klíma és csapadékmérő állomásokon megbízásos alapon társadalmi észlelők végzik a mérése-



7. ábra: Szita László észlelő rádiószondát bocsát fel

ket és megfigyeléseket, amelyekhez a klasszikus meteorológiai műszereket használják, azaz folyadék hőmérővel mérik naponta háromszor (7, 13 és 19 órakor) a levegő hőmérsékletét, feljegyzik a felhőzeti borultság mértékét, a talajállapotot, a látástávolságot, csapadékhullás esetén annak halmazállapotát, valamint nemzetközi kódokkal megadják a jelenlegi és az elmúlt időjárást, illetve egyéb jellemző szignifikáns jelenségeket.

A hagyományos mérőeszközök napjainkban egyre inkább kiszorulnak a földfelszíni megfigyelések köréből, így az automatizálás elterjedésének köszönhetően 2013-tól a hagyományos klímaállomások megszűntek az Országos Meteorológiai Szolgálatnál. Ugyanakkor a csapadékmérő állomások száma is 470-re csökkent.

A földfelszíni automata mérőhálózat. Az 1990-es évek elején kezdődött és az évtized végére lényegében kialakult az a földfelszíni automata mérőhálózat, amely napjainkban több mint 100 mérőállomással rendelkezik. A földfelszíni automata mérőhálózat kiépítéséhez a kezdetektől lényegében egységesen a finn Vaisala cég adatgyűjtőit és érzékelőit használjuk. Kivételt képeznek azok az érzékelők (csapadék, napsugárzás, gamma-dózis), melyeket a Vaisala cég nem forgalmaz.

A mérőhálózatunkban a Vaisala két alapvető adatgyűjtő típusát használjuk: a MILOS 500 (9. ábra) és a QLC 50 típusokat, melyek közül a MILOS 500 egy modulárisan bővíthető, hardveresen és szoftveresen nagyobb lehetőséggel rendelkező adatgyűjtő, mint a QLC 50 típus.

A MILOS 500-okat jellemzően azokra a mérőállomásokra telepítettük, ahol vizuális észleléseket végeztek,

illetve ahol a mérőállomás mérési programja ezt indokoltá tette. A QLC 50 típusok az ún. klímaállomások adatgyűjtője, ahol a mérési program egységes, minden állomásra jellemző.

Az önálló automaták és a központi adatbázis között GPRS modemem keresztül történik a kommunikáció, míg a szinoptikus állomásokon az automata mérési adatainak, valamint az emberi észlelés eredményeinek begyűjtését egy célirányos számítógépes program, az ún. GKTIX program végzi. A GKTIX számítógép és a központi adatbázis közötti kapcsolat az Egységes Kormányzati Gerinchálózaton (EKG) keresztül történik. A felszíni automata mérőhálózatban jelenleg használt kommunikációs megoldás a közelmúlt egyik sikeres fejlesztéseként könyvelhető el, mivel gyakorlatilag valós idejű összeköttetést biztosít a mérőállomások és a központi adatbázis között, mellyel párhuzamosan lényegesen csökkentek a kommunikációs költségek.

A Műszerkalibráló Laboratórium működése. Annak érdekében, hogy a mérő és megfigyelő hálózatunk a meteorológiai információ megbízható és hiteles forrása legyen, elengedhetetlen a mérőhálózatban működő szenzorok és mérőeszközök rendszeres kalibrálása. Erre a célra hozták létre a földfelszíni mérőhálózatban belül a műszerkalibráló laboratóriumot, aminek a Marczell György Főobszervatórium ad otthont. Legfontosabb feladata a földfelszíni automata mérőhálózatban működő érzékelők, mérőeszközök (hagyományos és elektromos léghőmérséklet és légnedvesség-érzékelők, elektromos légnyomás-érzékelők, kanalas és ultrahangos szélesebbességmérők, széliránymérők, csapadékmérők, napsugárzás és UV mérők) rendszeres kalibrálása. A 10. ábrán bemutatott szélszátorna az országban ritkaságszámba menő vizsgálati eszköz, amelyet a labor a szélesebbességmérők kalibrálására használ. A kalibrált eszközöket a műszaki karbantartó és hibaelhárító feladatokat ellátó kollégák a minőségirányítási rendszerben lefektetett gyakorisággal helyezik ki a mérés helyszínére.

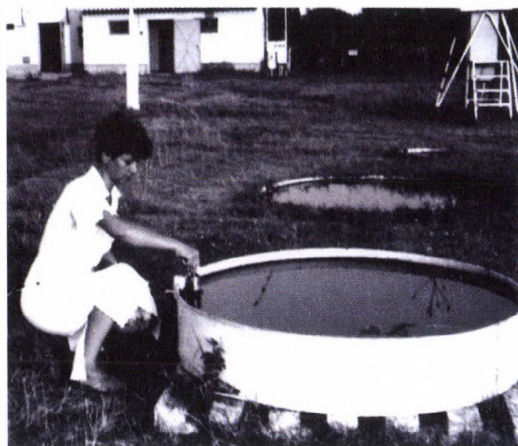
Légekőri radioaktivitás mérések. Az Országos Meteorológiai Intézet 1954-től kezdte el a légekőri radioaktivitás mérését. Eleinte csapadékmintákat, majd később aeroszol

mintákat értékeltettek ki a Debreceni Egyetemen. 1955-től megkezdődött a Marczell György Főobszervatóriumban a minták saját mérése is. 1960-ban az OMI keretében indult az ország első állandó radioaktivitás mérőhálózata: 8 meteorológiai állomáson csapadék, 4 állomáson aeroszol minták méréseivel. Az állomások összesbétaktivitás meghatározására voltak alkalmasak. 1986-87-ben, a csernobili reaktorbaleset után 24 meteorológiai főállomáson kerültek elhelyezésre gammasugárzást mérő műszerek. 1993-ban a megbízhatatlan lengyel típusú műszereket lecserélték az osztrák BITT Technology GmbH RS-03-as automata hálózatba telepíthető gammasugárzást mérő műszereivel. 1999-ben kezdte működését Tésán az első automata aeroszol mérőberendezés, mely a levegő aeroszol részecskéit összegyűjtve mind a háromféle (alfa, béta, gamma) radioaktív sugárzást képes megmérni.

2003-ban újabb aeroszol-monitorokat telepítettünk; egyet-egyét Napkorra és Nagykanizsára. 2008-tól az osztrák BITT vállalta az AMS02 mérőeszközök karbantartását annak fejében, hogy az Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság (OKF) átadja az adatokat az osztrák minisztériumnak. A megállapodás hosszas előkészítés, többszöri egyeztetés után 2010-ben kötött meg.

Levegőkémia. A Meteorológiai Világszervezet (WMO) már a 60-as években felhívta a figyelmet arra, hogy a légkör változó kémiai összetételét és kapcsolatát a különböző léptékű légköri folyamatokkal nyomon kell követni: 1969-ben létrehozta a BAPMON programot (Background Air Pollution Monitoring Network), majd ennek folytatásaként, kibővített megfigyelési feladatokkal, 1989-ben a GAW (Global Atmosphere Watch) programot. Ennek keretében megkezdődött a globális és a regionális levegőminőség-megfigyelő állomások telepítése. A KLFI Levegőkémiai Osztályán végzett megfigyelések és kutatások már a 60-as évek elejétől olyan színvonalúak voltak, hogy ezekbe a nemzetközi monitoring programokba eredményesen be tudunk kapcsolódni.

A csapadékvíz szulfát- és nitrát-ion tartalmának mérése Magyarországon 1965-ben kezdődött az Országos



8. ábra: Szabad vízfelület párolgásának mérése az ún. A-káddal



9. ábra: MILOS 500 automata meteorológiai állomás

Meteorológiai Intézet csapadékkémiai mérőállomásain gyűjtött mintákból a pestlőrinci laboratóriumban. Az OMSZ a levegő kén-dioxid és nitrogén-dioxid regionális háttér-koncentrációjának mérését 1972–1973-ban kezdte meg a VITUKI kiskunsági Komlói Imre Kísérleti Telepén (11. ábra). 1980-ban ennek a mérőhelynek az örökébe lépett a közvetlen a szomszédságában létesült, azóta is működő K-pusztai mérőállomás. Az EMEP (European Monitoring and Evaluation Programme = Európai Megfigyelési és Értékelési Program) megszületésekor tehát az elvárt mérések jó ideje folytak már hazánkban. Magyarország egyike volt annak a tíz



10. ábra: Szélszatorna a meteorológiai műszerkalibráló laboratóriumban

országnak, amely az EMEP létrejöttének pillanatától küldött adatokat a programnak. Magyarországi EMEP mérőállomásként a regionális háttér-levegőszennyezettség mérésére leginkább alkalmas kiskunsági állomást jelentettük be (Komlói telep/K pusztai, 12. ábra).

A légkör kémiai összetételének mérése kiterjed a légköri nyomgázok, az aeroszol részecskék és a csapadékvíz kémiai összetételének meghatározására. A háttérállomásokon

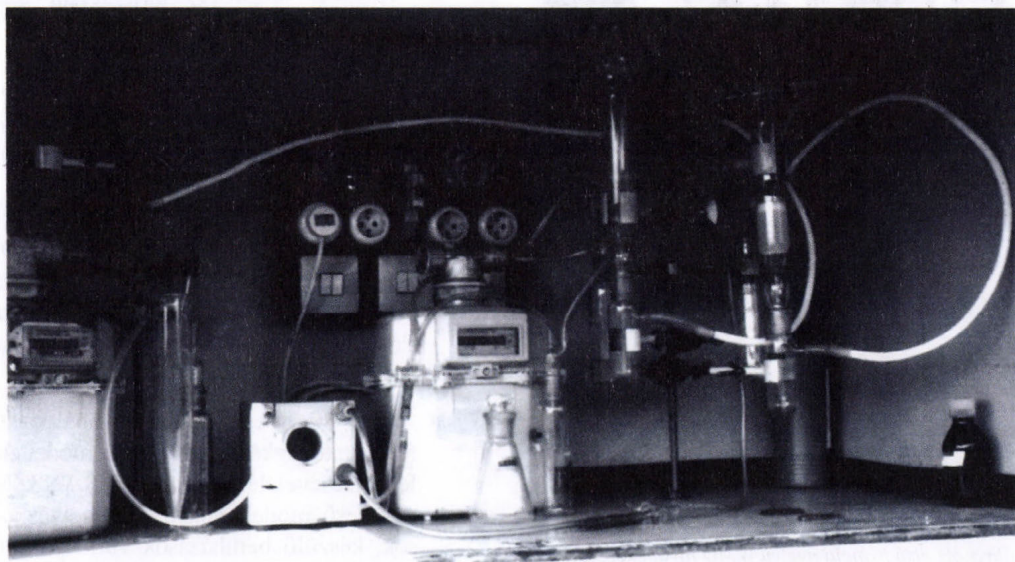
gyűjtött minták kémiai analízise az Observatórium jól felszerelt kémiai laborjában történik (13. ábra).

Az évtizedek óta folyó levegő- és csapadékkémiai mérések lehetővé teszik a környezet állapotának értékelését, a hosszú idejű változékonyság nyomon követését. Meghatározhatóvá válik a felszínre ülepedett nyomanyagok mennyisége, valamint lehetőség nyílik a szennyezőanyagok forrásainak és nyelőinek azonosítására, továbbá a légkör és felszín közötti anyagszereforgalom is tanulmányozható.

A folyamatos fejlesztéseknek köszönhetően a jelenleg üzemelő hazai regionális háttérszennyezettség-mérő hálózat 4 állomásból áll: Farkasfa, Hortobágy, K-pusztai, Nyirjes. Ezeken kívül Hegyhátsálon a WMO GAW és a NOAA mérési programjának részeként egyes üvegházhatású gázok (szén-dioxid, metán, dinitrogén-oxid) hosszútávú megfigyelése folyik, beleértve a légköri szén-dioxid vertikális profiljának mérését is. A Siófokon működő csapadékkémiai állomáson gyűjtött adatok elsősorban a Balatont érő légköri tápanyagterhelés megfigyelését segítik.

Az ENSZ Európai Gazdasági Bizottságának EMEP programja a tagországokból beérkező adatok felhasználásával kontinentális skálájú modellszámításokat végez, meghatározza az egyes országokat érő levegőkörnyezeti terhelés földrajzi eredetét. Ezek a számítások fontos európai környezetpolitikai döntések meghozatalához nyújtanak segítséget.

Az intézet igazgatója, Mészáros Ernő részt vett a WMO háttérszennyezettség mérő hálózatának kialakításában, és a 1978-1992-ig terjedő időszakban az ő vezetésével működött az Observatóriumban a WMO oktatási központja, ahol a levegőkémiai mérőhálózatok szakembereinek felkészítése és továbbképzése folyt francia és angol nyelven (14. ábra). A szemináriumokon 53 országból összesen 123 hallgató vett részt. Az 1980-as évek közepére az Európa szerte összehangolt kén-emisszió csökkentési stratégiák hatására mérséklődött a környezet savasodása, ugyanakkor a magas ózonkoncentrációval járó



11. ábra: SO₂ és NO₂ mintavételezése hagyományos nedves kémiai módszerrel

fotokémiai szmogok megjelenése miatt a háttérszennyezettségi állomásaink mérési programja a felszín közeli légréteg ózon-koncentrációjának megfigyelésével bővült 1990-től. A nyomanyagok felszín-bioszféra-légkör közötti kicserélődését különböző ökoszisztémák (pl. fenyőerdő, fűfelfűzés, Balaton vízfelszíne) fölött vizsgálták az intézet kutatói. Nemzetközi fórumokon is elismert eredményeket ért el Horváth László a nitrogén vegyületek körforgalmának vizsgálatában, valamint Haszpra László a széntartalmú légköri üvegházhatású gázok fluxusának mérésében és ökológiai modellek fejlesztésében. Az embert próbáló terepi munka olykor a legkitartóbb kutatót is megállásra kényszeríti (15. ábra).



12. ábra: A K-pusztai mérőállomás



13. ábra: Atomabszorpciós spektrométer a kémiai laboratóriumban



14. ábra: Az első francia nyelvű WMO továbbképzés az Observatóriumban 1978-ban

Levegőminőség modellezés. A hazai légszennyeződés meteorológiai feltételeinek vizsgálata az 1960-as években indult meg, az ipari üzemek és a hőerőművek által kibocsátott szennyezőanyagok terjedésének és felszín-közi koncentrációjának vizsgálatával. E kutatásokhoz számítógépes modelleket és diffúzióklímológiai adatbázist hoztak létre, amellyel több, mint másfélszáz ipari létesítmény légszennyezettségi hatásvizsgálatát végezték el az 1960-tól 1995-ig terjedő időszakban.

1972-től terepméréseken alapuló levegőminőségi vizsgálatok kezdődtek, s ezzel párhuzamosan számítási és feldolgozási módszereket fejlesztettek a légszennyező anyagok

terjedésének (diffúziójának) és a felszíni koncentráció várható eloszlásának meghatározására.

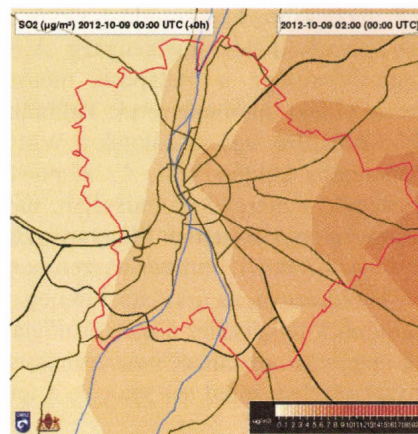
Az 1980-as évek elején még a kénvegyületek légköri előfordulása képezte a vizsgálatok tárgyát, így készültek el a légköri kén nagytávolságú transzportját és a savas ülepedés vizsgálatokat összefoglaló művek.

Továbbá ebben az időszakban szabványokban fektették le a légszennyező anyagok transzmissziójának meghatározására kidolgozott módszereket. A KGST Környezetvédelmi Állandó Bizottságának több, a légszennyezés meteorológiai összefüggéseivel foglalkozó résztvételeiben működünk közre. 1985-től részt vettünk az EURASAP (European Association for the Science of Air Pollution = Európai Légszennyeződési Tudományos Társaság) megalapításában és a nemzetközi együttműködésben. Később Mészáros Ernő a szervezet Végrehajtó Bizottságának a tagja lett.

Az 1980-90-es években a szabályozási célokra kifejlesztett légköri diszperziós modellek folyamatos fejlesztésével létrehozták a TRANSMISSZIÓ elnevezésű modell rendszert, amelyet az ipari források, készülő beruházások várható szennyezettségi szintjének modellezésére használtak.



15. ábra: Terepmunkában megfáradt kutató a Hortobágyon



16. ábra: Kén-dioxid koncentráció előrejelzése Budapestre

Az Európai Unióhoz való csatlakozás előkészítéséhez fontos lépés volt a hazai levegőminőségi jogszabályok harmonizálása, valamint a korszerűbb planetáris határérték elméleteken alapuló transzport modellek világviszonylatban történő elterjedése után szükségessé vált korszerűsítés.

2000-től az új generációs diszperziós modellek által használt meteorológiai paraméterek mérési és számítási módszereit magyar szabványokban rögzítettük.

A fotokémiai folyamatok figyelembevételére is alkalmas modellrendszer adaptálásával Budapest területére 1-2 napra vonatkozó levegőminőségi előrejelzések készülnek, amelynek eredményei 2010 óta napi rendszerességgel frissítve megjelennek az OMSZ honlapján (16. ábra).

Ionoszféra. Az ionoszféramérések – a magasabb léggrétegek (50–500 km) elektromossági viszonyainak vizsgálatára – eredményeit az *Ionoszféra Jelentés*, majd az *Ionoszféra Havijelentések* című kiadványban közzétették,

Saikó János szerkesztésében. E rendszeres mérések az ionoszféra rendellenességeinek, fölmelegedésének, az ionoszféra viharok statisztikai jellemzőinek, a szabályos és a nem szabályos rétegek előfordulási gyakoriságának és előrejelezhetőségének vizsgálatára irányultak. Az ionoszférában zajló lélegektromos folyamatok a rádióhullámok terjedését meghatározóan befolyásolják, ezért a kutatásnak jelentős gyakorlati haszna volt középhullámú és a hosszúhullámú rádióforgalmazás akkori mindennapos gyakorlatában. 1985-ben az előregedett aranyérmes ionszondát új ausztrál gyártmányú készülék váltotta fel Békéscsabán, az új főállomás épületébe telepítve, de az új antenna nem váltotta be a reményeket, ezért 1990-ben Békéscsabán megszűnt az ionoszféramérés s a berendezés 1990-ben az OMSZ-tól az MTA soproni Geodéziai és Geofizikai Kutatóintézetébe került át.

Sugárzásmérések. A Sugárzási Osztály tevékenységében az 1980-as évek végétől fokozatosan csökkent a kutatási jellegű tevékenység és főleg az 1990-es évektől



17. ábra: Brewer MKIII spektrofotométer és LI-1800 spektorradiométer

kezdődően, az OMSZ felszíni mérő és megfigyelő hálózatában automatizálásához kapcsolódóan egyre dominánsabbá vált az operatív mérési tevékenység. A Sugárzási Osztály alaptevékenysége a budapesti mérőműszerek üzemeltetése, a vidéki mérőműszerek kalibrálása és a nyert adatok ellenőrzése, egy részüknek a WMO Sugárzási Adatközpontjába küldése volt. Az alaptevékenység mellett fejlesztették a mérések pontosságát, havi és évi sugárzási térképeket szerkesztettek Magyarországra és az egész Földre, nemzetközi műszer-összehasonlításokat végeztek. 1971-től kezdve, az űrkutatási támogatás segítségével, megindult a felkészülés a meteorológiai mesterséges holdak sugárzási adatainak hasznosítására mind a sugárzási energiamérleg, mind a légkör és a felszín távérzékelése céljából.

Az Obszervatóriumban folyó szakmai munka elismerésének jele, hogy a WMO Európai Regionális Bizottságának 1978 októberében megtartott 6. ülésén az itteni sugárzási állomást felvették a RA VI régió regionális sugárzási központjainak sorába.

1980-ban korszerű, üreges kompenzációs Eppley-féle referencia pirheliométert szerzett be az OMSZ Major György irányításával, majd két pirgeométert a sugárzási mérleg infravörös részének mérésére. 1980–1990 között folyt a nagy spektrális felbontású sugárzásátviteli modellek fejlesztése, melynek eredményeképp a Miskolczi-féle HARTCODE jelenleg is az egyik referencia-modell az infravörös tartományban működő műholdakon. 1988-ban az Obszervatórium szakemberei meghívást kaptak a BSRN (Baseline Surface Radiation Network) munkacsoportba.

1990-től kezdve, a meteorológiai mérőhálózat automatizálását és új műszerek beszerzésének lehetőségét kihasználva a BSRN követelményeinek megfelelő állomást hoztak létre Budapesten.

Nagy Zoltán munkájának köszönhetően 1995-re a BSRN igen magas adatgyűjtési követelményeinek eleget tevő berendezés működött az Obszervatóriumban.

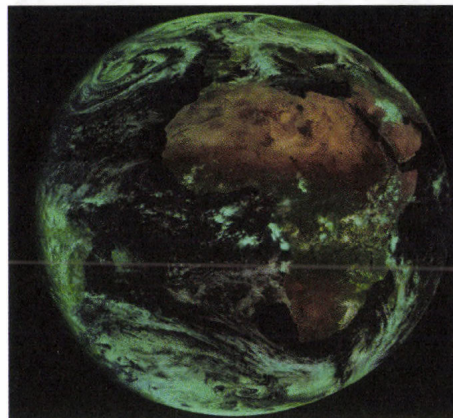
1995-ben végezték a bioszenzoros és fizikai mérés-technikával történő UV sugárzásmérések első hazai összehasonlítását, 1996-ban pedig aeroszol optikai mélység, légköri sugárzás-áteresztés, aeroszol optikai klíma meghatározását hajtotta végre Tóth Zoltán és Nagy Zoltán speciálisan átalakított LI-1800 spektorradiométerrel.

1995 óta működik lakossági UV-B figyelmeztető rendszer, ami az UV-B mérő műszerek adataira épül. Jelenleg 5 helyen üzemeltetünk ilyen berendezést, ezek egyike az Obszervatóriumban található. A légoszlop ózontartalmát 1969-től Dobson-spektrofotométerrel, 2000-től Brewer-spektrofotométerrel mérjük (17. ábra). 2002-ben az OMSZ Minőségbiztosítási Rendszerének bevezetéséhez kapcsolódóan a napsugárzás mérők kalibrálási rendjét szabályozta újra Nagy Zoltán.

A teljes sugárzási egyenleg 4 komponenses módon történő mérése 1967-ben kezdődött az Obszervatóriumban,

amibe 2008-ban Debrecen-Kismacs mérőállomás, majd 2012-től Orgovány is bekapcsolódott.

1993-2013 között a felszíni automata mérőhálózathoz kapcsolódóan a globálsugárzási mérőhálózat folyamatos bővítése és korszerűsítése zajlott Nagy Zoltán irányításával, melynek eredményeképpen napjainkban 40 mérőállomásról valósidejű mérési eredmények állnak rendelkezésre. Ennek következményeként 2013 márciusától a



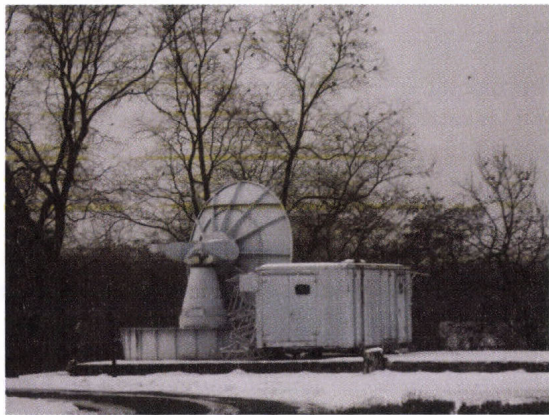
18. ábra: Második generációs METEOSAT kompozitkép, 2013.03.20. 10:00 UTC

Campbell-Stokes napfénytartammérő kikerült az operatív mérőeszközök köréből, mert értékei nagy hibával terheltek, s bármilyen felhasználási célra a meglévő piranóméter hálózat adatai megbízhatóbbak, információs értékük magasabb.

Műholdmeteorológia. A műholdmeteorológiai kutatások hazánkban az 1960-as évek elején kezdődtek. A műholdak által sugárzott felhőképek rendszeres vétele 1967-ben indult az Obszervatóriumban, ezáltal megnyílt a lehetőség a felhőképek archiválására, a többoldalú felhasználhatóság kutatására. A műholdak által sugárzott képek minősége javult, a hozzáférhető adatok mennyisége növekedett, ezáltal a vizsgálatok az 1970-es évek közepére igen széles körűvé váltak, s az űrkutatási program keretében a magyar állam is jelentős támogatásban részesítette ezt a korszerű kutatási területet.

A KLFI-ben alakult meg a Kozmikus Meteorológiai Főosztály. A legfontosabb feladat az volt, hogy a műholdas felhőképek eljussanak az előrejelző szakemberekhez, valamint a televíziók képernyőjén keresztül az ország lakosságához. Az értelmezhetőség céljából a képeket a megszokott térképvetületre kellett transzformálni, a képek egymásutánjából pedig a felhőzet mozgását felgyorsítva bemutató „filmet” kellett készíteni. Ez a munka analóg vétel esetén igen nehézkes, digitális vételnél sokkal egyszerűbb. Keményváltatás hiányában az első digitális vevőt a BME szakemberei készítették az 1980-as évek végén, amely közvetlenül a felhasználó Központi Előrejelző Intézet mellé települt. Ez a kézi gyártású vevő nem volt üzembiztos.

Amikor sikerült gyári vevőt beszerezni, azt újra az Obszervatóriumba telepítették. Azóta is folyamatosan itt a műholdvétele, a műholdak fejlesztéseit követve egyre újabb vevőberendezésekkel. A kezdeti analóg vevők után a 1990-es évek elején indultak be a METEOSAT, majd a NOAA műholdak adatait vevő teljesen automatikus operatív digitális vevők. Nagy változást hozott a második generációs METEOSAT műhold fellövése, az új műhold vételére alkalmas vevő üzembe állítása az Obszervatóriumban szinte egybeesett az operatív műholdadás indításával 2003 végén (18. ábra).



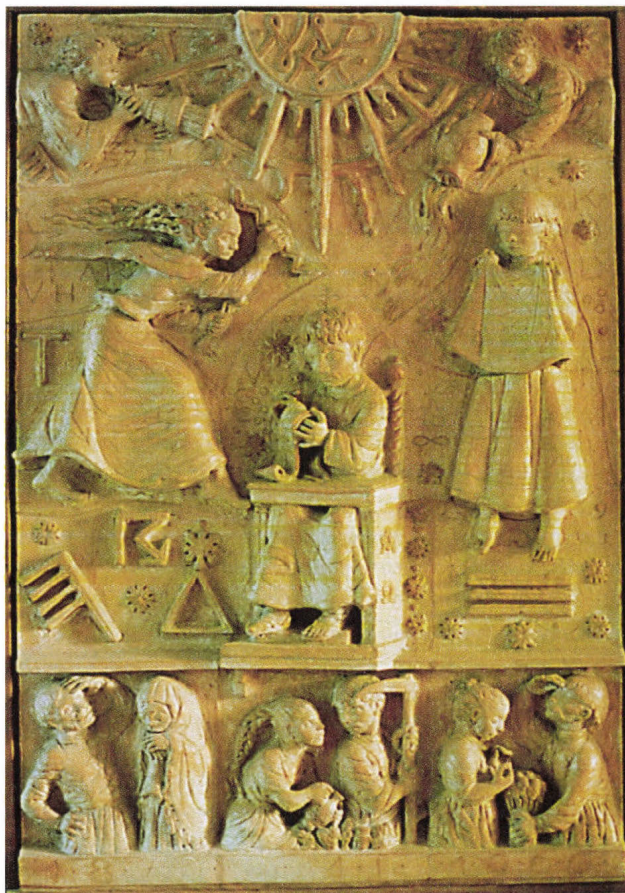
19. ábra: Használton kívüli MRL-5 típusú radar az Obszervatóriumban

A vizsgálándó feladatkörök a következők voltak az Obszervatóriumban: a légkör és a földfelszín állapotjelzőinek meghatározása műholdról; műholdakkal szerzett adatok felhasználása az időjárás számszerű analízisében és előrejelzésében; műholdakról nyert sokoldalú információ bevonása az időjárás szinoptikus elemzésébe és előrejelzési eljárásokba.

Vizsgálni kezdték a felszín energia- és vízmérlegét, majd a spektrális sugármérési adatokból összes-ózon-tartalom mezőket állítottak elő. Az időjárás-előrejelzés fejlesztésére a látható és az infravörös sugárzási műholdadatok alapján elemezni kezdték a zivatarcellák mozgását, fejlődését és azok csapadékhatékonyságát. A térben, időben és spektrálisan is egyre jobb felbontású műholdas adatokat ma már széles körben használják fel az OMSZ különböző osztályainak dolgozói is. Mindezen kutatások eredményeiről számos hazai és külföldi publikáció készült, közülük Tücsök Tibor Műholdmeteorológia (1988) című könyvét emeljük ki.

Agrometeorológia. A Fertő-tó természeti adottságainak kutatása hosszú időt ölelt fel. Az Obszervatórium szakemberei már saját fejlesztésű automata műszereket is bevetettek. A vizsgálatok lezárásaként született a Fertő-tó éghajlata című osztrák-magyar kiadvány 1991-ben. Kutatták a Velencei-tó hidrometeorológiai viszonyait is.

1970-től indultak a műtrágyázás hasznosulására irányuló vizsgálatok, aminek eredményei bekerültek a mezőgazdasági szaktanácsadás rendszerébe. Az agrometeorológusok részt



20-21. ábra: Kovács Margit, valamint Borsos Miklós alkotása az Obszervatóriumban

vettek hazánk agroökológiai potenciáljának felmérésében, a főbb termesztett növényeink termésének előrejelzésében.

1977-1985 között igen jelentős K+F programot valósított meg az OMSZ a Nyíregyházi Konzervgyár termelési körzetében az Országos Műszaki Fejlesztési Bizott-

ság és a Mezőgazdasági és Élelmezésügyi Minisztérium támogatásával. Komplex termelésirányító rendszert fejlesztettek ki alapos mérési és modellezési munkával, ami aztán más termelőknek (Hatvan, Békéscsaba, Miskolc) is mintául szolgált. A programhoz kapcsolódóan 1981-ben új agrometeorológia obszervatóriumot avattak Nyíregyházán, a hamarosan jelentkező változások és anyagi nehézségek miatt azonban 1990-ben Nyíregyházán megszűnt az agrometeorológiai tevékenység.

1983-84-ben az Obszervatórium líbiai meteorológusok 9 hónapos posztgraduális agrometeorológiai képzését végezte, melynek oroszlánrészét agrometeorológusok látták el.

Ugyanebben az időben folyt az OMSZ átszervezése. Ennek keretében a KLFi és a Központi Előrejelző Intézet agrometeorológiai osztályait egyesítették egy főosztály alá, s ez a főosztály 1984-től a Központi Meteorológiai Intézetben végezte munkáját Kozma Ferenc vezetésével. Ez a szakterület is egyre inkább a szolgáltatások felé fordult, majd a rendszerváltást követő évtizedben gyakorlatilag megszűnt az OMSZ-nál.

Radarmeteorológia. Kapovits Albert ösztönzésére 1969-ben állt munkába Ferihegyen az első kispotenciálú, NDK-gyártmányú BWR-X12 időjárási radar, s egy évtizeden át üzemelt. Ekkor a világon 524 rádiólokátort használtak az időjárás megfigyelésére (Kapovits, 1979). Alapos előkészítő munka után három MRL-5 típusú szovjet radarból álló hálózat (19. ábra) épült ki az OMSZ-nál a meteorológia, a hidrológia és a repülés céljaira. Először Ferihegyen kezdte meg a működését az első ilyen radar 1980-ban, majd 1982-ben Farkasfán és Napkoron 1984-ben. A távközlési lehetőségek korszerűsödésével együtt az OMSZ szakemberei folyamatosan fejlesztették a radaradatok feldolgozását és továbbítását, a 90-es évek elejére eljutva a teljes automatizálásig. Legfontosabb felhasználási terület a veszélyjelzés és a csapadék-előrejelzés lett. A két jégeső-elhárító rendszer is alkalmazott hasonló radarokat a konvektív cellák megfigyelésére.

Ferihegyen 1991 végén befejeződött a radarállomás működése. A BácsRJE dusnoki mobil MRL-5 radarját 1992 februárjában Budapestre szállították, s 1994 decemberében az Obszervatórium rádiószondázó épületének tetejére telepítették. Az automata mérések 1995 áprilisától folyamatosak.

Ez a radar-típus később már a digitalizálás ellenére sem volt képes az egyre növekvő igényeket kielégíteni, ezért az OMSZ korszerűsítette radarhálózatát. Az első DWSR 2500C duál-polarizációs Doppler radar az Obszervatóriumban 2000-ben kezdte meg a működését. Napkoron 2003-ban történt meg a radar lecserélése, a harmadik radar pedig Sármellék közelében, Pogányváron, a szőlőhegyen került elhelyezésre. Így 2004-től 3 korszerű radar működik automatikus, távolról vezérelt üzemmódban.

Jelenleg fontos fejlesztések zajlanak. Az OMSZ saját beruházási keretből korszerűsítette a budapesti radar végpontját és a jelfeldolgozást (20. ábra). EU támogatással KEOP (Környezet és Energia Operatív Program) pályázati forrásból új radar állomással bővül a hálózat. A Szentés-Lapistó térségébe telepítendő immár negyedik radar 2015-től szolgáltat méréseket.

Időjárás. A 2014-ben már a 118. évfolyamához érkező, negyedévente megjelenő szakmai folyóirat, az *Időjárás* is nagyban kötődik az Obszervatóriumhoz mind az itt végzett kutatásokról szóló cikkek, mind az utóbbi évtizedek főszerkesztői tekintetében. A lapot Héjas Endre alapította, s 30 éven át szerkesztője, kiadója és laptulajdonosa is volt (Zách, 1992a). 1925-től a Magyar Meteorológiai Társaság lapja, 1945-től pedig a Magyar Országos Meteorológiai és Földmágnassági Intézet, később ennek utódai hivatalos lapja. Felelős szerkesztője 1980-tól Mészáros Ernő, majd Práger Tamás, Major György, jelenleg Bozó László.

Kulturális alkotások. Két hazai művész alkotása érdemel említést. Az egyik Kovács Margit (1902-1977) keramikus „A Meteorológus” című domborműve, ami a régi főépület földszintjén látható (21. ábra). A 140 x 135 cm nagyságú terrakotta relief középpontjába helyezi, s középkori szerzeteshez hasonlóan mintázza meg a meteorológus alakját. További részleteket Zách (1992) írásában találhatunk.

A másik alkotás (szintén Zách Alfréd adatai szerint) Borsos Miklós (1906-1990) napórája 1963-ból, a főépület mögött a parkban egy 0,8 m magas alapzaton látható. Árnyékvetője egy bronz női alak két kinyújtott karja. A számlap márványlapra vésett 1,8 m átmérőjű körcikk.

Egyéb rendezvények. Az Obszervatórium számos alkalommal adott otthont különböző „csapatépítő” rendezvényeknek, mint például nőnap vagy farsangi bál, OMSZ születésnapi megemlékezések és gyermeknap vigasságok. Egy ilyen esemény egyik próbatételét mutatja a 22. ábra.



22. ábra: Gyermeknap vidámságok nem csak gyerekeknek

Akadémikusok. A szakmai életpályájuk meghatározó részét az Observatóriumban töltő kutatók közül eddig négyen kerültek az MTA levelező, illetve rendes tagjai sorába:

Béll Béla (1908-1988). A budapesti Pázmány Péter Tudományegyetemen szerzett matematika-fizika szakos tanári (1932), majd bölcsészdoktori oklevelet (1941). A fizikai (meteorológiai) tudományok kandidátusa (1954), a műszaki tudományok doktora (1968). Az MTA tagjai közé választotta (levelező tag: 1970., rendes tag: 1982).

A Pázmány Péter Tudományegyetem Fizikai Intézete gyakornoka (1932–1934), egyúttal az Országos Meteorológiai Intézet Klimatológiai, illetve Aerológiai Osztályának munkatársa (1932–1943); közben a potsdami és a lindenbergi obszervatóriumok ösztöndíjas vendégkutatója volt (1936–1937), majd a berlini egyetemen az aerológia elméleti kérdéseivel foglalkozott (1937). Az OMI Aerológiai Osztályának vezetője (1943–1952), az Intézet igazgatóhelyettese és a pestlőrinci Aerológiai Observatórium vezetője (1951–1969), az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) elnökségének tudományos tanácsadója (1970–1974), az OMSZ Tudományos Tanácsának elnöke (1974–1988). A magyaróvári Agrártudományi Főiskolán (1943–1949), a budapesti József Nádor Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen, illetve a BME-n az agrometeorológia előadó tanára (1949–1952), az ELTE Élet- és Földtudományi Karán az aerológia tantárgy előadója (1952–1956). A JATE TTK-n az Éghajlat-tani Tanszék címzetes egyetemi tanára (1965).

A magyarországi aeroklimatológiai vizsgálatok megalapozója, a magaslégtér szélmérőhálózat megszervezője, a rendszeres rádiószonda-mérések elindítója (1948). Nemzetközi hírék a termikus széllel, a hőmérsékleti advekciónál, a légkör függőleges stabilitásával, és a zivatarok kialakulásával kapcsolatos kutatásai. Több speciális szélmérő és csapadékmérő meteorológiai műszert szerkesztett.

Mészáros Ernő (1935) 1957-ben az Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Karán szerzett meteorológus diplomát. Ezután 1992-ig különböző beosztásokban az Országos Meteorológiai Szolgálat munkatársa volt. Nevéhez fűződik a széleskörű nemzetközi elismertséget szerzett hazai légkörfizikai és levegőkémiai iskola megteremtése. 1971-től a Szolgálat Központi Légkörfizikai Intézetének igazgatóhelyetteseként, 1976 és 1990 között igazgatójaként dolgozott. 1990 és 1992 között tudományos tanácsadó, majd 1992-től a Veszprémi (jelenleg Pannon) Egyetem egyetemi tanára. Közben az MTA–VE Levegőkémiai Kutatócsoportjának vezetője.

Kandidátusi értekezését 1966-ban, akadémiai doktori értekezését 1970-ben védte meg. 1972-től az MTA Meteorológiai Bizottságának tagja, több éven át elnöke volt. 1985-ben a Magyar Tudományos Akadémia levelező, 1990-ben rendes tagjává választották. 1992 és 1999 kö-

zött az MTA Földtudományok Osztálya, 2002 és 2008 között a Veszprémi Akadémiai Bizottság elnöke volt, előbbi tisztségében az MTA elnökségének munkájában is részt vett. 1994 és 2000 között a *Magyar Akkreditációs Bizottság* plenumának tagja, illetve a Föld- és Környezet-tudományi Szakbizottságának vezetője.

1976-tól 1994-ig a Meteorológiai Világszervezet környezettudományi konzultánsa, a háttér- légszennyezettség monitoringgal foglalkozó, budapesti központú nemzetközi WMO iskola vezetője. Több éven át neves nemzetközi tudományos folyóiratok (*Tellus*, *Atmospheric Environment*, *Journal of Atmospheric Chemistry*, *Atmosphérique Pollution*) szerkesztő-bizottságának tagja, illetve az OMSZ *Időjárás* című folyóiratának felelős szerkesztője. Az Academia Europaea tagja, a Nyugat-bretagne-i Egyetem díszdoktora. Számos kiváló szak-könyve, tudomány-történeti monográfiája, egyetemi jegyzete jelent meg itthon és külföldön. 1979-ben Akadémiai Díjjal, 1995-ben Schenzl Guidó-díjjal, 1998-ban Széchenyi-díjjal, 2005-ben a Magyar Köztársaság Érdemrend közép-keresztje kitüntetéssel ismerték el kimagasló kutatói, oktatói és iskolateremtői tevékenységét.

Major György (1941) Az ELTE TTK-n szerzett matematika-fizika szakos tanári és meteorológus oklevelet 1964-ben. Kandidátusi címét 1975-ben, akadémiai doktori címét 1981-ben kapta meg. Az MTA 1993-ban levelező, majd 1998-ban rendes tagjai sorába választotta. 1964–2001 között az OMSZ munkatársa, ami alatt a Sugárzási Osztály vezetőjeként s a KLFI igazgató-helyetteseként is dolgozott. 1975–90 között az MTA Interkozmosz Tanács kozmikus meteorológiai szakbizottságának titkára, 1987–1993-ban a Magyar Asztronautikai Társaság főtítkára, 1997–2000 között elnöke volt. Az MTA Meteorológiai Tudományos Bizottságának elnöki tisztségét több akadémiai cikluson keresztül is betöltötte. A Nemzetközi Geodéziai és Geofizikai Unió (IUGG) keretében működő Meteorológiai és Légkörtudományi Szövetség magyar képviselőjeként dolgozott. 2000-ben Schenzl Guidó-díjat, 2007-ben Széchenyi-díjat kapott.

Legfontosabb kutatási területei: agrometeorológia, felszíni meteorológiai sugárzásmérések pontosságának fejlesztése, meteorológiai sugárzástan, műhold-meteorológia. Műholdas és felszíni adatok felhasználásával a légkörben elnyelt napsugárzást vizsgálta. Foglalkozott a napenergia hasznosításának meteorológiai szempontú megalapozásával.

Bozó László (1962) Meteorológus oklevelét 1986-ban szerezte az ELTE TTK-n. Kandidátusi fokozatát 1994-ben, MTA doktori címét 2001-ben kapta meg. Az MTA 2007-ben levelező, 2013-ban rendes tagjai sorába választotta. 1996–2005 között az Observatórium Levegőkörnyezet-elemző Osztályát vezette, 2005–2007 között az OMSZ általános elnökhelyettese és az Observatórium vezetője. 2007–2011 között az OMSZ elnöki teendőit lát-

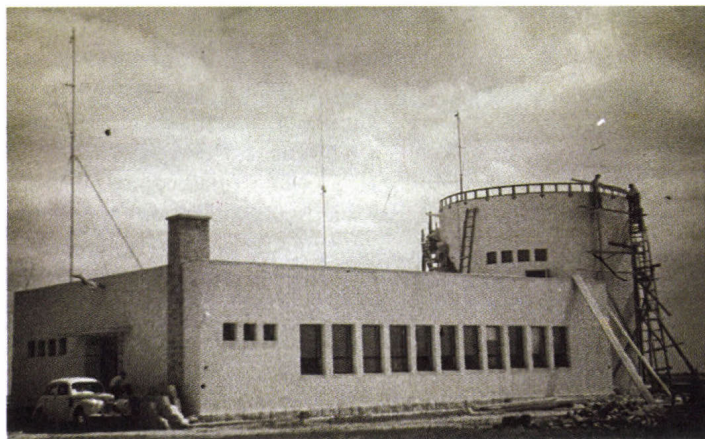
ta el. 1999-től az IUGG Magyar Nemzeti Bizottságának titkára, 2005-2008-ig az MTA Meteorológiai Tudományos Bizottságának elnöke. A 2011-től kezdődő akadémiai ciklusban az MTA Földtudományok Osztályának elnökhelyettesévé választották. 2004-től az OMSZ *Időjárás* című folyóiratának felelős szerkesztője, számos hazai és nemzetközi szakmai társaság tisztségviselője.

Kutatási területe a levegőkémia, a légköri nyomanyag-terjedés modellezése. A légköri nyomanyag-mérleg tagjainak modellszámításokkal történő becslése alapján elemezte Magyarországnak az európai nyomanyag-háztartásban játszott szerepét és az elmúlt évtizedek során ebben bekövetkezett változásokat. Az MTA Környezeti jövőkép – környezet- és klímabiztonság című köztesületi stratégiai kutatási programját vezeti 2010-től kezdődően, amelynek keretében a természeti erőforrások felhasználásában érintett ágazatok klímaalkalmazkodási lehetőségeit vizsgálják.

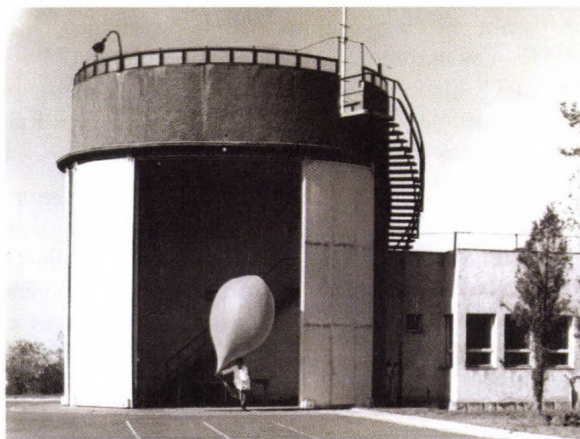
Végül köszönetet mondunk azoknak, akik a cikk összeállításában szakmai segítséget nyújtottak: Gróbné Szenyán Ildikó, Major György, Nagy József, Nagy Zoltán, Tóth Zoltán, Mészáros Ernő, Horváth László, Németh Péter, Zsoldos Erzsébet.

Irodalom

- Béll B., 1977a: Megemlékezés a Marczell György-Observatórium alapításának 25. évfordulója alkalmából. *Időjárás* 81, 359-363
- Béll B., 1977b: A Marczell György Aerológiai Observatórium alapításának 25. évfordulójára. *Léggör* 22, 89-96
- Dési F., 1952: Előszó. Beszámolók az 1952-ben végzett tudományos kutatásokról. Az *OMI Hivatalos Kiadványai XV. kötet*, Budapest, 1952
- Haszpra L., 1993: A háttérlevegőszennyezettség-mérő hálózat működése és fejlesztési tervei. *Léggör* 38(1), 2-5
- Kapovits A., 1979: Időjárási radarhálózat létesítése Magyarországon. Meteorológiai megfigyelések, Meteorológiai Tudományos Napok '79. Az *OMSZ Hivatalos Kiadványai LI. kötet*, Budapest, 1981
- Simon A. és Tanczer T. szerk., 1995: Fejezetek a magyar meteorológia történetéből 1971-1995. *Országos Meteorológiai Szolgálat Budapest*, 1995.
- Takács L., 2005: Az OMSZ műszerkalibráló laboratórium műszereinek és módszereinek jelene és jövője. Intenzív meteorológiai megfigyelések. A 30. Meteorológiai Tudományos Napok Előadásai. *OMSZ, Budapest*, 2005
- Tanczer T., 1988: Műholdmeteorológia. Akadémiai Kiadó, Budapest
- Zách A., 1992a: Az Időjárás 95 éves múltja tekint vissza. *Léggör* 37(3), 29-30.
- Zách A., 1992b: A „Meteorológus.” *Léggör* 37(3), 33-34



Épül a rádiószondázó épület



Rádiószonda felbocsátás az 50-es években



A 2000-s években lebontott sugárzási pavilon



A főépület az 1953. július 3-i villanybojler robbanás után

A NEMZETI METEOROLÓGIAI INTÉZET SZEREPE A HAZAI ÉS NEMZETKÖZI METEOROLÓGIAI BIZTOSÍTÁSBAN

THE NATIONAL METEOROLOGICAL OFFICE'S ROLE IN THE DOMESTIC AND INTERNATIONAL METEOROLOGICAL SERVICES

Dunkel Zoltán

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

Összefoglalás. Az első mai értelemben vett állami, nemzeti meteorológiai intézet megalakulása óta több mint 160 év telt el. Az intézetek feladatköre országról országra és történeti korról korra változik. A Meteorológiai Világszervezet (WMO) időről időre kísérletet tesz arra, hogy meghatározza a nemzeti meteorológiai/hidrometeorológiai intézetek feladatát és hatáskörét, rögzítse felelősségüket. A magánmeteorológiai szervezetek és a finanszírozás folyamatos változása indokolja a kérdés újbóli felvetését, az állami, nemzeti, közpénzen fenntartott intézet szerepének értékelését. A jelen írás a magyar intézet hatáskörének változását és a XXI. század elején tőle elvárt, elvárható szerepet kívánja összefoglalni és értékelni.

Abstract. Since forming of the first state, national meteorological office more than 160 years have passed. The institutes' duties vary from country to country and from historical age to age. The World Meteorological Organization (WMO) from time to time attempts to outline the national meteorological/hydrometeorological institutes' task and competence and to fix their responsibility. The private meteorological companies and the continuous change in the financing mechanism give reasons for raising the issue again, the assessment of the role of the state, national institute financed publicly. This paper wishes to summarize the change of the Hungarian institute's competence and the role could be expected from the institute in the start of XXI. century.

Bevezetés. A várható időjárás iránti érdeklődés valószínű egyidős az emberiséggel. A valamilyen módon szervezett, egyeztetett időjárási tájékoztatás a már államszervezettel bíró társadalmakhoz valószínű, hogy köthető. Ez a tájékoztatás, tájékozódás főleg tapasztalati szabályokból, „népi megfigyelésekből” állt. Az ókor hajózó népeinek pontos fogalmai voltak a hajózásra alkalmas és nem alkalmas időszakokról, uralkodó szélirányokról. Ebben az esetben a meteorológiai tájékoztatás, a megfigyeléseken alapuló éghajlati ismeretek összessége volt, amit főként szájhagyomány útján adtak tovább, de előbb-utóbb megjelent az időjárással, a légkörrel, a várható időjárással kapcsolatos ismeretek írott változata is (Mészáros 2006; Vergilius 1980). Ez természetesen folytatódott a modern hajózó népek gyakorlatában. A mai értelemben vett rendszeres észlelés, rögzített szabályokon alapuló módszeres megfigyelés a XVII. században indult meg először. A második kísérlet, a Mannheimi Társaság már majdnem világhálózatot hozott létre, aminek alapján aztán sorra kialakultak a mai, immár nemzeti szolgálatokhoz kapcsolódó megfigyelési rendszerek. A XIX. század közepén szinte varázsütésre, sorra alakultak az állami meteorológiai intézetek, közel azonos feladatkörrel. Megalakulásukkor az

előrejelzés csak igen korlátozottan volt feladatuk, inkább a megfigyelésre és az összegyűjtött adatok feldolgozására koncentráltak. Az egyre növekvő társadalmi, gazdasági elvárások miatt a nemzeti szolgálatok feladatköre egyre szaporodott. Az éghajlat leírása, a várható időjárás mellett légszennyezési problémák, földrengés előrejelzés, sőt újabban éghajlat-változási hatástanulmányok készítése is a nemzeti szolgálatok feladatkörébe került. Volt egy pillanat, amikor a nemzeti szolgálatok „természetes” monopóliumát semmi nem kérdőjelezte meg. A finanszírozási nehézségek és a magánmeteorológia megjelenése azonban arra készteti az államokat és a nemzeti szolgálatokat is, hogy újra értékeljék szerepüket a „meteorológiai biztosításban”.



1. ábra A Habsburg Monarchia (Dunai-monarchia)
„meteorológiai felosztása” és az intézet székhelye 1851-ben

Alapfogalmak. Nem célunk a meteorológia szakma, szolgáltatás, kutatás, fejlesztés témakörében egyértelmű és pontos meghatározásokat adni. Talán nem is érdemes. Akár feltételezhetjük, hogy léteznek olyan alapfogalmak, amit

bizonyos szakmai múlt után, mindenki azonosan értelmez, hasonlóan a matematikában használt alapfogalmakhoz. Attól a gyanútól vezérelve, hogy ez talán még sincs így, néhány, a továbbiakban használt kifejezést megpróbálunk körülírni.

Meteorológiai biztosítás. A fogalom meghatározására talán a meteorológiai szolgáltatás lenne célravezetőbb, de tekintettel arra, hogy a szolgáltatás alatt sok esetben valamilyen meghatározott fizetés, pénzeszközök átadása ellenében végzett tevékenységet értünk, újabbban a meteorológia esetében is, inkább a nem túl szerencsésnek vélt biztosítást használjuk, ami alatt egyértelműen egy adott tevékenység meteorológiai információkkal való ellátását értjük. Anélkül, hogy bonyolultabb dologba mennénk bele, vegyünk egy példát. Sétálni indulunk, s felvetődik annak a kérdése, hogy vigyünk-e magunkkal esernyőt. Minden informálódás nélkül eleve esernyővel indulhatunk útra, de megtehetjük, hogy megkérdezzük valakit, hogy szerintük vigyünk-e esernyőt, meghallgathatjuk a rádiót, megnézhetjük a televíziót, tájékozódhatunk a világhálón stb. Ha mindezek után mégis megázunk, akkor nem biztosítottuk meteorológiai szempontból a sétánkat. A meteorológia, mint szakma, bizonyos körülmények között szinte teljes mértékben képes arra, hogy olyan tájékoztatást nyújtson a felhasználónak, hogy az tevékenységét időjárási szempontból minden hátráltatás nélkül végezhesse, azaz meteorológiai szempontból „biztosítva” legyen.

Közzé: magába foglalja a mindenki számára elérhető elméleti vagy gyakorlati javakat. Egy személy szükségleteinek kielégítése oly módon, hogy nem csökken a többiek hozzáférési lehetősége a szükséges javakhoz. Vetélkedésmentes fogyasztás. Lehetetlen vagy elképzelhetetlenül drága annak a személynek a kizárása belőle, aki megtagadja a költségekhez való hozzájárulást. Kirekeszthetetlenség.

Ráfordítás/haszon arány: gyakran használt kifejezés, amit rendszerint akkor veszünk elő, amikor valaminek a fontosságát, elengedhetetlenségét akarjuk bizonyítani, de sem a tényleges ráfordítást, sem a hasznot pontosan meghatározni nem tudjuk. Ez különösen nehéz akkor, ha elmaradt hasznot vagy be nem következett kárt próbálunk elmentélezni a ténylegesen meglévő költségekkel.

Meteorológiai adat és meteorológiai információ: a légkör és a levegő állapotára, tulajdonságaira, az ott lezajló jelenségekre vonatkozó mennyiségileg vagy minőségileg meghatározható adat; meteorológiai adatok felhasználásával készített időjárási, éghajlati és levegőkörnyezeti elemzések és előrejelzések eredményei, valamint az ezekből levezetett következtetések, amelyek a múltbeli, a fennálló, vagy a várható meteorológiai viszonyokra vonatkozó állításokat tartalmaznak.

Hiteles meteorológiai adat: olyan mérőeszköz – melyet minőségirányítási rendszerrel rendelkező szervezet rendszeresen ellenőriz és kalibrál, valamint megfelel a nemzetközi és hazai szabványokban és ajánlásokban megfogal-

mazott, a mérőeszközök mérési képességére vonatkozó előírásoknak – által szolgáltatott meteorológiai adat.

Meteorológiai infrastruktúra: megfigyelő, infokommunikációs, adatfeldolgozó, megjelenítő és szolgáltató rendszer, beleértve a nemzetközi megfigyelő, előrejelző és szolgáltató rendszereket (EUMETSAT¹, ECMWF², EIG-EUMETNET³), amely a nemzetközi erőforrások megosztásán és azok közös hasznosításával működik.

Nemzeti meteorológiai adatbázis: hiteles meteorológiai adatokat tartalmazó, ellenőrzött adatbázis.

Hivatalos meteorológiai adat és információ: a nemzeti meteorológiai adatbázisból származó meteorológiai adat és információ.

Meteorológiai veszélyjelzés: a meteorológiai (időjárás)

előrejelzések azon csoportja, amely bizonyos élet- és vagyonbiztonságot veszélyeztető időjárási jelenségekre, meghatározott kritériumok szerinti információkat tartalmaz. A meteorológiai veszélyjelzés magában foglalja a figyelmeztetést, valamint a riasztást is.

Meteorológiai szolgáltatás: olyan tevékenység, melyet egy másik fél meteorológiai adatokkal, információkkal való ellátása érdekében végeznek.

Meteorológiai kereskedelmi tevékenység: olyan meteorológiai szolgáltatási

si tevékenység, melyet anyagi ellenszolgáltatásért végeznek.

Magánmeteorológia: a nem állami, költségvetési keretben végzett meteorológiai tevékenység. A fogalom a kimondottan üzleti jellegű meteorológiai tevékenységet, szolgáltatást végző magáncégek megjelölésére szolgál. A csak műszergyártással foglalkozó cégekre nem szokás használni az elnevezést. „Hivatalos” megjelenése az 1999-es évhez köthető, mivel ekkor alakult meg a PRIMET⁴ (Association of Private Meteorological Services – az európai magánmeteorológiai szolgáltatók szövetsége).

A nemzeti meteorológiai szolgálatok kialakulása. A mai értelemben vett, az államok által fenntartott, a nemzeti költségvetésből finanszírozott meteorológiai szolgálatok a XIX. század második felében kezdtek megalakulni. A meteorológiai legendáriumban erősen tartja magát, hogy a modern értelemben vett meteorológiai figyelmeztetés és



2. ábra A Habsburg Monarchia (Osztrák-Magyar Monarchia) „meteorológiai felosztása” és az intézet székhelye, Bosznia-Hercegovina elfoglalása után 1878-ben

¹ European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites

² European Centre for Medium-Range Weather Forecasts

³ European Interest Group of Network of European Meteorological Services

⁴ www.primet.org/

prognózis iránti igény a balul elsült *balaklavai*⁵ ütközet után alakult ki, amikor III. Napóleon francia császár megbízta *Le Verrier* csillagászt annak kinyomozásával, hogy a katasztrofális vihar előrejelezhető lett volna-e. Ennek a legendának némileg ellentmond, hogy az osztrák intézet, a ZAMG (*Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik*) már 1851-ben meg alakult. Való igaz, hogy a többi intézet az ominózus dátum után jött létre, de valószínű, hogy kialakulásukban inkább a közjó szolgálata iránti készség játszott közre. Az Egyesült Államok szolgálata 1870-ben alakult meg. A *National Weather Service* alapító okiratában elég egyértelműen fogalmaz: "gondoskodjon meteorológiai megfigyelésekről a kontinens belsőjében levő helyőrségeknél és az Államok és Területek más pontjain.... és adjon értesítést az északi (Nagy) tavak és a tengerparton a viharok közeledéséről és erejéről mágneses táviróval és tengeri jelzésekkel".

A kiegyezést követően sorra alakultak az osztrák intézettől független magyar intézmények, közöttük a meteorológiai. A Budapesti Közlöny 1870. május 3-i számában ad tudósítást arról, hogy a magyar birodalom meteorológiai⁶ és magnetikai viszonyainak megvizsgálására és tudományos kipuhatására külön intézet, a magyar Országos Meteorológiai Intézet állítatik fel, melynek hivatalos elnevezése: „*Meteorológiai és földdelejeségi magyar királyi központi intézet*”. Hatásköre kiterjed a magyar szent korona minden országaira, ti. Magyarországra, Erdélyre, Tót- és Horvátországra, s a katonai őrvidekre. A magyar intézet meglehetősen rövid alapító okirata még semmilyen előrejelzési vagy figyelmeztetési feladatot nem ír elő a szervezetnek. Fő célnak az időjárás és a mágneses jelenségek tudományos feltárását tekintik.

A dán intézet (*Danmarks Meteorologiske Institut*) 1872-ben, míg a nevét többször megváltoztató spanyol intézet *Instituto Central Meteorológico* (jelenleg: *Agencia Estatal de Meteorología, AEMET*) 1887-ben jött létre. A svájci intézet 1863-ban alakult meg *Meteorologische Zentralanstalt* (MZA) néven, s csak később vette fel (2006) a közismert *MeteoSwiss* elnevezést. Hivatalosan: "Federal Office of Meteorology and Climatology *MeteoSwiss*" (*angol változat*). A japán intézet feladatai közé tartozik az időjárás előrejelzése mellett a földrengések és szökőárak figyelése és a vulkáni kitörések nyomon követése.

Az indiai intézet, *India Meteorology Department*, 1875-ös kialakítása egy 1864-es kalkuttai ciklon valamint

az 1866-os és az 1871-es éhínség hatásának köszönhető. A *Meteorological Service of Canada* születésnapja 1871. május 1. Az ausztrál intézet még később jött létre, de 1906-os megalakulása azonnal törvény keretében (*Meteorology Act*) történt. Az ausztrál állam ennek megfelelően minden a birtokában lévő meteorológiai feljegyzést 1908. január elsejétől átadott az új intézménynek.

A felsorolt néhány példából is látszik, hogy egy adott korban valamilyen nem teljesen pontosan körülhatárolt közjó érdekében jöttek létre a nemzeti meteorológiai intézetek. Több országban rendelték nem kimondottan légkör-tani, inkább geofizikai feladatot is a meteorológiai intézet hatáskörébe. A kezdeti, elsősorban főleg megfigyelésre szorítkozó tevékenység hamarosan az adatok rendszeres tárolásával és feldolgozásával bővült. A meteorológiai előrejelzések mellett több országban hidrológiai, vízelvezési feladatokat utaltak a szolgálatok hatáskörébe. Esetenként

ez az intézet „*hidrometeorológiai*” elnevezésében mutatkozott meg. Számos WMO tagállam intézete foglalkozik földrengés előrejelzéssel, de vannak olyan szolgálatok is, amelyek az adott országban kiemelt fontosságú kártevők, sáskák⁷, vonulását vizsgálja.

A nemzeti meteorológiai és hidrológiai szolgálatok szerepéről és működéséről. A Meteorológiai Világszervezet rendre kísérletet tesz arra, hogy a nemzeti szolgálatok szerepét meghatározza. Az 1947-

ben elfogadott (Davies 1990) és 2007-ben megújított megállapodás (WMO 2007) rögzíti a nemzeti meteorológiai és hidrológiai (a magyar szóhasználatban nem igazán élő – *hidrometeorológiai*) szolgálatok legfontosabb küldetését. A nemzeti meteorológiai intézetek küldetése az időjárás és az éghajlat megfigyelésében és a folyamatok megértésében, valamint meteorológiai, hidrológiai és a kapcsolódó szolgáltatások területén a közjó érdekében kifejtett tevékenységük során ki kell, hogy terjedjen

- az élet- és vagyonvédelemre;
- a környezet védelmére;
- a fenntartható fejlődéshez való hozzájáruláshoz;
- a hosszú távú meteorológiai, hidrológiai és éghajlati megfigyelések és az adatok, beleértve a környezeti adatokat, gyűjtésére, összefoglalóan a *meteorológiai infrastruktúra fenntartására*;
- a szükséges képességfejlesztésre;
- a nemzetközi kötelezettségvállalásokra;
- a nemzetközi munkamegosztáshoz való hozzájárulásra.

A nemzeti szolgálatok küldetése. A nemzeti szolgálatok tulajdonában van, s azok üzemeltetik a *meteorológiai inf-*

⁵ 1854. november 14-ére virradóan, a Balaklavai-öbölben súlyos károkat szenvedett az egyesült angol-francia-török flotta.

⁶ A felterjesztési iratban a meteorológia megnevezésére még a *lebeszet* szó szerepel.

⁷ <http://www.wamis.org/locust/index.php>



3. ábra A Habsburg Monarchia korábbi területén található nemzeti meteorológiai intézetek székhelyei és illetőségi területei 2012-ben

rastruktúra döntő többségét, amely szükséges az élet és vagyonvédelemhez, a gazdasági tervezéshez és fejlesztéshez, valamint a természeti erőforrások fenntartható kiaknázáshoz és kezeléséhez szükséges időjárás, éghajlati, hidrológiai és a környezettel kapcsolatos meteorológiai szolgáltatások nyújtásához. Az állásfoglalás (WMO 2007) az Egyesült Nemzetek egy szakosított szervének a megállapítása, amely igyekszik azt úgy megfogalmazni, hogy szinte minden egyes tagállamának, pontosabban tag-szervezetének megfelelően. A Meteorológiai Világszervezetnek az egyes tagállamok a tagjai. Az országok képviselőit általában, a WMO elvételének megfelelően a meteorológiai intézet vezetője (*permanent representative*) látja el. Mellette a hidrológiai feladatok szükséges koordinálására minden résztvevő ország delegál egy hidrológiai tanácsadót is. Jelenleg 185 ország tagja a WMO-nak. A 2007-es megállapodás szerint (WMO 2007) a legtöbb nemzeti szolgálat

- fejleszt és terjeszt előrejelzést, figyelmeztetést és riasztást élet- és vagyonvédelmi célokból, továbbá támogatja az időjárás, éghajlati, hidrológiai és kapcsolódó környezeti kockázatok csökkentését szolgáló tevékenységeket;
- a nemzetgazdaság különböző ágazatai (mezőgazdaság, vízgazdálkodás, energiaszektor, közlekedés és szállítás) részére a közjó kiszolgálása érdekében gondoskodik hiteles meteorológiai adatokról és információkról;
- fenntartja a nemzeti meteorológiai adatbázist;
- tájékoztatja a döntéshozókat;
- fejleszti a meteorológiával kapcsolatos tudományos ismereteket és a kapcsolódó technikát;
- részt vesz a nemzeti veszélyjelző rendszer fejlesztésében és operatív működtetésében, amelybe beletartozik a szeizmológia, vulkánihamu-megfigyelés, határon áterjedő szennyezőanyag monitoring, s olyan óceáni jelenségek megfigyelése, mint a szökőár;
- teljesíti a megfelelő nemzetközi kötelezettségvállalásokat, köztük a Meteorológiai Világszervezetről szóló egyezményben foglaltakat;
- létrehoz és fenntart a Föld-légkör-óceán rendszert megfigyelő hálózatot és valós időben (*real time*) összegyűjti a meteorológiai szolgáltatáshoz szükséges adatokat;
- telekommunikációs hálózatot üzemeltet;
- adatfeldolgozó és előrejelző rendszert működtet a valós idejű meteorológiai szolgáltatások biztosításához;
- hatékony és hatásos terjesztési rendszert rendszeresíti a meteorológiai produktumok terjesztésre a közjó érdekében.

Összehasonlításként meg kell jegyezni, hogy a FIFA (*Fédération Internationale de Football Association*) taglétszáma 209 nemzeti szövetség.

1. táblázat. A magánmeteorológiai cégek legfontosabb paraméterei, Weiss 2002 adatai alapján

	Egyesült Államok	Európai Unió
becsült árbevétel	400-700 millió dollár	30-50 millió dollár
cégek száma	400	30
alkalmazottak száma	4000	300

Végigolvasva és összevetve a WMO által elvárt vagy elképzelt feladatokat a valós helyzettel, találunk olyan elvárásokat, amelyek nem teljesíthetők vagy nem teljesülnek. Most tekintsünk el attól, hogy vannak országok, ahol a vízjelzés egy intézményben van a légkörtani feladatokkal, azaz hidrometeorológiai szolgálat működik az adott országban, vagy attól, hogy Magyarország szárazföldi (*land-locked country*), s ennek megfelelően a szökőár előrejelzés természetes módon nem feladata. A mai társadalmi környezetben lehetnek olyan struktúrák, amelyek meghaladják a történelmi alapokon kialakult nemzeti szolgálatok képességeit és lehetőségeit. Ezek közé tartozik akár az állami alapeladatnak tekintett veszélyjelzés, akár a széles közönség minden időjárás eseményre és társadalmi megmozdulásra kiterjedő tájékoztatása. A társadalmi elvárások oly mértékben megnöttek, hogy a hagyományos keretek között és visszafogott állami költségvetéssel dolgozó szolgálatok minden irányba kiterjedő, hatékony terjesztési rendszert nem tudnak üzemeltetni. Hasonló a helyzet a meteorológiával kapcsolatos tudományos és technikai fejlesztésről. Ma már az alkalmazott műszerek bonyolult elektronikával működnek. Nem tűnik valószínűnek, hogy a nemzeti szolgálatok keretében igazán hatékony műszerfejlesztést lehetne megvalósítani. Ez teljes mértékben fennáll a magyar szolgálat esetében. Konkoly-Thege Miklós idejében az intézet műhelyéből kerültek ki, részben az igazgató tervei és ötletei alapján (Varga 2013), a legendás híró műszerész, Klassohn János kezéből (Dunkel 1991) a csodálatos rézből készült eszközök.

A teljesség igénye nélkül megemlíthetjük, hogy vannak olyan nemzeti intézetek, amelyek még az alap infrastruktúra egyes elemeivel sem rendelkeznek. Az osztrák intézetnek például nincs radarhálózata, mivel azt a repülést biztosító AustroControl üzemelteti és tartja fenn. Azokban az országokban, ahol a nemzeti szolgálat egybeesik a katonai meteorológiai intézettel, általában nem foglalkoznak kutatással, illetve minimális az éghajlati tevékenységük. Európában ilyen az olasz (*Servizio Meteorologico*) vagy a görög (*Hellenic National Meteorological Service*) szolgálat. A magyar szolgálat tevékenységét tekintve a tisztán meteorológiai tevékenységet folytató intézmények közé tartozik, némi környezetvédelmi elkötelezettséggel, ami elsősorban a légszennyezettséggel, levegőkémiaiával kapcsolatos tevékenységben mutatkozik meg.

A nemzeti meteorológiai szolgálatok tevékenységükkel hozzájárulnak saját országaik gazdasági és társadalmi fejlődéséhez, magyarázva szolgálják hazájuk közjává, a WMO állásfoglalásnak megfelelően. Hasonló a helyzet a fenntartható fejlődés érdekében kifejtett közreműködést illetően. Mivel sem az időjárás, sem a változó éghajlati rendszer nem áll meg az országhatárnál, mind az időjárást előrejelző, mind a várható éghajlati körülményeket leíró rendszerek működtetéséhez a nemzeti szolgálatok igényt tartanak nemcsak az államhatáron belüli meteorológiai, hidrológiai és környezeti adatokra és produktumokra, hanem határon túlra is. Az egységes formátumban történő adatrögzítés iránti igény már az első nemzetközi meteorológiai szerveződés, a mannheimi Meteorológiai Társaság (*Societas Meteorologica Palatina*, 1780) esetében is megmutatkozott, s még határozottabb formát öltött, ami-

kor a nemzeti meteorológiai szolgálatok létrehozták szervezetüket (International Meteorological Organization – IMO –, 1873) abból a célból, hogy koordinálja az adatforgalmazást. Ennek jogutódja és szakmai folytatása az Egyesült Nemzetek szakosított szerveként működő Meteorológiai Világszervezet, a WMO, amely 1950-ben lépett az IMO helyébe.

A Meteorológiai Világszervezet törekszik a nemzeti szolgálatokra vonatkozó jogszabályok egységesítésére. Mint az Egyesült Nemzetek szakosított szerve, természetesen csak ajánlást tehet. A Cg-XIII⁸ határozatának megfelelően a Világszervezet megerősítette a nemzeti jogi szabályozás fontosságát, ami szerint

- a szolgálatok kötelezettségeit és felelősségi területét meg kell határozni;
- a nemzeti szolgálat egyértelműen a „hivatalos” időjárási, éghajlati és árvíz figyelmeztető szervezet, azaz az egyetlen hiteles forrás veszélyjelzési helyzetben elkerülendő a közvélemény megzavarását;
- a kihelyezett műszereket és a szolgálatot teljesítő hivatalnokokat jogi védelem alá kell vonni;
- biztosítani kell a legfontosabb nemzetközi kommunikációs lehetőségeket;
- a különböző időjárási, éghajlati, vízgazdálkodási és a kapcsolódó környezeti tevékenységek koordinálásáról gondoskodni kell;
- biztosítani kell a megállapított szerep működtetéséhez szükséges alapot.

A Világszervezet legfontosabb, a nemzeti szolgálatot erősítő, javaslata, hogy a nemzeti szolgálat legyen a viharjelzésben és riasztásban a „single authoritative voice”. Ennek az „egyetlen irányadó tájékoztatás” elvnek a gyakorlati megvalósítása sajnos nem is olyan egyszerű. Az üzleti meteorológiában épp a „veszélyjelzés” a legjobban eladható termék. A magánmeteorológiák nem szívesen adnák fel ezt a lehetőséget. A meteorológiai kereskedelmi tevékenység számos országban terjed ki a veszélyjelzésre. Az állam oldaláról a finanszírozás megteremtése okoz gondot. Ha az állam monopolhelyzetet teremt, akkor annak anyagi háttérét is biztosítani kell, ahogy ezt a WMO ajánlás is hangsúlyozza. Európában nagyon kevés az olyan ország, amely teljes mértékben fedezi a nemzeti szolgálat működését. Egy felmérés szerint az RA VI⁹ tagállamaiban a támogatás mértéke eléggé változó: Albánia 87%, Ausztria 75%, Belgium 66%, Bosznia-Hercegovina 100%, Bulgária 100%, Ciprus 100%, Csehország 78%, Dánia 55%, Észtország 92%, Finnország 63%, Franciaország 50%, Görögország 100%, Grúzia 92%, Hollandia 73%, Horvátország 75%, Írország 54%, Lengyelország 75%, Litvánia 90%, Luxemburg 100%, Macedónia 96%, Magyarország 34%, Málta 100%, Moldova 100%, Montenegró 95%, Nagy-Britannia 72%, Németország 98%, Norvégia 65%, Olaszország 100%, Oroszország 64%, Örményország 95%, Portugália 95%, Románia 80%, Spanyolország 99%,

Svájc 70%, Svédország 47%, Szerbia 99%, Szlovákia 78%, Szlovénia 90%, Törökország 70%, Ukrajna 78%.

A meteorológia finanszírozását illetően nem minden ország osztja a Világszervezet azon álláspontját, hogy a meteorológiai biztosítást teljes mértékben, egy központi költségvetésből kell fedezni. Egy korábbi felmérés (Weiss 2002) szerint az Egyesült Államokban a magánpiac mintegy tízszer akkora, mint az Európai Unióban. Az amerikai szakértők szerint sokkal hatékonyabb, ha az állami szerepvállalás élesen elkülönül a magánszektorról, s csak a meteorológiai biztosítás jól elhatárolt területére szorítkozik.

A nemzeti szolgálatok szolgáltatásai. Természetes alapfeladata a meteorológiai szolgálatoknak az időjárással, a vízgazdálkodással és bizonyos környezetvédelmi feladatokkal kapcsolatos szolgáltatásokról való gondoskodás. Ezek a szolgáltatások kiterjedhetnek a nemzetgazdaság, az államélet és magánszféra szinte minden területére. Az előrejelzések (Kootval 1999) között kiemelt szerepe van a megfelelő időben történő figyelmeztetésnek és a rendkívüli időjárási helyzetek esetén történő riasztásnak. Egyes szolgálatok feladata lehet a vízállások, az árvizek, az áradások levonulásának előrejelzése is. Speciális területe a nemzeti szolgálatoknak a tengeri meteorológiai előrejelzések és figyelmeztetések. Ebbe a kategóriába tartozhat a szökőár előrejelzés. A Meteorológiai Világszervezet alapfelfogása értelmében a polgári repülés kiszolgálása a nemzeti szolgálat feladata, de több országban is a katonai meteorológiai szervezet a nemzeti szolgálat. Ebben az esetben a katonai és a polgári kiszolgálás természetes módon egymásba olvad. A konkrét szervezeti fenntartás, a szolgálat biztosítása már kívül esik a WMO (Obasi 2003) hatáskörén.

A szolgáltatások ellátáshoz szükség van légköri, óceáni, vízrajzi és környezeti megfigyelő rendszerre. A megfigyelés egyúttal a WMO új szolgáltatásának, a *Global Framework for Climate Services* (GFCS – éghajlati szolgáltatások globális keretrendszere) egyik alapeleme. A nemzeti megfigyelések hálózata adja a Globális Megfigyelő Rendszerét (GOS – Global Observation System), ami eleme a WMO Integrated Global Observing Systemjének (WIGOS). Minden meteorológiai biztosítás alapja a meteorológiai adatok továbbítása és cseréje. A Meteorológiai Világszervezet ennek kialakításában és fenntartásában a kezdetektől fogva meghatározó szerepet játszik, biztosítva a Global Telecommunications System (GTS) üzemeltetését. A GTS képezi az alapját a Világszervezet információs rendszerének, a WIS-nek. Minden esetben feltételezzük, hogy a GTS-en keresztül csak hiteles meteorológiai adatokat adnak tovább a nemzeti szolgálatok.

A WMO politika fontos eleme az adatok hozzáféréseinek biztosítása. Az eltérő gazdasági szabályozók miatt a WMO két határozatában is igyekezett rendszert teremteni az adat-hozzáférésben, a *Resolution 40* (Cg-XII) és a *Resolution 25* (Cg-XIII) kimondásával. Ezek a határozatok különbséget tesznek a szabadon hozzáférhető és a kereskedelmileg hasznosítható adatok között. Ezek a határozatok próbálnak rendet teremteni a meteorológiai kereskedelmi tevékenységben és megegyezést hozni a nemzeti, állami intézetek valamint a magánmeteorológiai szolgáltatók között, mérsékelt sikerrel. A magánszolgáltatók érve a szabad hozzáférés mellett elsősorban az, hogy egyszer már

⁸ A WMO kongresszusainak határozatát jelölik így. Cg-XIII a 13. kongresszus határozata.

⁹ Regional Association VI – A WMO Európai és Közel-keleti területi szövetsége

fizetett az adatért, mint adózó állampolgár. Az állami szektor panasza pedig az, hogy a szolgáltatásból hasznot húzó nem járult hozzá a meteorológiai infrastruktúra fenntartásához.

A nemzeti szolgálatok tevékenységét segítik a WMO regionális központjai. Ezek lehetnek speciális feladattal megbízott központok, képzési centrumok vagy műszerkalibrálással foglalkozó részlegek. A magyar szolgálat közel húsz éven át levegőminőségi mérési képzési központ volt (Tóth, R. et al. 2013). Jelenleg, mint sugárázsmérő összehasonlító központ van nyilvántartva.

A magyar nemzeti meteorológiai intézet. Az alapító okiratban megfogalmazott (BK 1870) feladatok az idők folyamán jelentősen megváltoztak. Ez a változás szinte folyamatos. Ha megnézzük egy közelmúltban készült összeítést (Dunkel 1998), akkor ahhoz képest is jelentős eltérést tapasztalhatunk. A nemzeti szolgálatok feladatait az illető ország jogrendjében megjelenő valamilyen jogszabály rögzíti. Ez általában különböző szintű lehet. A meteorológiával foglalkozó jogszabály mellett, esetleg annak folyamánként jelenik meg az illető intézet szervezeti és működési szabálya, ami természetesen a meteorológiai biztosítás meghatározásán túl az államszervezetbe való beilleszkedést, gazdálkodási gyakorlatot, felépítést is tartalmaz. A Meteorológiai Világszervezet folyamatosan szorgalmazza, hogy a meteorológiai tevékenységet és a nemzeti szolgálat működését a legmagasabb szinten, törvényben szabályozzák. A Világszervezet törekvései ellenére a tagállamoknak csak bő egyharmadában létezik meteorológiai törvény. Magyarországon nincs a meteorológiai tevékenységet általánosan szabályozó törvény, s ennek megfelelően a nemzeti meteorológiai intézmény, az Országos Meteorológiai Szolgálat feladatait a 277/2005. (XII. 20.) Korm. rendelet határozza meg.

Ennek alapján a magyar nemzeti meteorológiai intézmény

- földfelszíni, magaslégtér és távérzékelési mérő, észlelő rendszert tart fenn;
- távközlési és adatfeldolgozó rendszert üzemeltet, tart fenn és fejleszt;
- adatokat gyűjt, feldolgoz, valamint nemzetközi szervezeteknek átad, azoktól átvesz;
- a meteorológiai alapadatokat meteorológiai adatbázisban tárolja és archiválja;
- számításokat, elemzéseket és meteorológiai előrejelzéseket készít, nemzetközi megállapodások alapján nemzetközi szervezeteknek átadja, azoktól átvesz;
- a tárgyévét követő év március 31-ig a felügyeletet ellátó miniszter részére jelentést készít a meteorológiai folyamatokról, főbb éghajlati tényezőkről;
- elemzéseket nyújt a lakosság, és az intézkedésre jogosított szervek részére a mezőgazdaságot, a vízgazdálkodást, a vízkárelhárítást érintő intézkedések meghozatalához a szélsőséges jelenség, veszélyhelyzet, környezeti katasztrófa, ipari, nukleáris baleset megelőzése, elhárítása, felszámolása érdekében;
- rendszeres tájékoztatást nyújt az interneten keresztül a legfontosabb meteorológiai alapadatokról, rövid, közép- és hosszú távú meteorológiai előrejelzésekről;

- az üvegházhatású gázok kibocsátásával kapcsolatos adatszolgáltatással hatósági jogkört gyakorol;
- Levegőtisztaság-védelmi Referencia Központ működtetőjeként az Országos Légszennyezettség Méréshálózat minőségirányítási, alkalmassági felülvizsgálati, adatközponti feladatait látja el;
- nemzetközi jelentéstételi kötelezettségek teljesítése érdekében előkészíti a környezeti levegő minőségére vonatkozó adatokat;
- emissziós leltárt készít és vezet;
- kutató-fejlesztő tevékenységet folytat;
- repülésmeteorológiai szolgáltatást végez;
- együttműködik a Magyar Honvédséggel a meteorológiai alapadatok, előrejelzések kölcsönös rendelkezésre állás tárgyában.

Ezt megelőzően 1992-ben került sor a Szolgálat feladatkörének meghatározására. Akkor ez egy szinttel lejjebb, miniszteri rendelet (*Miniszteri rendelet*, 1992) keretében került rendezésre. A változás legfőbb oka a kereskedelmi meteorológia megjelenése. Egyrészt van egy természetes társadalmi igény a meteorológiai biztosítás iránt minden szinten. Másrészt létezik egy erősen túlfokozott szenzáció iránti igény, ami abban jelentkezik, hogy akár van esemény, akár nincs, a sajtó szeretne valami izgalmasat, megrázóztatni. Ennek egyik remek, akár naponta jelentkező eleme lehet az extrém légköri esemény, időjárási rekord. Felmerül a kérdés, hogy ez kitől származhat, kinek van joga ilyet kibocsátani. Mivel a meteorológiai szolgáltatás jól társítható egyéb bevételekkel (hirdetés, biztosítás, kárrendezés), végzése valamilyen mértékben, de kikerül a természetes monopólium, állami alapfeladat köréből. Ugyanakkor az is felmerül, hogy mi az a minimális szolgáltatás, amit az államnak feltétlenül el kell látni annak érdekében, hogy állampolgárai részére biztosítsa a közjót. A nemzeti meteorológiai intézetek kialakulásakor ez a kérdés fel sem merült, hiszen az akkori infrastruktúra és személyi állomány lényegesen kisebb hányadot kötött le az állami költségvetésből, mint napjainkban. Ennek érzékeltetésére meg lehet említeni, hogy 1950 előtt a magyar intézet észlelőhálózatának döntő többsége (csapadékmérők, II. osztályú klímaállomás) díjmentesen végezte feladatát. Az egyetlen elismerés az volt, hogy hosszú észlelés után kapott az észlelő egy Hegyfoki Kabos emlékérmét. Az észlelők büszkék voltak arra, hogy a meteorológiai intézet megbízta őket észleléssel (Kosztolányi 1956). Megváltozott világunkban azonban a távközlés, az infrastruktúra, a feldolgozás és nem utolsósorban a kiszolgáló személyzet költsége hihetetlen mértékben megnövekedett. nem lehet kitérni annak megvitatása elől, hogy kinek kell fenntartani a meteorológiai infrastruktúrát.

A táblázatban szereplő adatbázis különböző, elsősorban személyes közlésből, különböző időpontokból származó adatokból áll, ezért a benne foglaltak tájékoztató jellegűek.

Az időjárással összefüggő káresemények nagysága Magyarországon az elmúlt évtizedben átlagosan a GDP¹⁰ 0,5 – 1%-a volt. A WMO közreműködésével készített össze-

¹⁰ gross domestic product, bruttó hazai termék, egy főre jutó GDP Magyarországon 19,591 dollár (2011)

foglaló (FMI 2008), valamint a Világbank (WB 2006) által készített felmérés szerint a *ráfordítás/haszon arány* a meteorológiai tevékenységek esetében Kínában 1:35, az Egyesült Államokban 1:4,4. A hazánkhoz éghajlatában és méreteiben viszonylag közel álló Svájc esetében ez az arány 1:6 és 1:10 közé esik. A meteorológiai előrejelzések hasznának számszerűsítése érdekében született tanulmányok igazolják, hogy a befektetett pénz megtérülése minimum 4-szeres, de elérheti a 15-20-szoros arányt is. A meteorológiai előrejelzések következtében jelentős mérté-

európai előrejelzők értekezletén több szolgálat képviselője számolt be létszám vagy támogatási keret csökkenésről (Szerkesztői Úzenet, 2011)

Nem civil állami meteorológia – Magyar Honvédség Geoinformációs Szolgálat. Vannak olyan országok, ahol a nemzeti meteorológiai/hidrometeorológiai szolgálat nem civil szervezet, hanem valamilyen fegyveres testület része. Európában ilyen az olasz és a görög szolgálat, amely az illető ország katonaságának egyik egysége.

2. táblázat. Néhány összehasonlító adat a szomszédos országok nemzeti meteorológiai intézeteiről, 2011-es adatok

	ezer km ²	millió	létszám	bűdzs MEUR	lakos/met	km ² / met	állam %	megjegyzés
Ausztria	84	8,4	280	24	29 912	300	66	geofizika
Horvátország	57	4,4	420	15	10 558	135	100	3,9 (jégeső)
Csehország	79	10,7	763	25	14037	103	75	hidrometeorológia
Németország	357	82,0	2 400	104	34 168	149	99	tagdíj 25%
Magyarország	93	10,0	194	5	44 059	408	34	
Lengyelország	322	38,1	1 500	72	25 448	215	80	hidrometeorológia
Románia	238	21,5	1 315	14	16 425	181	75	
Szlovákia	49	5,4	485	14	11 092	101	48	hidrometeorológia
Szlovénia	20	2,0	90	5	4 869	225	100	tagdíjjal együtt

kü károk megelőzése válik lehetővé az élet- és vagyonbiztonság, az infrastruktúra védelme, a mezőgazdaság, az energetikai szolgáltatások tervezése területén.

Egy rossz csapadékprognózis esetén a katasztrófavédelem nem tud időben felkészülni, s egy árvíz mezőgazdasági kártétele akár százszorosa is lehet a nemzetközi meteorológiai szervezetek tagdíj-terhének.

A meteorológiai előrejelzéseknek szintén pótolhatatlan szerepe van a fennakadások esetén jelentős gazdasági kieséseket okozó légiforgalom-irányításában is.

Mennyiből lehet finanszírozni a *meteorológiai szolgáltatást*? Első közelítésben azt lehet mondani, hogy ez megegyezik a nemzeti meteorológiai szolgálat költségvetésével. A kérdés nem ennyire egyszerű. Talán érdemes volna megkérdezni az adófizető állampolgárt, hogy mennyit áldozna a meteorológiára. Két adat ismert. Svájc esetében (Frei 2009) a megkérdezettek úgy nyilatkoztak, hogy 31 svájci frankot áldoznának háztartásonként. Az Egyesült Államok polgárai nem voltak ennyire adakozók. Ott egy háztartás legfeljebb 15 dollárt adna erre a célra. Tegyük fel, hogy Magyarországon 1 millió háztartás van, s mindegyik háztartás áldozna ekkora összeget. Ebben az esetben a meteorológia támogatására 3 és 7 milliárd forint közötti összeg gyűlhetne össze, annak függvényében, hogy valaki az amerikai vagy a svájci mértéket követné. A 2012-es esztendőben a nemzeti szolgálat költségvetése 1,465 milliárd forint, ami mellé társul még 670 millió forint nemzetközi tagdíj teher. Ez az összeg nem tartalmazza a katonai meteorológiai kiadásokat.

A nemzeti szolgálatok költségvetési háttérének szűkülése azonban nemcsak magyar sajátosság. Az

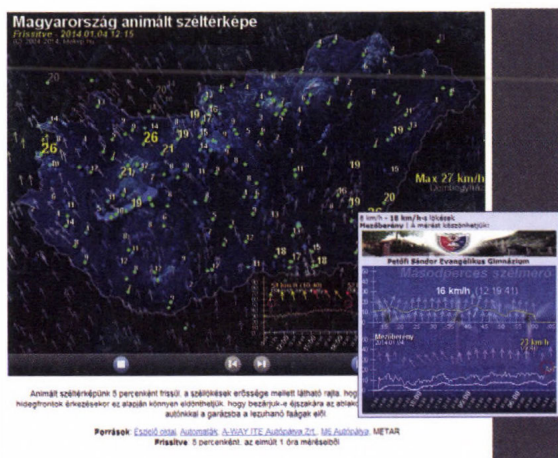
Olaszországban a nemzeti meteorológia a légierők alárendeltségében látja el feladatát. Magyarországon az MH GEOSZ (Magyar Honvédség Geoinformációs Szolgálat) rendeltetése a honvédelmi miniszter felelősségi körébe tartozó földmérési, térképészeti, légi felvételezési és *meteorológiai tevékenység* vonatkozásában országos illetékeséggel első fokú hatósági jogkör gyakorlása; más szervezet által a Magyar Honvédség térképellátása érdekében végzett szaktevékenység irányítása és felügyelete; a Magyar Honvédség geoinformációs támogatása, szervezése, szervezése és szakfelügyelete, szakmai követelményeinek kidolgozása, a földmérési és térképészeti tevékenységgel összefüggő minőségbiztosítási feladatok meghatározása, termékellenőrzés; földmérési, térképészeti és *meteorológiai tevékenységgel* összefüggő kutatás és műszaki fejlesztés, ahogy a szervezet honlapján olvasható, a HM-utasításban meghatározott feladatok ellátása¹¹.

A nemzeti meteorológia intézeti feladatokat ellátó Országos Meteorológiai Szolgálat és a Magyar Honvédség, korábban Meteorológia Szolgálat, jelen szervezeti felállásban MH GEOSZ között szakmai kérdésekben hagyományosan szoros az együttműködés.

Hivatásos vagy amatőr? Minden szakmában vannak megfelelő intézetekben képzett, különböző vizsgákat letett, megfelelő jogosítvánnyal rendelkező szakemberek, akik szakirányú tevékenységükért díjat (fizetést) vesznek fel. Őket nevezzük hivatásosoknak vagy profiknak. Az elmúlt évtized újdonsága a meteorológiai tevékenységben az amatőr észlelők vagy meteorológusok tömeges megje-

¹¹ http://www.honvedelem.hu/szervezet/mh_geosz

lenése. Ez az újítás kétségtelenül a világháló dinamikus kifejlődésének köszönhető. Valószínűleg korábban is voltak amatőr észlelők, de a gyors díjmentes adatközlési eszköz hiányában ezek a megfigyelések nem terjedtek el. A kellő számítástechnikai háttér birtokában máris adódott az ötlet, hogy aki akarja, felteheti megfigyelését a neki tetsző honlapra. Ma már hazánkban is számos amatőr vagy magán-meteorológiai szervezet vagy cég működik. A „viharcentrum.hu” ma már elterjedt tevékenységnek. Hazánkban több százan, de lehet, hogy akár ezren is foglalkoznak rendszeresen meteorológiai megfigyeléssel, küldik be észleléseiket a különböző honlapokra. Nemcsak számszerű értékeket, hanem fényképeket is lehet beküldeni, s ma már pompás képek találhatók a legkülönbözőbb időjárás-jelenségekről az egyes honlapokon.



4. ábra. Amatőr megfigyelésekre alapozott magánmeteorológiai szolgáltató (<http://www.idokep.hu/szel>), ahol az észlelési adatra kattintva olvasható a szolgáltató neve és elérhetősége

Meteorológiai biztosítás nem nemzeti alapon. Az összeállításnak nem célja a magánmeteorológiai szolgáltatók teljesítményének, szakmai megalapozottságának értékelése. Tényszerűen meg kell állapítani, hogy a meteorológiai szolgáltatás, legalábbis annak egy része jól piacositható, ezért ma már Magyarországon is szép számmal vannak magánmeteorológiai cégek. A teljesség igénye nélkül felsorolunk néhány magánmeteorológiai céget:

Arkón Zrt. Köpönyeg, <http://www.koponyeg.hu>

Dávid Mihály – a magyar magánmeteorológusok ősatyja – 1976 óta

Envincent Környezetvédelmi Tanácsadó Iroda,

<http://www.env-in-cent.hu/>

Európai Meteorológiai Szolgálat, <http://www.eumet.hu>

ICI Interaktív Kommunikációs Zrt.,

<http://www.icicom.hu/>

Időkép, <http://www.idokep.hu>

KABALA-MÉDIA Kereskedelmi és Szolgáltató Bt.

Magyar Időjárás Hálózat,

<http://www.huweather.com/HUWN/signup.php>

Magyar Viharjelző Centrum – UBIMET GmbH, Bécs,

<http://www.viharcentrum.hu/hu/hu/>

MetTech Betéti Társaság, <http://www.mettech.hu/>

Meteoprog Ukrajna, <http://www.meteoprog.hu/hu/about>

MetNet – Amatőr Meteorológusok Egyesülete,

<http://www.metnet.hu/>

Ökomet Környezetvédelmi és Szolgáltató Kft.,

<http://www.meteoline.hu>

Az állami intézménnyel való esetleges konfliktus oka az, hogy a magáncégek semmilyen mértékben nem vesznek részt a meteorológiai infrastruktúra egyáltalán nem olcsó fenntartásában, ugyanakkor szabad (ingyenes) adathozzáférésre tartanak igényt, illetve mint szolgáltató (díjbiszéző) szervezet jelennek meg ott, ahol a nemzeti szolgálat is kénytelen díjfizetés ellenében szolgáltatást nyújtani. Az Egyesült Államok ezzel kapcsolatos politikája markánsan eltér az európai gyakorlattól, ahol az egyes államok inkább



5. ábra

Riasztási térkép egy magánmeteorológiai cég honlapján

a nemzeti szolgálatok piaci bevételeit várják el, miközben következetesen kívánják alkalmazni az *Aarhusi-egyezmény* alapelveit, ami szerint a környezeti adatok szabadon (és díjmentesen) hozzáférhetők.

Új elem a meteorológiai szolgáltatásokban. A Meteorológiai Világszervezet alkalmazkodva a változó kihívásokhoz és feladatokhoz, egy új átfogó szolgáltatási rendszer kiépítésébe kezdett. 2012 tavaszán meghirdette az új programját, az *éghajlati szolgáltatások globális keretrendszerét* („Global Framework For Climate Services” – a *GFCS*).

A *keretrendszer* célja az éghajlati változásokhoz való jobb alkalmazkodás és az éghajlatváltozás okozta kockázatok jobb kezelésének elősegítése. Ezzel a kezdeményezéssel a WMO szakított eddigi elsősorban alulról irányuló kezdeményezéseken alapuló politikáján, s talán ez a legjobb kifejezés rá, saját kezébe vette a kezdeményezést. Természetesen ez a kezdeményezés sem független a nemzeti szolgáltatóktól. Kérdés, hogy ezt mennyire tudják és akarják magukévé tenni az egyes nemzeti szolgáltatók.

A *GFCS* rövid távú kiemelt területei a mezőgazdaság, egészségügy, vízügy, és a természeti katasztrófák kockázatának csökkentése, de egyéb területeken is előnyös lehet a használata. A keretrendszer lehetőséget biztosít, hogy a különböző érdekelt felek, a kormányzatok, döntéshozók, tudományos körök, a környezetvédelem, turizmus és a magánszféra együttműködjenek annak érdekében, hogy a

meteorológiai biztosítás, amit ebben az esetben nevezhetnénk klimatológiai biztosításnak is, szolgálja a közjót.

A megvalósítási tervet az *Executive Council* – EC (Végrehajtó Bizottság) dolgozta ki. Ennek értelmében 2012. április közepén kapták meg a tagállamok a megvalósítási terv és a szervezeti-irányítási rendszertervezet szövegét. A Meteorológiai Világszervezet olyan nagy jelentőséget tulajdonított ennek a programnak, hogy külön erre a témára rendkívüli közgyűlést hívott össze 2012 októberére. Rendkívüli kongresszusra még nem volt példa a Világszervezet történetében.

A WMO elképzelései szerint a kormányok közvetlenül vesznek részt a folyamatban, minden szinten, miközben a társadalmi szervezeteknek is aktív szerepet kíván biztosítani. A tervezett Kormányközi Testület külön jogi személyként működne a WMO keretein belül, melynek munkáját a Titkárság segíti. A tervezett Irányító Csoport iránymutatási feladatot lát el és különböző szakbizottságok segítik a munkájában. A létrehozandó Tanácsadó Bizottság egy hálózathoz hasonlóan lehetőséget biztosít az ENSZ hivatalainak és egyéb szervezeteknek az ismeret-cserére és a folyamatban való részvételre.

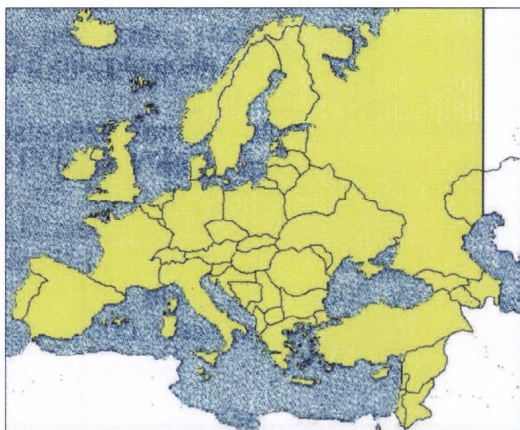
Megvizsgálva a tervezetet elmondható, hogy ez valahol a globalizáció szellemében tervezett, nemzetek és nemzeti szolgálatok felett elképzelt szolgáltató szervezet lenne, amely akarva, vagy akaratlanul csökkenti a nemzeti intézmények szerepét a meteorológiai szolgáltatásokban.

Összefoglalás. Elsősorban a Meteorológiai Világszervezet állásfoglalása alapján próbáltuk megfogalmazni a nemzeti meteorológiai szolgálat szerepét a közjó szolgálatában. A feladatok és elvárások folyamatosan változnak és változni fognak a társadalmi elvárás, a tudomány fejlődése, a finanszírozási lehetőség változásának függvényeként. Nincs és nem is lehet hosszú távra rögzített szerep. Maga a biztosítási igény is változik, s ennek az igénynek megfelelően kell időről időre újra értékelni a nemzeti szolgálat szerepét. Írásunkban a XXI. század első évtizedeiben rögzíthető elvárásokat próbáltuk vázolni. A legfontosabb szerep, a legfontosabb elvárás az élet- és vagyonvédelem biztosítása meteorológiai szempontból. Ennek az elvárásnak a nemzeti szolgálatok saját nemzeti hagyományuknak megfelelően próbálnak eleget tenni. A magyar szolgálat sajátos, de a

különböző európai, európai unió belüli gyakorlattól nem túlságosan eltérő módon próbál immár 144 éve eleget tenni az ilyen irányú elvárásoknak. Tevékenysége többé-kevésbé modellezi a Meteorológia Világszervezet ajánlásait. Aki nagyjából ismeri a magyar szolgálat (szolgálatok) helyzetét, az egyúttal képet kaphat a többi szolgálat munkájáról és a WMO ajánlásokról, elvárásokról is. Természetesen a tevékenység összes elemére, annak emberi, szakmai és finanszírozási hátterére nem térhettünk ki. Aki részletesebb ismereteket kíván szerezni, annak nemzetközi vonatkozásban elsősorban a WMO különböző kiadványait ajánljuk, amelyek a kezdetektől megtalálhatók a magyar nemzeti szolgálat nyilvános könyvtárában (Budapest Kistaiba Pál utca 1.), az újabbak pedig a Világszervezet honlapján (www.wmo.int). Hazai vonatkozásban pedig az Országos Meteorológiai Szolgálat kiadványaira, első közelítésben a kétéves beszámolókra hívjuk fel az érdeklődők figyelmét.

Irodalom

- BK., 1870: Budapesti Közlöny 100. szám (1870.V.3), 1790-1791
- Davies, A., 1990: Forty years of progress and achievement. A historical review of WMO. WMO-No. 721, Geneva, pp.204
- Dunkel, Z., 1991: Meteorológiai múzeum? Meteorológiai múzeum! *Légkör* 35(3), 25-26
- Dunkel, Z., 1998: Országos Meteorológiai Szolgálat (in Rákóczi, F.: *Életerünk a légkör*, Mundus Kiadó), 263-294
- FMI, 2008: Strengthening the hydrometeorological services in South Eastern Europe: South Eastern Europe disaster risk mitigation and adaptation programme, WB, WMO ISDR, <http://www.preventionweb.net/english/professional/publications/v.php?id=7650>
- Frei, Th., 2009: Economic and social benefits of meteorology and climatology in Switzerland. Meteorol. Appl. (www.interscience.wiley.com) DOI: 10.1002/met.156 http://www.honvedelem.hu/szervezet/mh_geosz <http://www.idokep.hu/szel>
- Kootval, H. (ed.), 1999: Public Weather Services in Focus. The state of WMO Members' national public services programme. WMO-TD-No. 974, Geneva, pp.36
- Kosztolányi, D., 1956: Aranyáskány, pp. 308, Magvető Kiadó Budapest
- Mészáros E., 2006: Ókori meteorológia: ahogy Arisztotelész gondolta. *Magyar Tudomány*, 2006(2), 197-199
- Miniszeri rendelet, 1992: A 12/1992. (IV. 23.) KTM rendelet az Országos Meteorológiai Szolgálat, valamint elnöke feladat és hatásköréről.
- Obasi, G.O.P.(ed.), 2003: A Decade of Progress, The World Meteorological Organization in the 1990s and the New Century, WMO-No. 956, Geneva, pp.228
- Vergilius, P.M. 1967: Georgica (in Vergilius összes művei 311-334), Magyar Helikon Budapest
- WB, 2006: Weather and Climate Services in Europe and Central Asia. A Regional Review. World Bank Paper N° 151
- WMO, 2007: Cg-XVI/Doc 11.7. Genf, Kézirat
- Weiss, P., 2002: Borders in Cyberspace: Conflicting Public Sector Information Policies and their Economic Impacts. http://www.primet.org/facts-and-guidance-mainmenu-31/94-borders-in-cyberspace-conflicting-public-sector-information-policies-and-their-economic-impacts#_ftn12
- Szerkesztői Üzenet, 2011: Short update of New Developments and Applications in NMHHs. The European Forecaster, Newsletter of WGEF, N°16, 7.
- Varga, M., 2013: Konkoly-Thege Miklós. *Légkör* 58, 43
- Tóth, R., Baranka, Gy. és Bozó, L., 2013: 60 éves a Marcell György Főobszervatórium. *Légkör* 58, 4-16



6.ábra A Meteorológiai Világszervezet (WMO) VI. Regionális Szervezetének (RA VI) tagállamai

HAZAI METEOROLÓGUSOK LÉTSZÁMA

SOME NUMBERS ON THE HUNGARIAN METEOROLOGICAL COMMUNITY

Major György

major.gy@met.hu

Összefoglalás. Bemutatásra kerül a magyar meteorológusok létszámának változása 1950-től 2013 januárjáig, valamint ez utóbbi időpontban a szakmai közösség különböző csoportjainak felmért vagy becsült lélekszáma.

Abstract. In this short overview the changes in the size of the Hungarian meteorological community since 1950 till January 2013 are shown. Moreover the recent numbers of the members of different groups in this community are presented.

Előzmények. 1993 márciusában összeállítottam egy néhány oldalas anyagot „Tények a magyar meteorológiai kutatásról” címmel. A címtől eltérően a hangsúly azon volt, hogy 1990-től 1992-ig a meteorológus „szakdiplomások”-nak nevezettek létszáma drasztikusan csökkent, erre a csökkenésre kívántam felhívni a figyelmet. Szakdiplomásnak neveztem azokat, akiknek az oklevele meteorológus, az oklevele nem meteorológus, de meteorológusi munkát végeznek vagy meteorológiát oktatnak.

Az anyag akkor KODEX szövegszerkesztővel készült. Az első táblázatból egy példány a kezembe akadt mostanában és úgy gondoltam, hogy két évtized elteltével tanulságos lenne szemügyre venni a mostani helyzetet. Az akkori táblázat eredeti formájában látható az itteni 1. táblázatként. A benne szereplő adatok, (kivéve a zárójelben lévő) emlékezetem szerint teljesen megbízhatók, az akkori dolgozó állományban lévő kollégák számát mutatják.

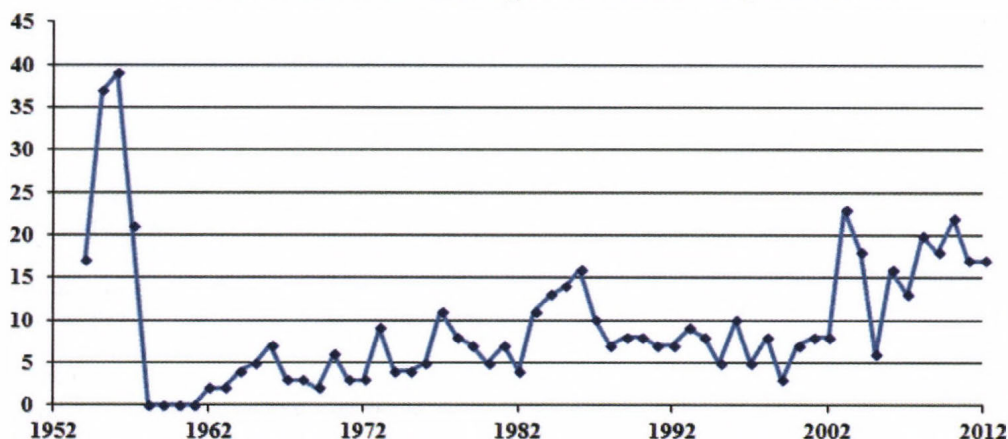
1. táblázat
Szervezetek, létszámok, minősítettek

Szervezet	Meteorológiai tevékenység kezdete	Szakdiplomások létszáma						Minősítettek száma
		1950	1960	1970	1980	1990	1992	1993.03.
Országos Meteorológiai Szolgálat	1870	(44)	116	123	217	204	102	13
KLTE Meteorológia. Tanszék	1934	7	3	3	3	3	4	2
ELTE Meteorológiai Tanszék	1945	5	6	6	9	8	8	4
Magyar Honvédség	1951		2	6	6	12	12	1
ORFI	1951		2	2	2	2	2	1
JATE Éghajlati Tanszék	1952		3	4	5	4	5	1
GATE Vízgazdálkodási Tanszék	1954		3	3	2	3	3	1
VITUKI	1956		1	3	3	1	1	
KE Agrometeorológiai és Vízgazdálkodási Tsz.	1963			2	2	2	2	
ELTE Regionális Földrajzi Tanszék	1964			1	1	1	1	1
DATE Agrometeorológia & Agrofiz. Tanszék	1967			2	4	4	4	1
Szombathely Tanárképző Főiskola	1982					1	1	1
Pécsváradi Mezőgazdasági Szakmunkásképző	1986					1	1	1
Keszthely Agrártudományi Egyetem	1988					1	1	1
Pécs NEFELA Társaság	1991						3	1
Környezetvédelmi és Területfejlesztési Min.	1991						2	1
Miniszterelnöki Hivatal	1992						1	1
Veszprémi Egyetem	1992						2	1
Mosonmagyaróvár Agrártudományi Egyetem	1992						1	1
Repülőtéri Meteorológiai Szolgálat	1992						2	

Az utolsó oszlopban a minősítettek száma található. A tudományos minősítésről van szó, amelyre 1993 márciusában még a régi szabályok voltak érvényesek, tehát minősítetteknek számítottak a kandidátusok, tudományok doktora és az akadémikusok. A nyugdíjasokat is beszámítva, akkor volt 37 kandidátus, 8 nagydoktor és 2 aka-

tóbbi kandidátus és PhD. (Első megjegyzés: az akadémiai adatbázisokban a doktorok száma ennél kevesebb, az egyikben 8, a másikban 11. Második megjegyzés: mivel nem minden jogosult jelentkezett be a köztestületbe, az összes jogosult száma ≈ 90 . Harmadik megjegyzés: a köztestületi tagok között a nyugdíjasok is szerepelnek)

Az évente kiadott meteorológus oklevelek száma, 1954 - 2012



2. ábra. Az ELTE Meteorológiai Tanszékének honlapjáról vett adatokból az oklevelek száma.

démikus a meteorológia szakterületén, tehát 31 aktív és 16 visszavonult minősítettel büszkélkedhettünk.

Abban az évben később jelent meg az újabb felsőoktatási törvény és az akadémiai törvény, amelyek szerint az országban egyedüli tudományos fokozat az egyetemeken által adományozott PhD, a korábbi fokozatok címnek nevezve megmaradnak, de új kandidátusi eljárás nem indulhat, a nagydoktori cím továbbra is megszerezhető, a Magyar Tudományos Akadémia (MTA) köztestületé alakul, amely köztestületnek tagja lesz az akadémikusok mellett minden olyan címmel és fokozattal bíró egyén, aki bejelentkezik a köztestületbe. Jelenleg az MTA Meteorológiai Tudományos Bizottságához tartozó köztestületi tagok száma 78, ebből akadémikus 4, akadémiai doktor 15, a

Itt mondok köszönetet annak a néhányszor tíz kollégának, aki számadataival segítette az alábbi összeállítás elkészítését.

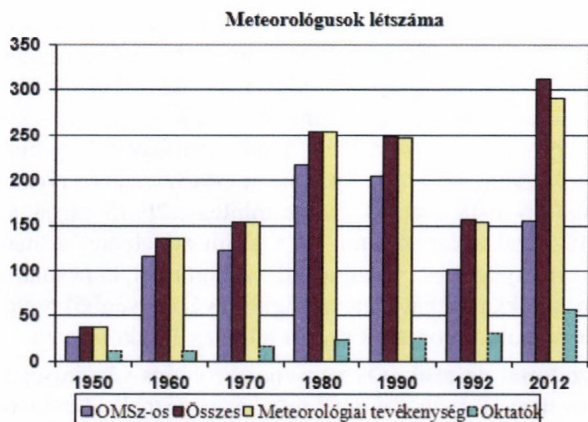
Az aktív meteorológusok. Aktívként veszem számításba azokat a szakdiplomásokat, akik jövedelemhez, fizetéshez, ösztöndíjhoz jutnak, bármilyen munkát végezzenek

2.1 táblázat. Állami alkalmazottak

Hivatali szervezet	Létszám
Országos Meteorológiai Szolgálat	≈ 155
Honvédség	30
OMSz-t felügyelő minisztérium	1
Más minisztériumok	1
LRI	6
Regional Environment. Center (REC)	1
Környezetvédelmi felügyelőségek	2
Vízügyi igazgatóságok	3
Országos Vízügyi Felügyelőség (OVF)	3
Önkormányzat	1
Összesen:	203

is 2013 januárjában. A létszámokat a 2.1, 2.2 és 2.3 táblázatok mutatják, a számokban minden igyekezetem ellenére, lehetnek pontatlanok is.

A három táblázatot összesítve elmondhatjuk, hogy 2013 januárjában Magyarországon mintegy 312 ember szerez jövedelmet meteorológus oklevéllel, illetve meteorológus tevékenységből. Ha szigorúan csak a meteorológus tevékenységet vesszük számításba, akkor ez a szám ≈ 290 -re csökken. Az időbeli változást az 1. ábra mutatja



1. ábra. Meteorológus oklevéllel, illetve meteorológus tevékenységet végző, dolgozók létszáma.

2.2 táblázat

Felsőoktatásban dolgozók

Jelölés: 4 teljes állású, 2 félállású, 3 PhD hallgató: 4-2-3

Egyetemek, főiskolák, tanszékek	Létszám
ELTE Meteorológia Tanszék	10-2-4
ELTE más tanszékek	1-0-2
BME	5-0-1
Budapesti Corvinus Egyetem	4-0-1
Debrecen	5-0-0
Nyíregyháza	1-0-0
Nemzeti Közszerológiai Egyetem.	3-0-0
Szeged	4-0-4
Pécs	1-1-2
Gödöllő	4-1-0
Veszprém	7-0-4
Keszthely	2-0-5
Mosonmagyaróvár	1-0-0
Sopron	2-0-1
Szombathely	1-0-0
Eger	2-0-0
Összesen:	53-4-24
	81

Az ábráról leolvasható, hogy a meteorológusnak tekintendő diplomások száma soha ekkora nem volt az országban, ugyanez érvényes azokra, akik tényleges meteorológiai tevékenységet végeznek. Az OMSZ meteorológusainak száma is növekedett 1992-től kezdve, miközben a Szolgálatnál dolgozó észlelők és technikusok száma jelentősen csökkent, így az OMSZ létszáma csökkent. Meg kell említeni, hogy az utóbbi két évtizedben kialakult az amatőr meteorológusok közössége is (METNET, mintegy 1000 fővel). Közöttük sokféle iskolai végzettségű kolléga (meteorológus is) megtalálható és szakmaszeretettől végzik tevékenységüket.

Ugyancsak megemlítendő, hogy magyar meteorológus

2.3 táblázat. Magáncégek

Cég neve	Létszám
ICI Interaktív Kommunikációs Zrt	6
IDŐKÉP	3
NEFELA	1
Levegőkörnyezet Gazdálkodási Szaktanácsadó Bt.	3
Európai Meteorológiai Szolgálat	3
MetTech	5
BOREAS	6
Köponyeg	1
Esőtánc	0
Összesen:	28

oklevéllel dolgoznak kollégáink az Egyesült Államokban, Angliában, Spanyolországban, Németországban és lehet, hogy még más országokban is. Pontos számukat nem sikerült megállapítani, de legalább 20-an vannak.

Pályaelhagyók. Pályaelhagyónak tekintem azokat, akiknek meteorológus oklevelük van és legfeljebb 3 évig dolgoztak meteorológiai feladatokon (itt van némi ellentmondás azzal, hogy kit tekintek meteorológusnak). Pályaelhagyás történhet önként, saját elhatározásból, vagy kényszerből, azaz amikor diplomás meteorológus kénytelen egészen más szakterületen munkát vállalni. Ez utóbbi helyzet áll elő, ha a meteorológus oklevelek száma nagyobb, mint a betölthető meteorológus munkahelyek száma.

Az 1. táblázat és a 2. ábra összevetéséből nyilvánvaló, hogy jelentős kényszeres pályaelhagyás 1950 és 1960 között, valamint 1990 után történt. 1960-ig 114 oklevelű meteorológus hagyta el az egyetemet, miközben a foglalkoztatottak száma 56-ról 136-ra növekedett, tehát 34 ember vészett el a hazai meteorológia számára, ugyanis tudomásom szerint közülük 1960 után már senki nem lépett be meteorológusi munkakörbe. A pályaelhagyónak mutatózó 34-es szám csökkenthető, ha figyelembe vesszük, hogy néhányan külföldre távoztak és ugyancsak néhányan az 1950-ben dolgozók közül kikerültek a munkából. Végeredményben úgy becsülhető, hogy akkor mintegy 25 fő kényszerből nem léphetett meteorológusi pályára.

1960 és 1990 között a magyar tudomány jelentős extenzív fejlődésen ment keresztül, ennek megfelelően minden meteorológiát végzett, ha akart, elhelyezkedhetett meteorológusként. Nem mindenki tett így, ismeretes jó néhány önkéntes pályaelhagyó. Néhány meteorológus pedig külföldre távozott.

Az 1990 utáni létszámcsökkenés a foglalkoztatottak körében és a növekvő végzős szám együttes következményeként (itt nem részletezett számolás alapján) úgy becsüljük, hogy mintegy 50 fő pályaelhagyónk van jelenleg, aki nem kerülhetett meteorológusi munkakörbe.

Nyugdíjasok. Az egyszerűség kedvéért feltehető, hogy az 1970-ben és előtte oklevelet szerzett meteorológusok (számuk 148) mind nyugdíjba mentek. Ez a szám növekvő azon nyugdíjasokkal, akik más oklevéllel jöttek a szakmába, valamint csökkentendő azok számával, akik végleg eltávoztak közülünk. Ezek számbavételére nem vállalkoztam, azt viszont tudom az OMSZ szakszervezeti nyugdíjas lista alapján, hogy mintegy 70 fő tartja az OMSZ-szal a kapcsolatot. Ez a szám növekvő a más-más nyugdíjba vonultakkal, valamint a kapcsolatot nem tartókkal, tehát meteorológiai tevékenységből nyugdíjba vonult diplomások száma jelenleg 100 körül van.

A szakmát érintők. Ők nem meteorológus végzettségűek és nem is meteorológusi munkát végeznek. A meteorológus szakmát elsősorban az éghajlat kapcsán érintik. Az éghajlat az emberi tevékenységi területek többségével kapcsolatban van, ennek megfelelően az éghajlattudó-

mány a többi tudományterület többségével lazábban vagy szorosabban kapcsolódik. Ezért Magyarországon van körülbelül 100 olyan kutató, aki nem meteorológiai szakterületet művel (néhányan magas tudományos kvalifikációval és magas pozícióban), viszont munkásságában érinti az éghajlat múltját, jelenét és jövőjét, ezeknek meteorológiai vonatkozásaival együtt.

Ha meggondoljuk, hogy hazánkban 20000-nél több olyan ember dolgozik, akik munkakörének alapvető eleme a kutatás, akkor ez a 100-as szám inkább alacsonynak, mint magasnak mondható. (Pl.: a Magyar Meteorológiai

Társaság által 40 év alattiaknak 2008-ban kiírt éghajlati pályázatra 14 nem-meteorológusi pályamű érkezett.)

A környezetvédő civil mozgalmak szakértői közül, a téma természetéből adódóan, sokan nyilatkoznak a levegőszennyezettség kérdéseiről, valamint az éghajlat tendenciáiról. A szakmánkat érintő kérdésekben rendszeresen megnyilvánulók száma 25 – 30 körülire tehető.

Az államigazgatás felső szintjein 12 fő dolgozik a klímapolitika kérdéskörén, 5 fő a levegőszennyezettség területén, valamint 1 fő ez utóbbi szakterületen a Központi Statisztikai Hivatalban.

TŐKEI LÁSZLÓ TEMETÉSÉN TÖRÖKBÁLINTON 2013. MÁRCIUS 11-ÉN ELHANGZOTT BÚCSÚZTATÓ

Tisztelt Gyászolók! Kedves Kollégák, Barátok, Ismerősök!
Krisztusban kedves Testvéreim!

Búcsúzni jöttünk, elköszönni és köszönetünket kifejezni. A búcsú mindig szomorú és megrendítő, annál is, inkább mert szinte tegnap volt, hogy hanyatló erejét megfeszítve még közöttünk járt, tette a dolgát, terveket szőtt, feladatokat adott és kérte számon az eredményt. Az utolsó feladatáról, felkérésről én már csak itt számolhatok be. Tanár Ur! Sikerült helyet találni a külföldi gyakorlatra készülő hallgatóknak. A legősbibb magyar beszédet idézve mondhatjuk: „*Látjátok, feleim szem'ekkel, mik vagyunk, Por és hamu vagyunk, Emlékeink szétesnek, mint a régi szövetek. Össze tudod még rakni a Margitszigetet?...*” (Márai Sándor: Halotti beszéd).

Tőkei László barátom volt, s talán hihetetlen, a tanítványom is, legalábbis annyira, hogy én voltam a szakdolgozati témavezetője. Két évvel utánam szerzett meteorológus diplomát. Hihetetlen, hogy a tanítványom volt, mert a természet rendje szerint nem nekem kellene őt búcsúztatni. De az élet már csak ilyen: „*Elhagynak, akiket szerettünk, elhagyjuk, akik szeretnek.*” (Kosztolányi Dezső: Elégia). Ezt nem gondoltam volna, amikor egy hallgatói cseregyakorlat keretében együtt ismerkedtünk a szovjet meteorológia rejtelmeivel Leningrádban, segítettél nekem a szélcsatorna-mérésekben Debrecenben, vagy amikor én segítettem Neked a terepgyakorlaton ráncba szedni a hallgatókat Szigetcsépen. S akkor se hittem, amikor utolsó közös vizsgáztatásunk után januárban kórházba kerültél. Egyszerűen nem hiszem! Ez Veled, velünk nem történhet meg! S most azt kérdezem: „*hol vagy, te nagy. Nem vagy sehol, de vagy, de vagy. Valami rejt, valami zár, Mi ez a csönd?*” (Kosztolányi Dezső: Kiáltás) Mennyit beszélgettünk közös dolgainkról, a szakmáról, magánéletéről, politikáról. Hogyan lehetne jobban csinálni a világ dolgait, de legalábbis közös dolgainkat? Vitakoztunk. Az agrometeorológiáról alkotott véleményed és elképzelésed meglehetősen konzervatív volt. Bocsáss meg, de ezt el kell mondanom! Sokszor nem értettünk egyet, például a *Szász-Tőkei: Agrometeorológia* című tankönyv írása, szerkesztése közben. Nem voltál mereven elutasító, így utat engedted más szakmai megközelítéseknek is. Büszke vagyok rá, hogy részese, közreműködője lehettem a nagy műnek. Ezt nem tagadhatom. Hálás vagyok most is a lehetőségért. Erre mit mondanál? Talán rám hagynád vagy tiltakoznál, nem tudom. De azt igen, hogy elővonnád egy cigarettát, elengednéd a füstkarikákat, s mondanád: „*Zolikám, nincs igazad.*”

Mennyi mindenért tartozom Neked köszönettel. Amikor Te végeztél, akkor úgy alakult, hogy nekem is állás után kellett nézmem. Neked ajánlottak egy helyet a Meteorológiai Szolgálatnál, ami helyett Te inkább a Kertészeti Egyetemet választottad. Első és utolsó munkahelyed volt. Amit nekem ajánlottál, akkor jobb híján ímmel-ámmal elfogadtam. Aztán én is ott ragadtam. Talán nem volt rossz választás. Ezért is köszönet jár Neked. Aztán később is, amikor meghívtál óraadódnak a tanszékedre. Nemcsak lehetőséget adtál arra, hogy kiállhassam a katedrára, hanem egy válságos munkahelyi helyzetben megsegítettél, önbizalmat adtál. És még mennyi másról kellene szólnom! Az együtt lebonyolított költözésekről, a közös festésekről és mázolásokról. Amikor óva intettél arra, hogy ne álljak az ablakpárkányra, mert még leesem. Egy barátság számos emlékébe, közös hordalékába ez is beletartozik. Jó visszaemlékezni rá, s szomorú, nagyon szomorú összeszámolni azt. Nem restellem, hogy mindent már nem tudok felsorolni, az emlékezet már kihagy, hisz egy emberöltőn keresztül mennyi mindent csináltunk együtt. Ez most véget ért. Mennyivel jobb lett volna ezeket elsorolni egy pohár bor mellett, nyugdíjas éveinkben. Lacikám, lehejtél volna udvariasabb, s az utolsó ajtón nem beszaladni az idősebb előtti!

Elhagytál engem, minket, de nem vagy egyedül. Ismerősök vesznek körül, rokonok, barátok, sok-sok tanítvány, s Te is velünk vagy, ha testben már nem, de lélekben, műveidben, átadott gondolataidban igen. Búcsúzni jöttünk, elköszönni és köszönetünket kifejezni. A hivatalos búcsúztató elsorolta egyetemi érdemeidet.

Egy dologban talán engem illet a jog a hivatalos búcsúztatásban. Tőkei László nemcsak a kertészek közösségének volt tagja, mint okleveles kertész, mint az egyetem oktatója, hanem egy másik szakmának, sőt először annak, a meteorológusokénak. Most, nemcsak mint barát búcsúzom Tőled, hanem szakmai közösségünk, a Magyar Meteorológiai Társaság nevében is, a meteorológustól, aki sokat tett első választott hivatásáért, mint oktató, aki generációkat ismertetett meg szakmánk alapjaival, népszerűsítette közöttük a légkörön tudományát.

„*Akárki is volt ő, de fény volt, de hő volt. Mindenki tudta és hirdette: ő volt. Ahogy szerette ezt vagy azt az ételt. Ahogy mondta nemrég: ...fiacskám valamit ennék.*” (Kosztolányi Dezső: Halotti beszéd). Többet már nem szól, megpihent. S nekünk maradt az elköszönés joga és kötelessége, a búcsúzás.

„*Jézusomnak szívén megnyugodni jó*” – mondja ősi egyházi énekünk – „*elmerülni benne csendes tiszta tó. Földi bútól, bajtól Szíved enyhülést ad. Tenálad lelkiünk megpihen, ki sírva sirt vigad.*”

Hisszük, hogy tested, lelked már enyhülést nyert. A mi szívünknek is vigasztalást kell nyerni, hiszen eltávozásod számunkra meg-rázó felfoghatatlan és hihetetlen.

Kedves Öreg Barátom! Kedves Laci! Amíg élünk, emléked szívünkben él! Isten Veled! Pihenj, aludj békében!

A 2012. ÉVI BALATONI ÉS VELENCEI-TAVI VIHARJELZÉSI SZEZONRÓL

ABOUT THE STORM WARNING SEASON OF 2012 AT THE LAKE BALATON AND VELENCE

Zsikla Ágota

Országos Meteorológiai Szolgálat Viharelőrejelző Observatórium, 8600 Siófok, Vitorlás utca 17. zsikla.a@met.hu

Összefoglalás. Az Országos Meteorológiai Szolgálat minden évben viharjelző szolgálatot lát el a Balatonon és a Velencei-tavon a vízen tartózkodók biztonsága érdekében. A viharjelzési szezon 2005 óta két hónappal hosszabb ideig: április 1-je és október 30-a között tart. Az alábbi cikkben a 2012-es viharjelzési szezon időjárási eseményeit és kiadott viharjelzéseit tekintjük át.

Abstract. At the Lake Balaton and Velence there is a storm warning service operated by the Hungarian Meteorological Service. The storm warning service is responsible for the safety of people at both lakes: If strong or stormy wind expected, storm warnings are issued on first or second level. The duration of the storm warning season is seven months: from 1st April until 30th October. This paper is about the eventful weather of season in 2012 and about the length of warning periods.

Bevezetés. 2012. október végével a 78. viharjelzési szezon zárult le a Balatonnál és a Velencei-tónál. Összességében átlagosan szeles, száraz, de erős viharokban gazdag időszak áll mögöttünk.

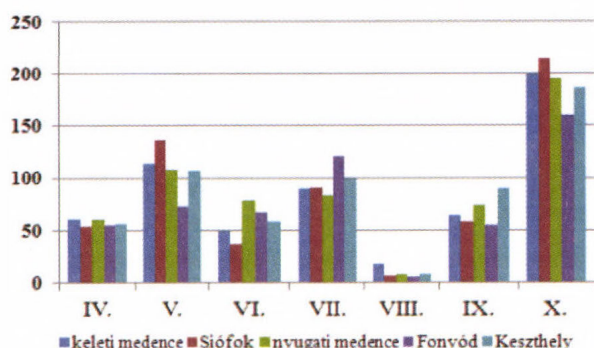
Hosszabb tervezési időszak után 2012-ben bevezetésre került a Balaton viharjelzési szempontból történő három medencére bontása; a Keszthely-Badacsony közötti nyugati, a Badacsony-Tihany közötti középső és a Tihanytól keletre eső keleti medencére. A három medencére bontással a cél a viharjelzések fenntartásának csökkenése volt, mivel így a várhatóan csak kisebb területre kiterjedő

Fonyód szoros nem annyira nyilvánvaló választóvonal, mint a keleti medence esetében a Tihanyi-félsziget

Új feladatként adódott még 2012-ben, hogy az OMSZ a Tisza-tónál is hét hónapon át tartotta fenn a tavi viharjelző szolgálatot. Ennek ellátásában a Repülésmeteorológiai és Veszélyjelző Osztály (RVO) munkatársai is nagy számban vettek részt, de legnagyobb részében a Miskolci Regionális Központ munkatársai végezték ezt a feladatot, akik évközben szervezetileg is átkerültek az RVO-ra. A viharjelzések kiadásához szükséges műszaki fejlesztéseket és a működési feltételeket a Rádiós Segélyhívó és Infokommunikációs Országos Egyesület (RSOE) munkatársai biztosították.

A viharjelzési szezon időjárásának főbb jellemzői. 2012-ben az erős viharos (90 km/ó, vagy azt meghaladó szélsősebesség) napok száma most is magas, összesen 14 lett a viharjelzési szezon 7 hónapja alatt. Augusztus kivételével minden hónapban legalább egyszer, de májusban 4, júliusban és októberben pedig 3 napon fordult elő erős vihar a Balatonnál.

Szélsősebesség tekintetében a mért legmagasabb érték az idén októberben fordult elő. Hetedikén egy hidegfront átvonulása alkalmával a vihar Balatonörszödnél elérte a 118 km/ó sebességet. Alig volt gyengébb a következő két mért szélsőmaximum; a júliusi viharok közül a Balatonmáriafürdőnél elért 115 km/ó (július 24.), a májusiak közül a balatonfüredi 111 km/ó (május 13.) volt a legnagyobb. Az időjárási helyzetek szerint több csoportba sorolhatjuk ezeket a viharokat. Közülük három napon (IV. 7., X. 27. és X. 28-án) a Balaton térsége mediterrán ciklon hátoldára kerülve a szél fokozatos erősödését követően haladta meg a 90 km/h sebességet. Másik három eset (V. 16., VI. 16., IX. 19.) hidegfront átvonulást követően tartósabban beinduló hidegadvekción és megnövekvő posztfrontális légnyomás különbség hatására jött létre. A



1. ábra. A havi csapadékösszegek alakulása a sokévi átlagok százalékában (1961-1990) a Balatonnál 2012-ben.

szélerősödés miatt nem kell az egész Tihanytól nyugatra eső medencére jelzést módosítani. A részletesebb felbontásból adódó új lehetőség az időjárási helyzetek mindegyikében természetesen nem alkalmazható, de így is többször tudtunk élni a bontás lehetőségével, és ezáltal mérhetően csökkent a nyugati részen a viharjelzések fenntartási ideje. A nagy nyugati medence két részre bontásának talán kevésbé jó oldala, hogy a Badacsony-

következő három esetben már inkább a front átvonulását követően előrenyomuló anticiklon okozott erős vihart (V.12., V. 13., V. 17.). A konvektív csapadékkal, zivatarral kapcsolatos viharok a nyári hónapokban ugyancsak megjelentek (VI. 22., VII. 11., 24, 29.), illetve még részben ide is sorolhatjuk az október hetedikéi vihart, amikor a gyorsmozgású hidegfronton záporok, zivatarok alakultak ki.

füredi szélmérő automatát az OMSZ MFO munkatársai június 19-én áthelyezték a Vitorlás kikötő mólójára, inentől a mérések már a szabványos, 10 m körüli magasságból érkeznek.

Megtapasztalhattuk, hogy az idei szezon is az **átlagosnál melegebbekhez** tartozott. Átlaghőmérséklete 1,3-2,2 °C fokkal haladta meg a hasonló időszak sokévi átlagát (1961-1990). Az 1986-2010 közötti 15 év napi 24 méré-



1. kép. 2012. 07. 29. 17-18 óra között. Hosszan előrenyúló mammatus felhők a nyugati medencében fejlődő szupercella üllője alatt.
Horváth Ákos felvétele

A havi átlagos szélsőbesség júniusban mindkét medencében alacsonyabb, áprilisban és szeptemberben mindkét medencében magasabb lett a sokévi átlagnál, míg a többi hónap átlagosan szeles volt, vagy csak az egyik medencében volt eltérés az átlagostól. A hét hónap együttesen átlagosan szeles lett. A csapadékszegény szezonban a legtöbb zivatar júliusban fordult elő. Számuk ebben a hónapban több volt az átlagosnál és az első hat hónapban összesen előfordult zivataroknak több mint a harmadát (35-42%) tették ki. Júliusban volt a legtöbb kiadott viharjelzés, mely nagyjából a zivataroknak köszönhető. A szélmérésben is történt változás az év során: a több mint 30 m-es magasságban (Hotel Füred teteje) lévő balaton-

sének átlagához képest a melegedés már csak 0,9-1,3 °C. Siófokon 7, Keszthelyen 9 napon volt 35 fokot is elérő kánikula, míg a csapadékos 2010-es évben a Balatonnál egyetlen ilyen nap sem volt. A hosszú meleg nyárra jellemző volt, hogy már áprilisban és még szeptemberben is 1-2 napon a hőmérséklet elérte a 30 fokot és összességében a szezonban Siófokon 42, Keszthelyen 47 ilyen nap adódott. (Az elmúlt 50 évben ezzel összemérhető értékek csak a még melegebb 2003-as nyári idényben adódtak: Siófokon 43, Keszthelyen 49 nap. Összehasonlításképpen: az 1980-tól 2010-ig eltelt évekből számolva átlagosan Siófokon 16, Keszthelyen 19 napon érte el, vagy haladta meg a hőmérséklet a 30 fokot.) A legmelegebb nap 2012-

ben Siófokon július elsején volt, amikor 38,2 fokra emelkedett a hőmérséklet, Keszthelyen pedig augusztus 22-én, itt ekkor 37,4 fokra tetőzött a kánikula.

Az áprilistól szeptemberig terjedő hat hónapban a Balatonnál is folytatódott az **átlagosnál jóval szárazabb idő**. A hat havi csapadékösszeg mindössze a sokévi átlag kétharmadát ($66 \pm 2\%$) érte el. A tó nyugati és keleti területei egyaránt szárazak voltak. Az októberi csapadékosabb

szöntött be. Ebben a hónapban mindössze néhány napon esett csapadék és egy állomás kivételével havi összegben legfeljebb 5-6 mm-t mértek. Siófokon például július végétől szeptemberre áthúzódóan a majd másfél hónap alatt esett összesen 5,5 mm-nyi csapadék! A csapadékhány és az átlagosnál melegebb idő következtében a Balaton vízszintje az április elsejei már akkor is alacsony 82 centiméterről október 16-ra 44 cm-rel csökkent. Ezt követően a hónap végéig már 3 cm-t emelkedett.



2. kép: 2012. 07. 29. 18 óra után. Szupercella fal felhője a Tihanyi-felsziget előtt. Horváth Ákos felvétele

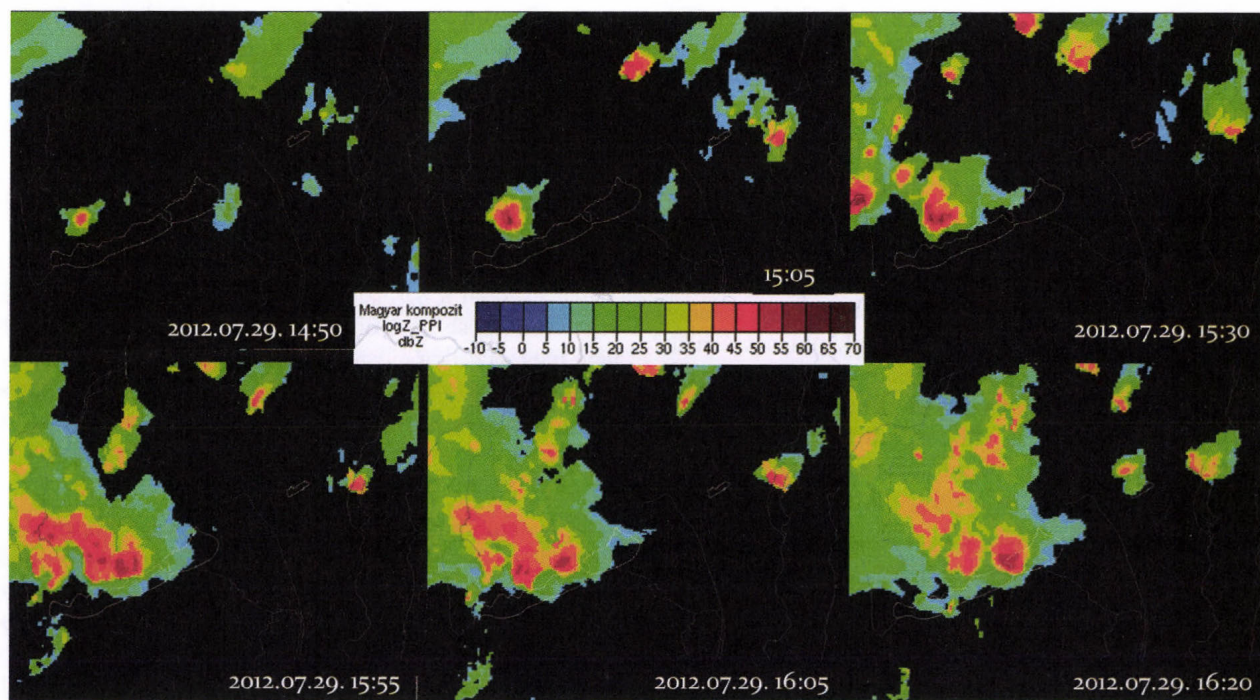
idő már csak az őszi vetéseken tudott segíteni, akkor a havi csapadékösszeg közel kétszerese hullott le (1. ábra), és ennek köszönhető, hogy a szezonális átlagos csapadékösszeg egyáltalán elérte a sokévi átlag 77-80%-át. Összehasonlításképpen, 2011-ben a sokévi átlagnak a tó nyugati területein 56, a keleti területein 62%-a hullott. Októberben kívül májusban esett még a sokévi területi átlagot meghaladó mennyiségű csapadék a Balaton térségében (átlagosan 110%). A következő viszonylag csapadékosabb hónap a július volt, amikor a havi csapadékösszeg az átlagos 80-90%-át érte el. Közben júniusban a keleti medence térségében már csak a sokévi átlag fele hullott. A nyár végén, augusztusban pedig igazi szárazság kö-

Néhány érdekesség a legnagyobb viharokról. Érdeklődésre tarthat számot a **2012. 07. 29-i** viharos nap, amikor egy szupercella a Balaton partján indult látványos fejlődésnek és itt okozta a legnagyobb szelket. Aznap a Skandináv-félsziget és a Német-Lengyel-síkság feletti centrummal többközpontú ciklon helyezkedett el, melynek hullámzó frontrendszere környezetünkben az Alpok, majd a Földközi-tenger nyugati medencéje fölött húzódott. A Kárpát-medence is a ciklon áramlási rendszerébe tartozott, felette labilis légrétegződésű levegő helyezkedett el.

A labilitás jellemzésére szolgálhat a konvektív hasznosítható potenciális energia (CAPE), melynek nagysága a

déli órákban az 1800 J/kg értéket is meghaladhatta. Ugyanakkor a függőleges légrétegződésben 2000 m alatti magasságban volt egy keskenyebb stabil réteg. A szélsébség 5-6 km magasságban érte el a 15-17 m/s-ot, alatta jellemzően csak 10-12 m/s erősségű délnyugati irányú szelek fújtak. A Dunántúlon aznap délelőtt és kora délután zavartalanul napos, illetve gyengén felhős idő volt élénk délnyugati széllel. A levegő hőmérséklete délutánra 30-33 fokra melegedett. Ebben az időben délnyugat felől az alsó légrétegekben meleg, 500 hPa-on pedig már az ittlévőnél 1 fokkal hidegebb levegő beáramlása volt

a Balatonhoz. Ezt jelezte a Sümegen északnyugatra fordult szél is (a talajközelsben a hidegfront ezt követően kb. 50 perc múlva utolérte a konvergencia vonalat). 17 óra körül a konvergencia vonal mentén Tapolca térségében indult gyors fejlődésnek egy zivatar. Ennek a zivatargóc-nak a fejlődése kísérhető most nyomon a 2. ábrán feltüntetett radarképek segítségével. A zivatar a nyugati medence közelében szupercellává fejlődött és látványosan vonult végig a Balaton teljes hosszában, sőt még Sárbo-gárd magasságában is jól megfigyelhető volt s csak a Duna vonalánál szűnt meg. Pályája mentén a mérőmű-



2. ábra: 2012. 07. 29. 14:50-16:20 UTC kompozit radarképek: szupercellás zivatar fejlődése a Balatonnál.

folyamatban. A Horvátország felől érkező meleg levegő már elegendő nedvességet is tartalmazott. Délután nem sokkal 15 óra előtt Baranya megyében meg is jelentek zivatarok, míg a Balatonnál az érkező nedvesebb levegőben alacsony szinten csak néhány laposabb gomolyfelhő tudott kialakulni. Tovább haladva a Bakony térsége azonban már kedvező feltételeket teremtett zivatarok kialakulásához (15:30-16:00 óra helyi időben), így ekkorra a Kab-hegyi és a tési automata állomás is jelzett csapadékot. Tésnél a közel 10 mm már egyértelműen zivatarból hullott. A nedves légtömegben a levegő feláramlását az időközben északnyugat felől a Bakonyhoz érkezett konvergencia vonal is támogatta, mely a hidegfront elé szaladt. A lassan közeledő konvergencia vonal mentén kialakult első zivatarok még a Balatontól a DNY-i magassági áramlással távolodtak illetve elhaltak. 17 óra körül azonban a konvergencia vonal már egész közel került

szerek által jelzett szélsébség egyedül Siófoknál haladta meg a 100 km/h-t (113 km/h). Jég is valószínű többfelé hullhatott, de a környező mérőállomások közül csak Tapolca, majd a Balatontól keletre Kisláng és Mátyásdomb jelentett jégesőt. Siófokon az Observatóriumtól kb. 1 km-re az éppen folyó futballmérkőzést kellett félbeszakítani a jégeső miatt. Az Observatóriumból sok látványos felvétel készülhetett ezen a délutánon, közülük kettőt tudunk bemutatni. Az 1. képen még a Tihanytól távolabb fejlődő zivatar hosszan előrenyúló üllője alatt mammatus felhőket láthatunk, míg a 2. felvételen a szupercella örvénylő falfelhője látható közel a Balaton felett.

A következő zivataros helyzetet is érdemes röviden megemlíteni. 2012. július 24.-én keleties légáramlás volt az uralkodó az ország felett az Ukrajna-Belorusz-Lengyelország feletti centrumú anticiklon és a Dél-

Olaszország, Földközi-tenger középső területe feletti sekély ciklonnak köszönhetően. A ciklon peremén labilis nedves levegő érkezett délkelet felől a Dunántúlra, melyben egy konvergencia vonal mentén délután gyorsan kezdtek fejlődni a zivatarok. Ezen zivatarok különlegessége, hogy átvonulásukkor a kifutósél fronton helyenként forgószelek alakultak ki (gustnado), melyek károkat is okoztak. A Balatonnál mért legnagyobb szélsébség 115 km/h volt Balatonmárián, míg Szigligeten és Zánkán 85 km/h feletti széllesek fordultak elő. A keleti medencéhez délkelet felől érkező zivatarok még kisebbek voltak és a mérőállomások 60 km/h feletti szélsébséget nem is regisztráltak, de ugyanakkor a tűzoltókat pl. Siófok-Kiliti térségéből így is többször riasztották fakidüléshez, egy épület tetejéről pedig nagyobb területen csepeket vitt le a viharos szél.

Az október hónapra kiterjesztett viharjelzési időszakban is már előfordult több erős vihar. Ebben az évben a szezon legerősebb vihara érkezett október hetedikén. Az Európát kezdetben közel nyugat-kelet irányban kettészelő frontrendszer érkezése előtt a Dunántúlon kellemes őszi idő volt mérsékelt vagy élénk délies széllel, délutánra 20 fok fölé emelkedő hőmérséklettel. A frontzóna feletti és az attól északra eső területeken erős zonális áramlás volt a jellemző Európában. Két kilométer feletti magasságtól már jellemzően viharos volt a szélerősség (15-25 m/s). A légkör alsó 5-6 kilométeres rétegében pedig kisebb mértékű labilitás is megfigyelhető volt. A közele-

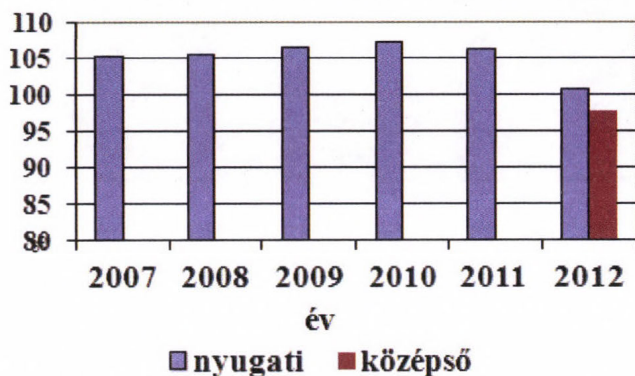
tek és a fronton kisebb zivatarok is kialakultak. A maximális széllesek a front országba érkezésekor kezdetben 70-80 km/h körül voltak, majd a zivataros környezetben már 90-100 km/h-t elérő széllesek is kialakultak. A görgővihar a Balatonra lecsapva a kevésbé védett déli part esetében a szélsébséget 10 perc leforgása alatt 70-85 km/ó-val megnövelte. A szélrohamok közül a legerősebbet Balatonőszödnél mérte az automata 118 km/h-val, de ezen kívül még négy mérőállomás jelzett 100 km/h körüli, vagy azt meghaladó szélsébséget. A viharos szél különösen a déli part mentén okozott károkat, fakidöléseket. A gyors mozgású front három óra alatt tette meg a Sopron-Pécs távolságot, más irányban pedig 2,5 óra alatt Soprontól Budapestig jutott!

A viharjelzések értékelése. 2012-ben viharjelzési szempontból tehát a Balatont már három medencére bontottuk.

A Balatonra kiadott **másodfokú viharjelzések** fenntartási ideje a teljes időszaknak a keleti medencében 14,2, a középső medencében 14,2, a nyugati medencében 15,7 a Velencei-tónál a 8,7 százaléka terjedt ki. A viharjelzések részletezése havi bontásban az 1. táblázatban tekinthető meg. Az idén először 7 hónapig volt biztosítva a Tisza-tónál is a vihar előrejelző - viharjelző szolgáltatás. Az összesítések szerint 2012-ben itt volt szükség a legrövidebb ideig a másodfokú viharjelzések fenntartására, ez a teljes szezon kb. 5,6 százaléka terjedt ki.

A Balaton három medencére bontásával kapcsolatban elmondhatjuk, hogy annak bevezetése eredményesnek tekinthető: sikerült csökkenteni a fenntartási időket a korábbi nyugati medencének nevezett teljes területen a keleti medencéhez képest. A 2012-es évet összehasonlítva a változtatás előtti 2011-el azt mondhatjuk, hogy a keleti medencében a viharjelzések összesített száma 2012-ben 7,5 órával lett kevesebb, mint az előző évben, ugyanakkor az „új” nyugati medencében a csökkenés 126 óra, a középső medencében pedig 193 óra. Abszolút értékben is a három medence közül a középső lett a legkevesbé szel. A korábbi években a teljes nyugati medencében a fenntartási idők általában legalább 130 órával magasabban alakultak a keletinél, most ez a különbség kevesebb, mint 20 óra lett. A változásokat a 3. ábra diagramja is mutatja.

A viharjelzések beválásáról elmondhatjuk, hogy a Balatonnál összességében a tavalyihoz képest kismértékben, 2%-kal csökkentek (már mindhárom medencét értékelve), így az most 85,3%-os lett. A Velencei-tónál 0,6%-kal javultak, ott a beválás 87,1%.



3. ábra: A viharjelzések fenntartási ideje a nyugati és a középső medencében a keleti medencében fenntartott órák számának százalékában

dő hidegfront két oldalán mintegy 10 fokos hőmérséklet különbség állt fenn. A hidegfront északnyugati határait 16 óra körül érte el. A front menti keskeny sávban kezdetben záporok voltak, majd beljebb haladva a Pápa-Zalaszentgrót vonaltól a gomolyfelhők magasabbra tör-

A 2012. ÉV IDŐJÁRÁSA

WEATHER OF 2012

Rajhonáné Nagy Andrea

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

Bevezetés. A rekord száraz 2011-es év után 2012 nagy részét is a szárazsággal jellemezhetjük. Két hónap, a március és az augusztus is a legszárazabbnak adódott 1901 óta, melyhez februárban komoly fagyok, nyáron pedig hosszan tartó kánikulák is társultak; négy hőhullámos időszakot is átéltünk. A szélsőséges időjárás következtében a mezőgazdaság még a 2011-es évnél is súlyosabb veszteségeket szenvedett. Nyár végére – ősz elejére a Tisza több pontján, illetve mellékfolyóin is rendkívül alacsony vízállásokat mértünk.

Az 1901-től kezdődő hőmérsékleti idősort látva (1. ábra) elsődleges képet kapunk a 2012-es év átlaghőmérsékletének elhelyezkedéséről az elmúlt 112 év sorában. Az adatokhoz illesztett lineáris trend egyértelműen emelkedést mutat, mely az elmúlt 112 évben $+1,08^\circ\text{C}$ -nak, az elmúlt 30 évre vonatkozóan pedig $+1,35^\circ\text{C}$ -nak adódik.

1901 óta 2012 a 10. legszárazabb év (2. ábra). Az elmúlt 112 év adataihoz exponenciális trendet illesztve 7%-os mérsékelt csökkenés jelentkezik, míg az elmúlt 32 évet tekintve 10%-os növekedés figyelhető meg az évi csapadékösszegekben (azonban ezek egyike sem szignifikáns).

Napfénytartam. A 2012-es év 1901 óta a napsütésben leg gazdagabb év volt. 2090-2690 óra közötti napsütéses órát élvezhettünk országszerte (4. ábra); az országos átlag a normál 124%-a. A legtöbb napsütés általában júliusban jellemző, 2012-ben azonban az augusztus megelőzte ezt a hónapot, több mint 340 órás összegével (3. ábra), sőt a júliusi sokévi átlagnál a május-augusztus időszakban rendre nagyobb értékek jelentkeztek. Az év összes hónapjában az 1971-2000-es normált meghaladó napsütést regisztráltunk. A legnagyobb eltérés január és március hónapban jelentkezett, ekkor a sokévi átlag több mint 170%-a adódott.

Hőmérséklet. A homogenizált, interpolált adatok alapján az országos átlaghőmérséklet a 2012-es évben két hónap – a február és a december – kivételével mindegyik hónapban jóval a sokévi átlag felett alakult (5. ábra). A legnagyobb

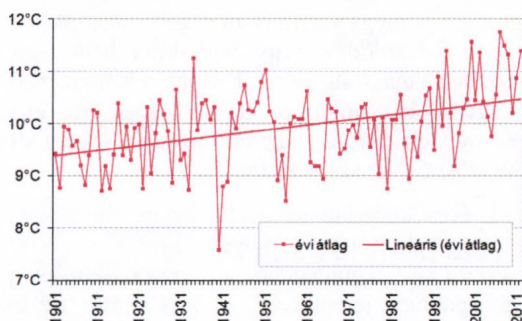
pozitív eltérést novemberben jegyeztük ($+3,1^\circ\text{C}$), de a nyári hónapokban is említésre méltó különbségek adódtak. A június és az augusztus a negyedik legmelegebb június, illetve augusztus lett az 1901-től kezdődő időszakban, míg a július az eddig mért legmelegebb júliusunk volt. Összességében a 2012-es nyár az elmúlt 112 év 2. legmelegebb nyara volt. Emellett a február viszont különösen hidegnek bizonyult, országos átlagban $4,6^\circ\text{C}$ -kal volt hidegebb a megszokottnál, ezzel 1901 óta ez volt a 12. leghidegebb február. Összességében, a $+1,4^\circ\text{C}$ -os pozitív anomáliával, a 2012-es év a negyedik legmelegebb év az 1901-től kezdődő időszakban a homogenizált, interpolált adatok alapján.

Január elején a napi középhőmérséklet országos átlaga a 4°C -ot is meghaladta, melyet általában a tavasz beköszöntével, március elején figyelhetünk meg először az évben. Az átlagosnál hidegebb napok két lehűléses időszakhoz kapcsolódóan jelentkeztek. Első alkalommal január 13-án érkezett markáns hidegfront, mely átmenetileg véget vetett a tavaszi időjárásnak, majd a 23-án kezdődő lehűlési hullámmal rendkívül zord időjárás köszöntött ránk.

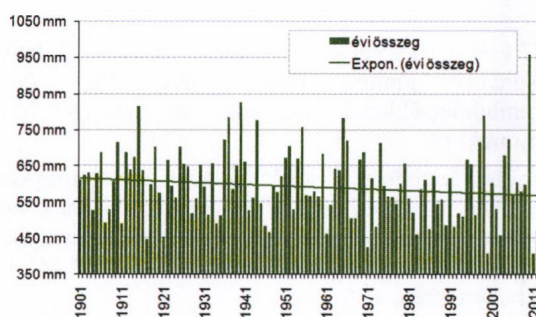
A január végén kezdődő lehűlés egészen február közepéig tartott, a sokévi átlagnál $11-12^\circ\text{C}$ -kal alacsonyabb napi országos középhőmérsékletet eredményezve. A szokásosnál zordabb február mutatója, hogy országos átlagban a hónap 29 napjából mintegy 15 téli nap ($T_{\text{max}} \leq 0^\circ\text{C}$) volt.

Március nagyobb részében átlag feletti hőmérséklet volt jellemző, csupán a 4-10-e közötti időszakban alakult a normál alatt a napi középhőmérséklet országos átlagban.

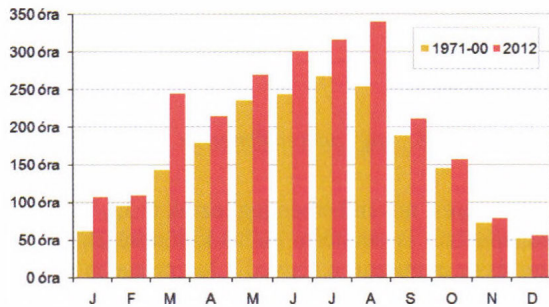
Április első 11 napját erős ingadozás jellemezte. 10-én megdőlt az országos napi abszolút minimumhőmérsékleti rekord a Zabar állomásunkon mért -9°C -os értékkel. A hónap közepén az országos napi átlaghőmérsékletek a sokévi átlag körül alakultak, a hónap utolsó napjaiban azonban jóval átlag feletti hőmérsékleteket regisztráltunk, háromszor is megdőlt az országos napi melegrekord.



1. ábra: Az országos évi középhőmérsékletek 1901 és 2012 között (15 állomás homogenizált, interpolált adatai alapján)



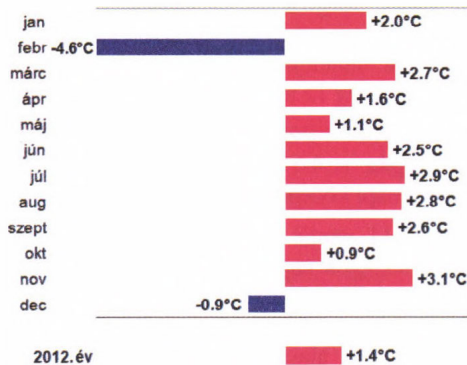
2. ábra: Az országos évi csapadékösszegek 1901 és 2012 között (58 állomás homogenizált, interpolált adatai alapján)



3. ábra: A napsütéses órák havi összegei 2012-ben és 1971-2000 között

Május első néhány napján szokatlanul meleg, nyáriás idő volt jellemző. Ezekben a napokban több országos melegrekord is megdőlt. A korai melegnek azonban gyorsan vége szakadt, 4-től 17-ig több ciklon frontrendszere is érintette hazánk területét, változékony időjárást hozva. A hónap leghűvösebb napja országos átlagban 14-e volt, amikor a legalacsonyabb napi maximum rekord is megdőlt (5,2 °C, Kékestető). A legalacsonyabb állomási értéket 18-án mértük; ekkor Pápán -2 °C-ot regisztráltunk, mely új abszolút napi minimum lett. A hónap második fele kellemesebb, tavaszi időt hozott, normál közeli hőmérsékleti értékekkel.

Júniusban a hónap utolsó napja volt a legmelegebb, ekkor

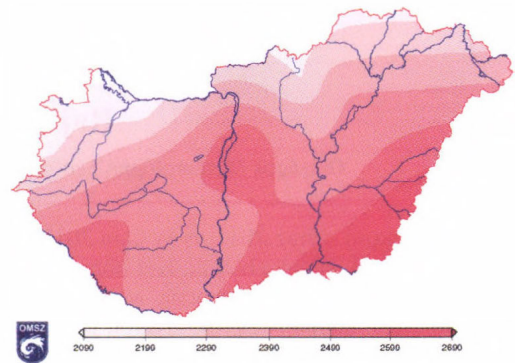


5. ábra: Az országos havi középhőmérsékletek eltérése a sokévi (1971-2000-es) átlagtól 2012-ben (15 állomás homogenizált, interpolált adatai alapján)

26,9 °C volt az országos napi átlaghőmérséklet. A bugaci állomásunkon június 19-én mért 35,5 °C-os maximumhőmérséklettel megdőlt az országos napi maximumrekord.

Július első napjaiban a sokévi átlagnál jóval magasabb napi középhőmérsékleti értékeket figyelhetünk meg, majd 11-16. között erős visszaesést jegyeztünk. A legmagasabb napi középhőmérsékleti érték a július 5-i 31,3 °C volt Szeged belterületén.

Az augusztus is melegebb volt hazánkban a megszokottnál. 6-án volt országos átlagban a legmelegebb,



4. ábra: A napsütéses órák száma 2012-ben

a napi átlaghőmérséklet 28,9 °C volt, a leghűvösebb nap pedig 12-e volt 16,2 °C-kal.

Szeptember során a 30 napból 21 napon a sokévi átlag felett alakult a napi középhőmérséklet. Szeptember 21-ig hűlő tendencia figyelhető meg az értékekben, míg 21-től a hónap végéig melegedő. A hónap legmelegebb napja országos átlagban 3-a volt (23 °C), a legnagyobb pozitív anomáliát azonban a hónap végén, 27-én figyeltük meg, amikor 7,3 °C-kal volt melegebb az ilyenkor szokásosnál.

Az október egy kellemesen meleg héttel indult (szeptember első felében szoktak ilyen magas napi középhőmérsékletek jelentkezni), a napi maximumhőmérsékletek általában még 20 °C felett alakultak országszerte, sőt egyes napokon jóval meg is haladták azt. A jó időnek a 8-án érkező markáns hidegfront vetett véget, több mint 5 °C-os lehűlést okozva egyik napról a másikra. 13-ától ismét egy melegebb időszak következett, egészen 27-ig, amikor egy ciklon frontrendszere okozott lehűlést.

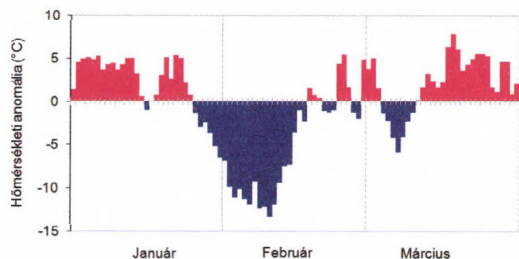
A napi középhőmérsékletek országos átlagai szinte egész novemberben a normál felett alakultak, mely a küszöbnapok számában is megmutatkozik. Fagyos napból (Tmin ≤ 0 °C) ugyanis az átlagos 12 helyett csupán 4-et regisztráltunk országos átlagban, míg téli nap (Tmax ≤ 0 °C) nem fordult elő egy állomásunkon sem (a sokévi országos átlag 1 nap).

Bár december elején a sokévi normálnál magasabb napi középhőmérsékleti értékeket regisztráltunk, pár nap elteltével országos átlagban a hónap leghosszabb (11 nap) átlag alatti periódusa következett. Ezt egy ciklonnak köszönhetően a megszokottnál melegebb időszak követte, majd 20-ától kezdődően egy anticiklon hatásaként pár napos lehűlést tapasztalhattunk. Később a Kárpát-medencét 26-áig egy ciklon hullámozó frontálzónája érte el, ezért változékony, de az ország nagyobb részén a sokévi átlagnál enyhébb időjárásban volt részünk.

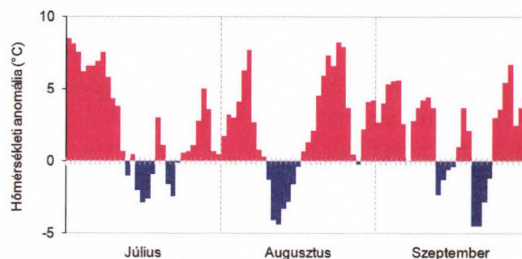
Hazánk éves középhőmérséklete az ország legnagyobb részén a megszokott 9-11 °C helyett 11-12 °C között alakult (10. ábra). A leghidegebb az Északi-középhegység magasabb pontjain jelentkezett, itt 7 °C alatti értékeket is láthatunk, míg főként a Dunántúl területén 12 °C feletti értékek is előfordultak.

A téli félévet jellemző hideg küszöbnapok száma, főként a februári rendkívüli hidegnek köszönhetően, átlag körül, illetve felett alakult. A legnagyobb eltérést a zord napok számában figyelhetjük meg ($T_{min} \leq -10^\circ\text{C}$). Ebből átlagosan 9-et szoktunk számolni, míg 2012-ben 17-et figyeltünk meg országos átlagban. Emellett fagyos napból

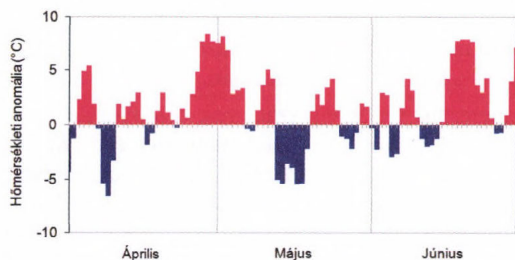
os napi középhőmérsékletet elérő, ill. meghaladó hóhullámot regisztráltunk Budapest-Pestszentlőrinc állomáson, 24 hóhullámos nappal, mely az eddig észlelt legnagyobb szám egy éven belül (az eddigi legtöbb, 13 hóhullámos napot 1992-ben jegyeztük).



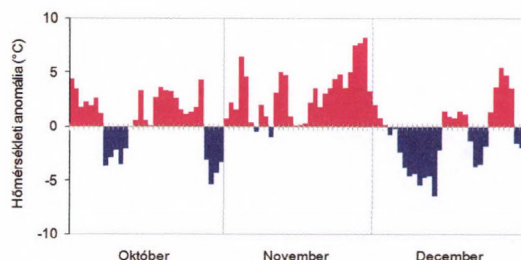
6. ábra: Napi országos középhőmérsékletek eltérése az (1971-2000) átlagtól - 2012. január, február, március



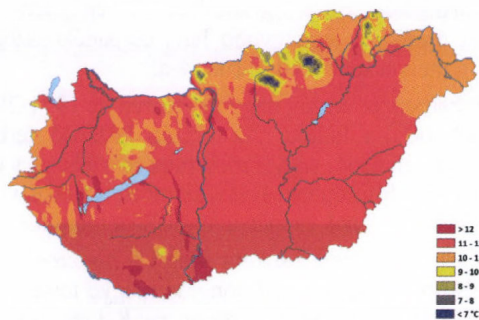
8. ábra: Napi országos középhőmérsékletek eltérése az (1971-2000) átlagtól - 2012. július, augusztus, szeptember



7. ábra: Napi országos középhőmérsékletek eltérése az (1971-2000) átlagtól - 2012. április, május, június



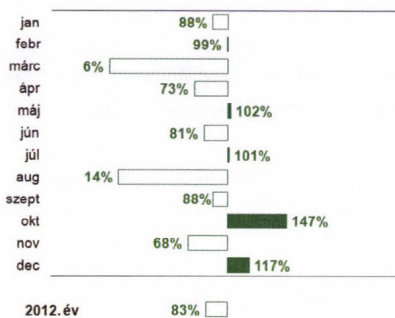
9. ábra: Napi országos középhőmérsékletek eltérése az (1971-2000) átlagtól - 2012. október, november, december



10. ábra: 2012. évi középhőmérséklet ($^\circ\text{C}$) (57 állomás homogenizált, interpolált adatai alapján)

($T_{min} \leq 0^\circ\text{C}$) 92-t számoltunk országos átlagban, mely csupán 4-gyel maradt el a szokásostól, téli napból ($T_{max} \leq 0^\circ\text{C}$) pedig 28-at, mely 3-mal több a sokévi átlagnál.

A meleg küszöbnapok száma a 2012-es nyári félév meleg voltát tükrözi. Nyári napból ($T_{max} \geq 25^\circ\text{C}$) 104-et regisztráltunk országos átlagban, míg a normál 75 nap. Hősegnapból ($T_{max} \geq 30^\circ\text{C}$) a szokásos mennyiség több mint dupláját jegyeztük (20 helyett 49-et) országos átlagban. A legnagyobb eltérést azonban a forró napok ($T_{max} \geq 35^\circ\text{C}$) számánál láthatjuk: a szokásos 1 helyett 12 nap felelt meg ennek a kritériumnak. A nyár folyamán több, hosszantartó kánikulai időszakot is átéltünk. Négy, a 27°C -



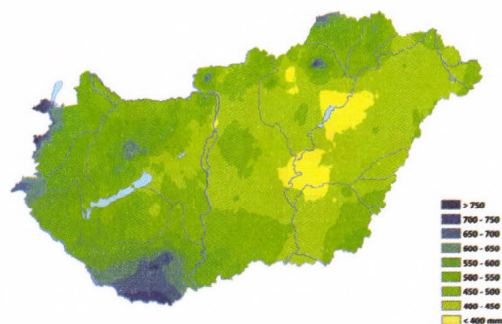
11. ábra: Havi csapadékösszegek 2012-ben az 1971-2000-es normál százalékában (58 állomás homogenizált, interpolált adatai alapján)

Csapadék. A 2012-es év első kilenc hónapját súlyos szárazsággal jellemezhetjük (11. ábra) – több negatív rekordot is jegyeztünk, és ebben az időszakban mindössze két hónap, a május és a július érte el az 1971-2000 közötti normálnak megfelelő csapadékösszeget országos átlagban. Márciusban a sokévi átlag mindössze 6%-a hullott le (2 mm), mellyel az elmúlt 112 év legszárazabb márciusa lett. Hasonlóan alakult az augusztus is: a szokásos csapadékmennyiség 14%-ával (7,6 mm) ez volt az elmúlt 112 év legszárazabb augusztusa. Év végén októberben és decemberben ugyanakkor több csapadék hullott az ország területén a megszokottnál, mely többlet valamelyest javított a teljes év statisztikáján.

2012-ben az országos csapadékösszeg a homogenizált, interpolált adatok alapján 470,4 mm volt, mely 17%-kal kevesebb a harmincévi átlagnál, s ezzel 2012 az 1901 óta mért 10. legszárazabb év lett.

Az éves csapadékösszeg térbeli eloszlását tekintve igen nagy különbségek adódtak az országon belül (12. ábra). Hazánk középső és keleti felében kevesebb csapadék hullott az év folyamán (400-450 mm, sőt egyes területeken 450 mm-nél kevesebb is), míg a nyugati, délnyugati határvidékeken jóval nagyobb csapadékösszegeket mértünk (600-700 mm feletti értékek is előfordultak). A legkisebb éves értéket Jászberény állomásunkon jegyeztük (324,5 mm), míg a legnagyobb csapadékösszeget Sopron Muck-kilátó állomáson regisztráltuk (844,8 mm).

A január csapadékhozama a sokévi átlaghoz viszonyítva az ország nagy részén kevesebb volt a vártnál. Kivételt csupán az északnyugati országrész jelentett, ahol másfél-



12. ábra: A 2012. évi csapadékösszeg (177 állomás homogenizált, interpolált adatai alapján)

kétszeres értékek is megjelentek. Országos átlagban 6 havas napról számolhattunk be, emellett a 13-i hidegfront viszonylag ritkának számító, graupel – más néven jégdara – záporral érkezett.

Februárban az ország nagyobb részében a sokévi átlagos csapadékmennyiség 75%-ánál nagyobb hozamokat mérünk. Arányaiban a legszárazabb az ÉK-i országrész és a Dunántúl nyugati fele volt, itt az értékek a szokásos összeg felét sem érték el. Ezzel ellentétben a délebbi, csapadékosabb régiókban az általában tapasztalható csapadék másfél-kétszerese is jelentkezett. Havazás átlagosan 9 napon fordult elő. A legcsapadékosabb nap a 4-e volt 6 mm fölötti összeggel.

A március rendkívül száraz volt hazánkban, az ország legnagyobb részén 5 mm alatti havi csapadékösszegeket mérünk (sőt, voltak olyan állomások is, ahol nem hullott mérhető mennyiségű csapadék egész hónapban), csupán az Észak-Dunántúlon figyeltünk meg ennél magasabb értékeket, de itt sem haladta meg sehol a 15 mm-t. A normál értékekhez viszonyítva a 2012-es összegek sehol sem haladták meg a sokévi átlag 40%-át, de javarészt 0-15% között alakultak. A legnagyobb csapadékhiányt (0-5%-os arányt) a Dél-Dunántúlon, az Északi-középhegységben és az Alföld középső részén figyelhetjük meg.

Az áprilisi csapadékösszeg az ország túlnyomó részén mintegy 20%-kal a sokévi átlag alatt maradt. A legszárazabb területeken a sokévi átlagértéknek mindössze a felét mérték. Az ország DK-i, Ny-i és ÉK-i határterületein a harmincéves átlagnak megfelelő csapadékösszegeket regisztráltunk.

A május havi csapadékösszeg térbeli eloszlása igen változékony képet mutatott, az állomási összegek 7,1 és 176,7 mm között alakultak. Ny-on, DNy-on a normálnál jóval több csapadék hullott, annak 1,5-2-szeresét is megfigyeltük, sőt egyes helyeken a háromszorosát is. Ezzel szemben É-on a sokévi átlagnak csupán fele vagy még kevesebb hullott, sőt a legszárazabb területeken a normál 30%-át sem érték el az összegek.

A harmincévi átlaghoz viszonyítva 2012 júniusa szárazabb volt a megszokottnál, az ország legnagyobb részén az átlagos csapadékmennyiségnek mindössze 70%-a hullott. A 2012 júniusában regisztrált legalacsonyabb összeg (Csólyospálos) csak 25%-a a szokásos csapadékmennyiségnek, míg a legcsapadékosabb területeken ez az érték másfél-kétszerese a sokévi átlagnak.

Míg az ország É-i és Ny-i részén közel háromszor annyi eső esett, mint a sokévi átlag, a középső területeken ez az érték 60-80% között alakult júliusban.

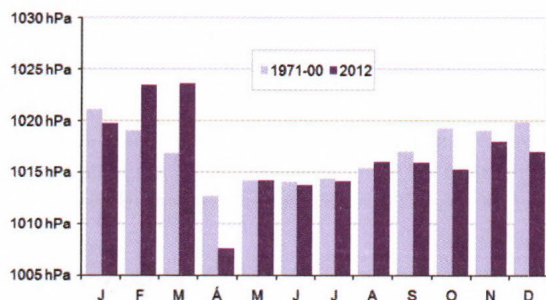
Az augusztus rendkívül száraznak bizonyult, az ország jelentős részén gyakorlatilag szinte nem esett eső a hónapban; a csapadékösszeg a teljes hónapra vonatkozóan a legszárazabb területeken 0-5, illetve 5-10 mm között alakult, de a legcsapadékosabb helyeken (az ország ÉNy-i, ÉK-i részén) is csupán 30-60 mm közötti értékeket mértünk. Az 1971-2000-es átlaghoz viszonyítva annak mindössze 11,7%-a hullott le a hónapban országos átlagban. A normáltól leginkább eltérő értékek zömmel az ország középső részén figyelhetők meg, itt 0-5% közötti értékeket jegyeztünk. Azokon a területeken is legfeljebb a normál 60-80%-a esett, ahol a hónap legnagyobb csapadékösszegeit regisztráltuk. Az egyetlen kivétel Bikács, itt mértük a legnagyobb havi csapadékösszeget is, 58,8 mm-t, mely a sokévi átlag 108 %-a.

Szeptemberben az ország nagyobb részén az 1971-2000-es normál 60-100%-a hullott. Az ország középső területein 160%-ot is meghaladó, vagyis több mint másfélszeres csapadékösszegek is előfordultak. Ezzel szemben a Körös-vidéken a szokásos csapadéknak csupán a 40-60%-át mértük.

Hazánk jelentős részén a sokévi átlag 1,5-2-szeresét mértük (140-200%) októberben, sőt Csongrád megye térségében 2-2,5-szeres értékek jelentkeztek. Az ország K-i részein viszont nem érte el a normál értéket az októberi összeg, annak 60-100%-a hullott. Bár az első havazás átlagos időpontja novemberre esik, 2012-ben országszerte már október végén lehullott az első hó (28-29-én). A maximális hóvastagságot, 17 cm-t Szuha Mátraalmás állomásunkon mértük október 30-án.

Novemberben az ország legnagyobb részén a normálnál szárazabb hónapot zártunk, a legkevesebb csapadékot kapó, középső területeken 30% alatti arány adódott, az ország döntő részén pedig 30-70% között alakult. Csak néhány helyen, a határ mentén hullott az átlagnál több csapadék. Havazás vagy hózápor csak egy-egy állomásunkon fordult elő 7-én, 18-án, 21-én és 29-30-án.

Decemberben az ország legnagyobb részén a megszokott csapadékmennyiség 80-140%-a volt jellemző. A sokévi átlaghoz képest a legkevesebb Zalaegerszeg Nagyutas állomáson hullott (a normál mindössze 42%-a), a legtöbb pedig az Alsószentmárton és Barcs közötti területen (a térségben megszokott mennyiség mintegy kétszerese).



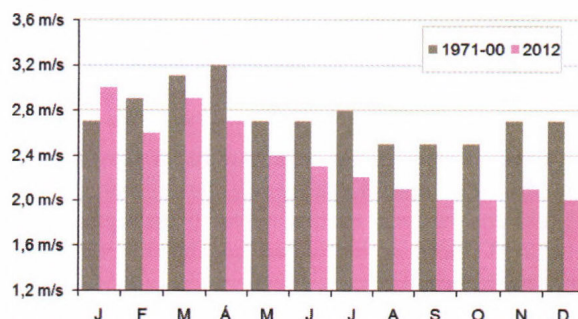
13. ábra: A tengerszinti légnyomás havi átlagai Budapest-Pestszentlőrincen 2012-ben

A csapadékos küszöbnapok számát vizsgálva főként a márciust és az augusztust emelhetjük ki itt is, ekkor 5 mm-nél nagyobb csapadéku napot egyáltalán nem észleltünk. Országos átlagban 20 mm-t meghaladó napi csapadék május, június, szeptember és október hónapokban jelentkezett egy-egy napon, míg 30 mm feletti érték nem adódott. Az 1 mm-nél nagyobb csapadéku napok száma januárban volt a legnagyobb (12 nap), míg a legintenzívebb csapadékok július és október hónapban jelentkeztek (átlagosan 5 napon hullott 5 mm-nél nagyobb és 3 napon 10 mm-t meghaladó csapadék).

Országos átlagban, az egész évet tekintve a csapadékos napok száma kevéssel elmaradt a sokévi átlagtól, 103 nap volt a normál időszak 113 napjához képest. Az 1 mm-nél nagyobb csapadéku napok száma (73 nap) szintén kevesebb volt a szokásosnál (84 nap), s a május-júniusi maximumok helyett júliusban számoltunk belőle a legtöbbet, 9 napot. Az 5 és 10 mm-nél nagyobb csapadéku napok száma is elmaradt az 1971-2000-es átlagtól, a 20 mm-t meghaladó csapa-

déku napok száma pedig (4 nap), ahogy a havas napok száma is (23 nap), az átlaggal megegyező számban jelentkezett.

Légnyomás. A havi átlagos légnyomás értékek alapján a nagytérsgű nyomási képződmények gyakoriságára következtethetünk. A szokásoshoz képest jóval nagyobb értékek jelentkeztek februárban és márciusban, mely



114. ábra: A szélsébség havi átlagai Budapest-Pestszentlőrincen 2012-ben

anticiklonális helyzetek uralmát jelzi, míg áprilisban szembeötően alacsony átlagos légnyomás volt jellemző, mely intenzív ciklontevékenységre utal (13. ábra). A légnyomás általában április és július között a legalacsonyabb. A szokásos menetet 2012-ben elsősorban az említett, három kirívó hónap törte meg, illetve a szeptember-októberi és december-januári időszakban adódtak még nagyobb negatív eltérések a normálhoz képest.

Szél. Országos átlagban a szélsébség évi átlaga 2-4 m/s között változik, ez alapján hazánk mérsékelt szel területnek minősül. A havi átlagos szélsébség éves menetében (14. ábra) általában áprilisban jelentkezik a maximum, míg a legalacsonyabb értékeit augusztus és október között veszi fel. 2012-ben azonban a január adódott a legszelesebb hónapunknak, míg másodikként a márciust emelhetjük ki, Budapest-Pestszentlőrinc állomás adatai alapján. Január kivételével mindegyik hónap átlag alatti volt, a legnagyobb különbségek július, november és december hónapokban adódtak (80% alatti értékekkel).

I. táblázat: Az Országos Meteorológiai Szolgálat mérései szerint a 2012-es év szélsőségei, a mérés helye és ideje

Elem	Érték	Mérés helye	Mérés ideje
A legmagasabb mért hőmérséklet	40,4°C	Baja Csávoly	augusztus 24.
A legalacsonyabb mért hőmérséklet	-26,1°C	Baja Csávoly	február 9.
A legnagyobb évi csapadékösszeg	844,8 mm	Sopron Muck-kilátó	
A legkisebb évi csapadékösszeg	324,5 mm	Jászberény	
A legnagyobb 24 órás csapadékösszeg	112,7 mm	Miskolc Diósgyőr	július 29.
A legvastagabb hótakaró	56 cm	Kékestető	február 18-22.
A legnagyobb évi napfényösszeg	2645 óra	Békéscsaba	
A legkisebb évi napfényösszeg	2090 óra	Mosonmagyaróvár	

A 2012/2013-AS TÉL IDŐJÁRÁSA

WEATHER OF WINTER 2012/2013

Vincze Enikő

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

A 2012/2013-as tél leginkább a csapadékviszonyok tekintetében kiemelkedő – az ország túlnyomó részén a normál többszöröse, 150-200%-a hullott le. A Dunántúl bizonyult a legcsapadékosabbnak: a DNy-i határon és a Balaton környékén nem volt ritka a 275-300 mm-es csapadékösszeg sem. A január a hatodik, a február pedig a negyedik legcsapadékosabb volt hazánkban az elmúlt 112 évben, melyek eredményeként országos átlagban 2012/2013 telét a 4. legcsapadékosabb télként tarthatjuk számon 1901 óta.

A hőmérsékleti viszonyokat tekintve a téli hónapok sorát a december átlag alatti hőmérséklettel kezdte, majd a január és a február országos átlagban melegebbnek bizonyult a megszokottnál. A teljes téli időszak 0,4 °C-kal melegebb volt hazánkban az 1971-2000 közötti normálnál; állomásaink közül évszakos átlagban a legmelegebb Szeged belterületén volt (1,9 °C), a leghidegebb pedig Kékestetőn (-3,6 °C).

December. Zömmel 0 és -2 °C között alakult a havi középhőmérséklet az ország területén; a nyugati határterületeket leszámítva az ország legnagyobb részén a szokásosnál valamelyest hidegebbnek bizonyult a december, jellemzően 0 és -1,5 °C-os eltéréssel az 1971-2000-es átlaghoz képest. A legnagyobb negatív anomália (-2,5 °C körül) az északi országrészben jelentkezett. A teljes hónapot tekintve a leghidegebb Kékestetőn volt (havi átlaghőmérséklet: -3,9 °C), a legmelegebb pedig Pécsen (havi átlaghőmérséklet: 1,4 °C). A hónap leghidegebb napja december 13-án jelentkezett: ekkor az ország területén átlagosan 5,5 °C-kal hidegebb volt a megszokottnál. A leghidegebb napot egy ciklonnak köszönhetően a megszokottnál melegebb időszak követte, majd 20-ától kezdődően egy anticiklon hatásaként néhány napos lehűlést tapasztalhattunk. Később a Kárpát-medencét 26-áig egy ciklon hullámozó frontálzónája érte el, ezért változékony, de az ország nagyobb részén a sokévi átlagnál enyhébb időjárásban volt részünk. A legnagyobb pozitív eltérés 26-án jelentkezett: a napi középhőmérséklet országos átlaga hozzávetőleg 5 °C-kal meghaladta a szokásos értéket. A hónap legnagyobb pozitív hőmérsékleti adatai Máza (Baranya) állomásunkhoz kötődnek: itt mértük a legmagasabb napi maximumhőmérsékletet az országban (14,9 °C, december 26.), és a legmagasabb napi középhőmérsékletet is itt regisztráltuk (13,1 °C, december 25.).

A decemberi hideg küszöbnapok száma – a fentieknek megfelelően – átlag körül, illetve valamelyest felette

alakultak. Fagyos napból a szokásos 21 helyett 23-at, téli napból 7 helyett 9-et jegyeztünk országos átlagban. A zord napok száma megegyezett a normállal (2 nap).

A hónap során mért legmagasabb hőmérséklet:

14,9 °C Máza (Baranya megye), december 26.

A hónap során mért legalacsonyabb hőmérséklet:

-18,1 °C Nyírlugos (Szabolcs-Szatmár-Bereg megye), december 10.

A havi csapadékösszeg hazánk legnagyobb részén 35-50 mm között alakult decemberben – országos átlagban a megszokott csapadékmennyiség mintegy 116%-a hullott le a hónapban. A sokévi átlaghoz képest a legalacsonyabb összeget Zalaegerszeg Nagyutason regisztráltuk (a területet jellemző normál mindössze 42%-át), a legtöbb pedig az Alsószentmárton és Barcs közötti területen hullott: a térségben megszokott mennyiség mintegy kétszerese.

A csapadékos napok száma a sokévi átlagnak megfelelően alakult (11 nap), havas napból a szokásos 5 helyett 6-ot jegyeztünk. Országos átlagban beszámolhatunk még 1 ónosos, illetve 8 hótakarós napról is.

A hónap legnagyobb csapadékösszege:

123,6 mm Barcs (Somogy megye)

A hónap legkisebb csapadékösszege:

18,8 mm Zalaegerszeg Nagyutasa (Zala megye)

24 óra alatt lehullott maximális csapadék:

39,5 mm Nagybalaton (Somogy megye), december 26.

Január. Január az ország legnagyobb részén melegebb volt a megszokottnál (országos átlagban az anomália +0,8 °C), mindössze néhány északi település havi középhőmérséklete maradt el a sokévi átlagtól. A legnagyobb pozitív eltérést Szeged és Mohács környékén jegyeztük (+2-2,5 °C). A középhőmérséklet É-D irányú növekedése volt megfigyelhető: az ország északi részein -2 és 0 °C között alakult a hőmérséklet havi átlagban, a középső területeken 0 és 1 °C közötti, délen pedig 1-2 °C közötti ez az érték. A hónap leghidegebb napja országos átlagban január 27-e volt -4,1 °C-os középhőmérséklettel. Néhány napra rá a hónap legmelegebb napját jegyeztük: január 31-én az országos átlagos középhőmérséklet 6,1 °C volt.

A megszokottnál enyhébb hőmérsékleti viszonyokat támasztja alá a januári hideg küszöbnapok száma is: zord napból a szokásos 4 helyett 1 napot jegyeztünk, téli napból pedig 11 helyett 9-et. A fagyos napok száma az átlaghoz közel alakult (a normál 25 nap, a januári mennyiség 24).

A hónap során mért legmagasabb hőmérséklet:

15,1 °C Körösszakál (Hajdú-Bihar megye), január 21.

A hónap során mért legalacsonyabb hőmérséklet:

-17,3 °C Szécsény (Nógrád megye), január 27.

Januárban a havi csapadékösszegek az ország legnagyobb részén 45 és 90 mm között mozogtak. Országos átlagban a megszokott csapadékmennyiség mintegy kétszerese hullott hazánkban: a 33 mm-es normál helyett 68 mm átlagos csapadékösszeget regisztráltunk hazánk teljes területének átlagában. A legnagyobb pozitív eltérést a Vas megyei Vasvár állomásunkról jelentették: itt a területre jellemző, 1971-2000 közötti átlagérték több mint négyszeresét regisztráltuk a hónapban (410,4%). Az átlag több mint háromszorosa kapta többek között a Balaton környéke, a nyugati országrész több települése, de északon is jelentkeztek hasonló magas értékek. A megszokottól leginkább elmaradó érték Pátyodon jelentkezett (Szabolcs-Szatmár-Bereg megye), itt a szokásos mennyiség 90%-a hullott le januárban. Országos átlagban a január 13-18. közötti időszak volt a legcsapadékosabb, de a sokévi átlaghoz képest kiemelkedően csapadékos volt még a 20-22. közötti időszak, valamint 6-a, 8-a és 30-a is. A hónap legcsapadékosabb napja egy mediterrán ciklonnak köszönhetően a 14-e volt, ekkor regisztráltuk a hónap legnagyobb napi csapadékösszegét is Tatabánya Felsőgalla állomásunkon (34 mm).

A csapadékos január a küszöbnapok számában is megmutatkozik: a megszokott 9 csapadékos nappal szemben 2013 januárjában 16-ot jegyeztünk országos átlagban. Havas napból 6 helyett 11-et számoltunk, ezen kívül 14 hótakarós és 1 ónosos nap is jelentkezett a hónapban.

A hónap legnagyobb csapadékösszege:

139,4 mm Bakonybél (Veszprém megye)

A hónap legkisebb csapadékösszege:

29,9 mm Nyírlugos (Szabolcs-Szatmár-Bereg megye)

24 óra alatt lehullott maximális csapadék:

34,0 mm Tatabánya Felsőgalla (Komárom-Esztergom megye), január 14.

Február. Míg a nyugati országrészben az 1971-2000 közötti időszak átlagánál valamelyest (0-1° C-kal) hűvösebb volt jellemző 2013 februárjában, keleten 2-3 °C-kal melegebb volt a megszokottnál. Pátyod környékén még a +3 °C-ot is átlépte a hőmérséklet-különbség. Az országos átlagos februári középhőmérséklet 1,8 °C volt, mely 1 °C-kal magasabb a normálnál. A középhőmérséklet a hónapban Ény-DK irányú növekedést mutatott, és az ország túlnyomó részén 1-3 °C közötti havi értékek jelentkeztek. A DK-i országrészben volt a legmelegebb, a legmagasabb havi átlagértéket is itt regisztráltuk (Szeged belterület, 3,7 °C). Ennél hidegebb a magasabban fekvő területeken volt jellemző: a legalacsonyabb februári középhőmérsékletet Kékestetőn jegyeztük (-2,9 °C). A hónap a megszokottnál magasabb napi középhőmérsékleti értékekkel indult. Február 5-étől csökkenést jegyeztünk,

mely a hónap leghidegebb napját eredményezte (február 11.). A hónap végén egy mediterrán ciklon alakította időjárásunkat, melynek köszönhetően változékony, csapadékos időjárás volt jellemző az ország területén, ugyanakkor az enyhébb levegő hatására melegedett az idő. Országos átlagban a hónap legmelegebb napja február 25-e (6,3 °C) volt.

A februári hideg küszöbnapok száma a normálnál kisebb melegebb hónapról számol be. Fagyos nappól a megszokott 20 helyett 16-ot figyelhattunk meg, téli nappól pedig 5 helyett 3-at. A szokásos 2-vel szemben 2013 februárjában egyetlen nap sem felelt meg a zord nap kritériumának.

A hónap során mért legmagasabb hőmérséklet:

16,0 °C Milota (Szabolcs-Szatmár-Bereg megye), február 26.

A hónap során mért legalacsonyabb hőmérséklet:

-13,0 °C Zabar (Nógrád megye), február 11.

2013 téli hónapjai közül februárban esett a legtöbb csapadék. Jelentős csapadéktöbblet keletkezett: a 78,1 mm-es országos átlag több mint 260%-a a megszokott mennyiségnek. Az egyes településeken megszokott csapadékmennyiségeket vizsgálva még nagyobb anomáliát látnak: a legnagyobb havi csapadékösszeget a Zala megyei Kehidakustányból jelentették (148,1 mm), mely a település környékén megszokott összeg mintegy négyszerese. Az ország legszárazabb részén, DK-en is a megszokott mennyiség 120-180%-a hullott. A legalacsonyabb havi összeget a Békés megyei Orosházán regisztráltuk (31,6 mm). A hónap legcsapadékosabb napja február 2-a volt. Európa felett egy hatalmas méretű, több középpontú ciklonrendszer helyezkedett el, mely a kontinens legnagyobb részén borult, csapadékos időjárást eredményezett. Hazánkban a legtöbb helyen 10 és 35 mm közötti csapadékmennyiségeket jelentettek ezen a napon. A legnagyobb 24 órás csapadékösszeg is ehhez a naphoz köthető, a Szabolcs megyei Kemece állomásunkról 48,7 mm-ről érkezett jelentés, mely egyben új napi rekord is. A megszokottnál jóval csapadékosabbnak bizonyult még február 6-a is, de kiemelkedő értékek jellemezték a 22-25. közötti időszakot is. A hónap utolsó napjaiban az országban többfelé árvízvédelmi készültséget rendeltek el. A csapadék sokévi napi maximumának rekordja 25-én is megdőlt Lentiben (Zala) 36 mm értékkel.

A megszokott 9 csapadékos nap helyett 15 jelentezett 2013 februárjában, és havas napból is többet jegyeztünk az átlagnál (5 helyett 9). Havas napból 8-at regisztráltunk országos átlagban.

A hónap legnagyobb csapadékösszege:

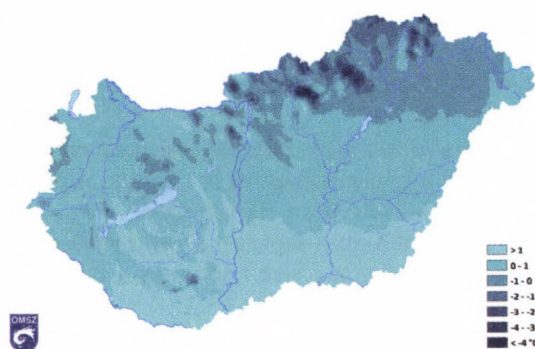
148,1 mm Kehidakustány (Zala megye)

A hónap legkisebb csapadékösszege:

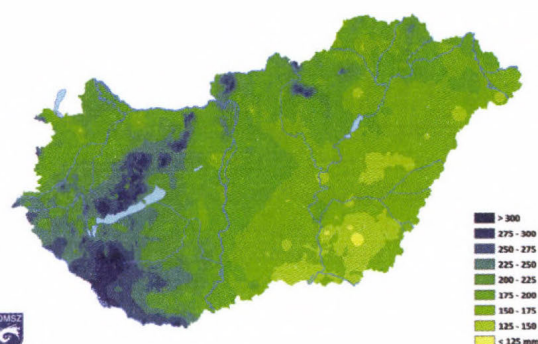
31,6 mm Orosháza (Békés megye)

24 óra alatt lehullott maximális csapadék:

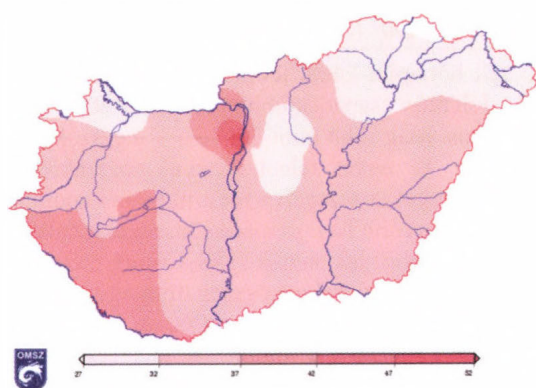
48,7 mm Kemece (Szabolcs-Szatmár-Bereg megye), február 2.



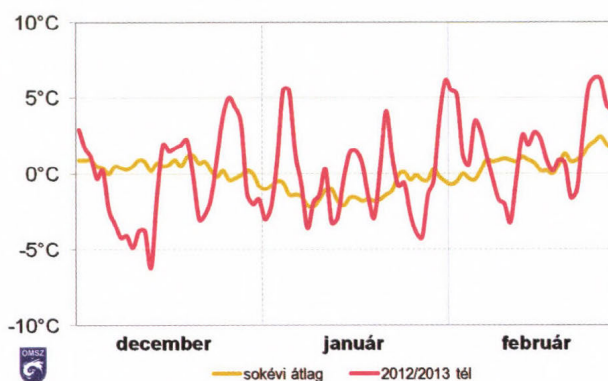
1. ábra: A 2012/2013-as tél középhőmérséklete (°C)



2. ábra: A 2012/2013-as tél csapadékösszege



3. ábra: A 2012/2013-as tél globálisugárzás összege (kJ/cm²)



4. ábra: A 2012/2013-as tél napi középhőmérsékletei és a sokéves átlag (°C)

2012/2013. tél időjárási adatainak összesítője

Állomás	Napsütés (óra)		Hőmérséklet (°C)						Csapadék (mm)			Szél Viharos napok
	Évszak összeg	Eltérés	Évszak közép	Eltérés	Max.	Napja	Min.	Napja	Évsz. Össz.	Átlag %-ban	≥ 1 mm napok	
Szombathely	146	-57	0,5	1,0	11,6	2013.01.04	-15,6	2013.01.27	195	228	32	12
Nagykanizsa	—	—	0,7	0,7	13,5	2012.12.25	-15,3	2012.12.13	198	155	32	10
Siófok	160	-41	1,2	1,0	11,8	2012.12.26	-7,4	2013.01.27	205	176	33	18
Pécs	142	-76	1,2	1,0	13,1	2012.12.25	-10,9	2013.02.11	186	161	40	12
Budapest	137	-50	0,7	0,7	12,4	2013.02.26	-9,2	2012.12.13	182	177	30	2
Miskolc	123	-24	-0,8	0,8	13,6	2013.02.26	-11,1	2013.01.13	185	203	29	3
Kékestető	150	-109	-3,6	0,1	6,2	2013.02.26	-11,6	2012.12.08	281	174	35	28
Szolnok	119	-79	0,6	1,1	12,6	2013.02.25	-9,9	2012.12.13	120	124	22	—
Szeged	147	-53	1,3	1,4	12,5	2013.02.25	-15,2	2012.12.10	123	133	29	7
Nyíregyháza	—	—	-0,3	1,0	11,0	2013.02.23	-12,4	2012.12.10	162	177	31	11
Debrecen	154	-28	0,5	1,4	14,5	2013.02.26	-15,6	2012.12.10	138	124	27	7
Békéscsaba	160	-35	1,2	1,6	15,5	2013.02.25	-15,7	2012.12.10	135	116	30	3

TÖRTÉNELMI ARCKÉPEK *HISTORICAL PORTRAITS*

Varga Miklós

Országos Meteorológiai Szolgálat, 1525 Budapest pf.38., varga.miklos@met.hu

KONKOLY – THEGE MIKLÓS

Pest, 1842.január 20. — Budapest, 1916.február 17.

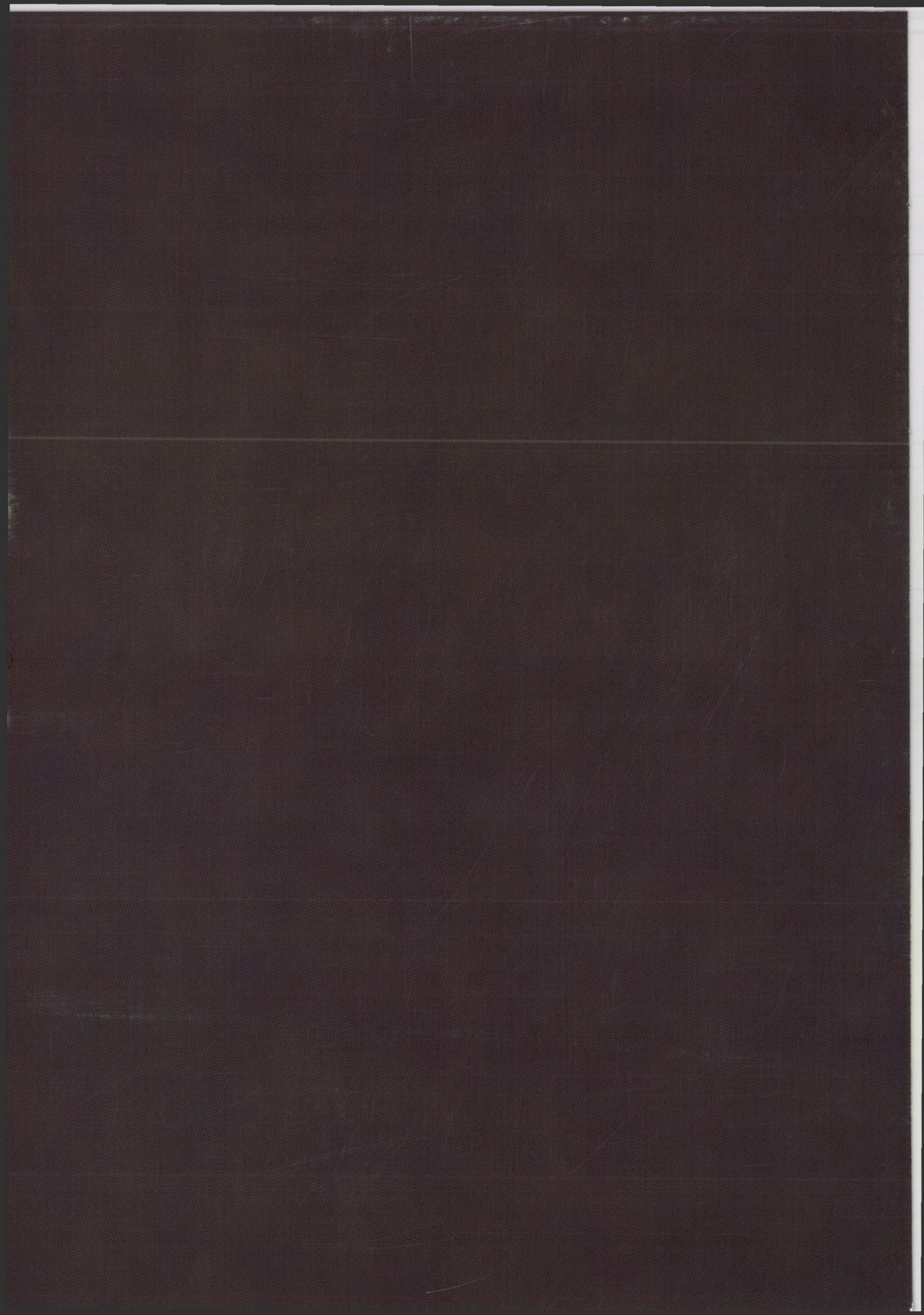


Középiskolai tanulmányait magántanulóként végezte. Osztályvizsgáit, kitűnő eredménnyel, a révkomáromi bencés gimnáziumban tette le. Műszaki érdeklődése miatt 1857/58-ban a budapesti egyetemen Jedlik Ányos fizikai, és Than Károly kémiai előadásait hallgatta, de érdekelte az ásványtan is. Szülei tanácsára az 1858/59-es tanévben jogi tanulmányokat folytatott. 1860-ban a berlini egyetemen folytatta tanulmányait.

Nagy hatással voltak rá Dowe fizikai és meteorológiai előadásai. Kirchhoff és Magnus a két kiváló fizikus és Encke csillagászati előadásainak is rendszeres hallgatója volt. Egyetemi doktori diplomáját a berlini egyetemen kapta meg, 1862-ben. Ezután hosszabb tanulmány utat tett Nyugat-Európában és Angliában, ahol felkereste a jelentősebb csillagdákat, vegytani laboratóriumokat és meglátogatta a csillagászati és optikai eszközökkel foglalkozó műhelyeket is. Életművének fő területe a hazai csillagászati kutatás újra indítása. Saját birtokán, Ógyallán (ma *Hurbanovo*, Szlovákia), európai színvonalú csillagvizsgáló intézetet hozott létre, amelyet később az államnak adományozott.

Jelentős változást hozott Konkoly munkásságában az 1890-es év. Szeptember 11.-én kelt gróf Csáky Albin miniszternek az MTA-hoz intézett leirata, amelyben értesíti az Akadémiát, hogy korábbi javaslatuk alapján a király a Magyar Királyi Országos Meteorológiai és Földmágnassági Intézet (*OMFI*) igazgatójának Konkolyt nevezte ki. Az új igazgató nagyarányú fejlesztésekbe kezdett. Vezetése alatt alakult ki az intézet korszerű szervezete és szakmai feladatai. Munkáját az MTA, 1876-ban levelező taggá majd 1883-ban tiszteleti taggá választással ismerte el. Huszonegy éven át (1890. szeptember 1-től 1911. augusztus 12-ig.) volt az *OMFI* igazgatója. Nevéhez fűződik, többek között, az új székház (Kitaibel Pál utca 1.) felépítése is.

Rendkívül sokoldalú ember volt. Számos meteorológiai és csillagászati műszernek ő a konstruktőre. Tíz éven át volt országgyűlési képviselő, amikor aktívan politizált. Fáradhatatlan munkásságát szívroham szakította meg.



L É G K Ö R

58. évfolyam

2013. 2. szám



DR. AMBRÓZY PÁL

Rimaszombat, 1933. június 14. – Budapest, 2013. június 26.

Fájdalommal tudatjuk, hogy kedves kollégánk *dr. Ambrózy Pál*, a Központi Meteorológiai Intézet egykori igazgatója, a Magyar Meteorológiai Társaság volt elnöke, tiszteleti tagunk, folyóiratunknak, a LÉGKÖR-nek 31 éven át főszerkesztője, hosszú és súlyos betegség után, 2013. június 26-án, 80 éves korában elhunyt. Ambrózy Pál 1933. június 14-én született Rimaszombatban. Már gimnazista korában elkötelezte magát a meteorológia mellett, amikor a nyíregyházi megfigyelőállomáson észlelőként dolgozott. 1955-ben szerzett meteorológus diplomát

teorológiát a Budapesti Műszaki Egyetemen és a Bajai Vízügyi Főiskolán címzetes főiskolai tanárként. 1974-től 1982-ig tagja volt az MTA Meteorológiai Tudományos Bizottságának. 1979-től 2010-ig volt folyóiratunk szerkesztőbizottságának elnöke. Ezzel a valaha ismert leghosszabb ideig tartó folyóirat-főszerkesztői pozíciót mondhatta magáénak. A Magyar Meteorológiai Társaságba 1952-ben, már egyetemistaként belépett. 1961 és 1963 között volt az MMT titkára. A Társaság 1990-ben választotta elnökévé. Az elnöki pozíciót 2006-ig töltötte



Igazgató, 1974



LÉGKÖR főszerkesztő, 2010

az ELTE-n. 1955 szeptemberétől 1990-es nyugdíjba vonulásáig volt az Országos Meteorológiai Intézet, majd Szolgálat munkatársa. Hivatalos nyugállományba vonulás után is rendszeresen dolgozott. 1955-ben lépett be az akkori Országos Meteorológiai Intézetbe, mint tudományos gyakornok. Pályafutását akkoriban úttörőnek számító témában, egy fiatalokból szervezett, a dinamikus meteorológiával foglalkozó kutatócsoportban kezdte. Az elméleti kutatómunka mellett részt vett a rádiószondázásban, a szinoptikus előrejelzésben és a balatoni viharjelzésben is. 1963-ban doktori címet szerzett az ELTE-n, majd tagja lett az Időjárás szerkesztőbizottságának. 1968-ban ENSZ ösztöndíjasként, egy-egy fél évet töltött az Egyesült Államokban és a Szovjetunióban, ahol a dinamikus meteorológia ottani fejlődését tanulmányozta. Pályafutása során 1957-ben tudományos segédmunkatárssá, 1960-ban munkatárssá léptették elő. 1963-ban már osztályvezető-helyettes, majd 1968-tól osztályvezető lett. Az 1971 és 74 közötti időszakban a Szolgálat Titkárságát vezette főosztályvezetői rangban. Ebben az időben műhold-meteorológiai kérdésekkel is foglalkozott. Az 1970-ben alakult Szolgálat három intézetből állt. Ezek egyike volt a Központi Meteorológiai Intézet (KMI), aminek élére 1974 áprilisában nevezték ki. Jó szervezőkészségével, szerénységével, alapos munkájával már kezdettől fogva kivívta munkatársai tiszteletét, megbecsülését. A KMI igazgatójaként vonul nyugdíjba, de megbízási szerződéssel 2001-ig dolgozott a Szolgálatnak, de azon túl is, szinte az utolsó pillanatig bejárt az intézetbe. Az adminisztratív teendők ellátása mellett különböző éghajlati kutatásokba kapcsolódott be és éveken át oktatott me-

be. Az MMT tiszteleti tagja volt élete végéig. A több mint fél évszázados szakmai munka számos ismeretterjesztő cikkben is megnyilvánult. Legjelentősebb munkái: *Az időjárás előrejelzésének dinamikus alapjai* c. kötet szerkesztése, egyes fejezeteinek elkészítése. *Magyarország Nemzeti Atlaszában éghajlati fejezetét* Béll Bélával közösen írták és szerkesztették. Közreműködött az OMSZ szerkesztésében 2001-ben megjelent *Magyarország Éghajlata* c. kiadványban is. Társ szerzője volt a *Magyarország kistájainak katasztere* c. kétkötetes műnek, amely 1991-ben Akadémiai Díjat kapott. Társ szerzője volt az *Évszakos bontású makroszinoptikus típusok kialakítása és összehasonlítása a műholdak felhőképeiről vett hullámhosszal*; *A meteorológiai kutatás és szolgálat társadalmi jelentősége*; *A csapadékeloszlás időbeli átrendeződése Magyarországon*; *A budai meteorológiai megfigyelések története*. Társ szerzője volt a *Fejezetek a magyar meteorológia történetéből* c. kétkötetes műnek. Munkáját több alkalommal is elismerték. 1974-ben Munkaérdemrend Ezüst fokozatot, 1975-ben az MMT-től Steiner Lajos Emlékérmet kapott. A legmagasabb meteorológiai miniszteri kitüntetést, a Schenzl Guidó Díjat 2000-ben vehette át. 2008-ban megkapta a Magyar Köztársaság Arany Érdemkeresztet. Mindenki jóindulatáról, szerénységéről, segítőkészségéről ismerte. Nagy tudással és az emberek iránti feltétlen tisztelettel bírt. Betegségét hihetetlen türelemmel és bizakodással viselte. Emlékét kegyelettel őrizzük.

Tisztelt és szeretett kollégánktól 2013. július 24-én vettünk végső búcsút a Kelenföldi Evangélikus Templom (Budapest XI. kerület, Bocskai út 10.) urnatemetőjében. A temetésen elhangzott búcsúztató a 62. oldalon olvasható.

Felelős szerkesztő:

Dunkel Zoltán

a szerkesztőbizottság elnöke

Szerkesztőbizottság:

Bartholy Judit

Bihari Zita

Haszpra László

Hunkár Márta

Sáhó Ágnes technikai szerkesztő

Somfalvi-Tóth Katalin kislexikon

Szudár Béla

Térey János olvasószerkesztő

Tóth Róbert főszerkesztő-helyettes

ISSN 0 133-3666

A kiadásért felel:

Radics Kornélia

az OMSZ elnöke

Készült:

HM Zrínyi Térképészeti Kft.

nyomdájában

800 példányban

Megjelent: 2014. április

Felelős vezető:

Dr. Bozsonyi Károly

igazgató

Évi előfizetési díja 1760 Ft

Megrendelhető az OMSZ

Pénzügyi és Számviteli Osztályán

1525 Budapest Pf. 38.

E-mail: legkor@met.hu

AZ ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT ÉS A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG SZAKMAI TÁJÉKOZTATÓJA

TARTALOM

CÍMLAPON

Szász Gábor a Magyar Meteorológiai Társaság tiszteletbeli elnöke

Elhunyt dr. Ambrózy Pál46

Szász Gábor 85 éves48

TANULMÁNYOK

Edelényi Márton, Pödör Zoltán, Jereb László és Manninger Miklós:

**Bükkfák éves növekedésmentének leírása sigmoid növekedési
függvényekkel**49

Rácz Csaba, Nagy János, Dobos Attila Csaba: **Meteorológiai információk
hasznosítása mezőgazdasági döntéstámogató rendszerekben**53

Gálos Borbála, Hänsler Andreas, Kindermann Georg, Rechid Diana, Sieck Kevin és
Jacob Daniela: **Esettanulmány a felszínborítás változás éghajlatmódosító
hatásának vizsgálatára Európában**57

Kamandiné Végh Ágnes, Csiha Imre and Keserű Zsolt: **Sziki kocsányos tölgy
állományok természetközeli felújítási kísérletei a klímaváltozás hatásai mellett**63

Major György: **Áttekintés a hazai pirheliométeres tevékenység évszázadáról**65

KÖZLEMÉNYEK

Wantuchné Dobi Ildikó és Vig Péter: **Meteorológiai vándorgyűlés és**

Erdő-Klíma konferencia Debrecenben72

**Magyar Meteorológiai Társaság XXXIV. Vándorgyűlése és a VII. Erdő És Klíma
Konferencia összefoglalói**74

KRÓNIKA

Sáhó Ágnes: **Meteorológiai Világnap 2013**82

Tánczer Tibor: **Ambrózy Pál temetésén elmondott beszéd**84

Rajhónáné Nagy Andrea: **2013 tavaszának időjárása**85

LIST OF CONTENTS

COVER PAGE

Gábor Szász Honorary President of Hungarian Meteorological Society is 85

In memory of dr. Pál Ambrózy46

Gábor Szász is 8548

STUDIES

Márton Edelényi, Zoltán Pödör, László Jereb and Miklós Manninger

**Description of Inter-Annual Girth Growth of Beech Trees by Sigmoidal
Growth Models**49

Rácz Csaba, Nagy János, Dobos Attila Csaba: **Utilization of Meteorological
Information in Agricultural Decision Support Systems**53

Borbála, Gálos, Andreas Hänsler, Georg Kindermann, Diana Rechid and Kevin Sieck:
Climatic Effects of Land Cover Change, Case Study of Europe57

Ágnes Kamandiné-Végh, Imre Csiha and Zsolt Keserű: **Nature-like Reforestation
Experiments of Pedunculate Oak (*Quercus Robur* L.) Stands Growing on
Salt-affected Soils influenced by Climate Change**63

György Major: **An Overview on the Century of Hungarian Activity Related to
Pyreheliometers**65

COMMUNICATIONS

Ildikó Wantuchné-Dobi and Péter Vig: **Meteorological Symposium as well as
Forest and Climate Conference in Debrecen**72

**Abstracts of the XXXIV. Symposium of Hungarian Meteorological Society and
VII. Forest and Climate Conference**74

CHRONICLE

Ágnes Sáhó: **World Meteorological Day 2013**82

Tibor Tánczer: **Speech at funeral of Dr. Pál Ambrózy**84

Andrea Rajhónáné Nagy: **Weather of Spring 2013**85

SZÁSZ GÁBOR, A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG TISZTELETBELI ELNÖKE, 85 ÉVES

PROFESSOR GÁBOR SZÁSZ THE HONORARY PRESIDENT OF HUNGARIAN METEOROLOGICAL SOCIETY IS 85 YEARS OLD

Dunkel Zoltán

Magyar Meteorológiai Társaság, dunkel.z@met.hu

A Magyar Meteorológiai Társaság 34. Vándorgyűlését Debrecenben tartotta együtt a VII. Erdő és Klíma Konferenciával. A helyszín és a téma megválasztása nem volt véletlen. Szász Gábor egész pályafutása Debrecenhez, a debreceni Egyetemhez, s az ahhoz kapcsolódó meteorológiai, agrometeorológiai mérésekhez kapcsolódik. Társaságunk tiszteletbeli elnöke 1927. szeptember 28-án született Békés nagyközségben. A Debreceni Tudományegyetem Bölcsészettudományi Karán szerzett földrajz-biológia szakos tanári diplomát 1950-ben. Egyetemi hallgatóként demonstrátor a közben megalakult Természettudományi Kar Me-

ta a talajközeli légrétegben végbemenő átviteli, párolgási folyamatokat. A most hatvan éves kismacsi agrometeorológiai állomás, amelynek hosszú időn keresztül gazdája és felügyelője volt, mindig a lehető legmodernebb meteorológiai műszerekkel volt felszerelve. Itt folytak és ma is folynak fluxus mérések, amelyekből nyerhető adatok feldolgozásában mindig kivette részét. Oktatóként 5 egyetemi jegyzetet és 4 tan-, illetve kézikönyvet írt, melyeknek egy részét a szomszédos országok agrár-felsőoktatásában is használták. Legismertebb tankönyve az 1997-ben megjelent *Meteorológia mezőgazdákknak, kerté-*



A Vándorgyűlés megnyitása az Agrárcentrum dísztermében Nagy János Centrum elnök köszönti Szász Gábort

teológiai Tanszékén. Diplomája megszerzése után gyakoronok, majd tanársegéd, s 1952-55 között a Tudományos Minősítő Bizottság döntése alapján meteorológus aspiráns lett. Kandídátusi értekezését 1956-ban védte meg. Az egyetemen tudományos munkatársként oktatott. 1960-tól a Debreceni Mezőgazdasági Akadémia, későbbi Debreceni Agrártudományi Főiskolán, majd Egyetemen docensként tanította az agrometeorológiát. 1958-ban és 1966-ban doktori szigorlatot tett. Oktatói munkáját nyugdíjazásáig folytatta. 1972-ben nevezték ki egyetemi tanárnak. Oktatói és kutatói munkája elsősorban a *mezőgazdasági vízgazdálkodás* kérdésköréhez kapcsolódik. Egész pályafutása alatt mindig azon volt, hogy a legújabb, legfrissebb dolgokat építse be oktatói és kutatói tevékenységébe. Elsők között foglalkozott a távérzékelés agrometeorológiai hasznosításának lehetőségeivel. A vízgazdálkodási kérdések vizsgálatakor nemcsak a nagytérsegi, átfogó, s inkább statisztikai módszerek kötötték le figyelmét, hanem elmélyülten tanulmányoz-

szeknek, erdészeknek. A könyv 1997-ben a Magyar Meteorológiai Társaság *Szakirodalmi*, 1998-ban az Oktatási Minisztérium és a Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztérium Intézményközi Tankönyvkiadási Szakértői Bizottsága *Nívódíját* is elnyerte. Oktatási tevékenysége mellett széles körű közéleti, vezetői tevékenységet is folytatott. Több mint 40 éven át folyamatosan részt vett az MTA különböző tudományos bizottságaiban, illetve látott el időszakos megbízások alapján vezetői teendőket. 1970-80: tudományos dékánhelyettes, 1987-93: tanszékvezető, 1983-1989: rektor, 1989-92: rektorhelyettes. Egyetemi és akadémiai munkája mellett a Magyar Meteorológiai Társaságban is tevékenykedett, két cikluson keresztül, 1980-1990, a Társaság elnöke. A Társaság a meteorológiai szakma érdekében végzett munkáját 1978-ban Steiner Lajos emlékéremmel, 1974-ben, 1988-ban és 1998-ban Szakirodalmi Nívódíjjal ismerte el. Az MTA doktora (1999), professzor emeritus (1997).

Tisztelt Professzor Úr, kedves Elnök Úr, kívánunk boldog születésnapot, töretlen munkakedvet és jó egészséget!

BÜKKFÁK ÉVI NÖVEKEDÉSMENETÉNEK LEÍRÁSA SZIGMOID NÖVEKEDÉSI FÜGGVÉNYEKKEL

DESCRIPTION OF INTER-ANNUAL GIRTH GROWTH OF BEECH TREES BY SIGMOID GROWTH MODELS

Edelényi Márton¹, Pödör Zoltán², Jereb László³, Manninger Miklós⁴

¹Nyugat-magyarországi Egyetem, Faipari Mérnöki Kar, 9400 Sopron, Bajcsy-Zsilinszky u. 9., edelenyim@inf.nyme.hu

²Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, 9400 Sopron, Ady Endre út 5., podzol@emk.nyme.hu

³Nyugat-magyarországi Egyetem, Faipari Mérnöki Kar, 9400 Sopron, Bajcsy-Zsilinszky u. 9., jereb@inf.nyme.hu

⁴Erdészeti Tudományos Intézet, Ökológiai és Erdőművelési Osztály, 1027 Budapest, Frankel L. u. 1., manningerm@erti.hu

Összefoglalás. Tanulmányunkban azt vizsgáljuk, hogy mátrai bükkök éven belüli kerületnövekedési adataira az erdészeti szakirodalomban leggyakrabban alkalmazott három szigmoid függvény (logisztikus, Gompertz-, Richards-függvény) közül melyik illeszkedése a legmegfelelőbb. Az illesztett függvény jószágát az Akaike-súllyal (w), az illeszkedést pedig a korrigált determinációs együtthatóval jellemeztük. A hat fa 10 évnél adatát évekre és fák szerinti bontásban, illetve összevontan is értékeltek. Ezek alapján megállapítható, hogy mindhárom függvény jól használható ilyen típusú illesztési feladatokhoz, de a legjobb eredményt a Richards-függvény adja az Akaike-súly tekintetében.

Abstract. Three widely used sigmoid growth models (logistic, Gompertz, Richards) were compared on inter-annual girth growth data of six dominant or co-dominant beech trees. In Mátra To choose the best model, we examined two statistical criteria: the Akaike-weight (w) and the modified coefficient of determination. The results were grouped by years (2002–2011) and trees, and the aggregated values were evaluated as well. We came to the conclusion that all the three models can be applied to the growth curve, but Richards model gave the best Akaike-weight.

Bevezetés. A természetben és a mesterséges környezetben számos olyan jelenséget ismerünk, melynek időbeli alakulása kezdetben exponenciális jellegű, azonban egy bizonyos szint fölött a folyamatok megfordulnak, lelassulnak. Erre példát szolgáltathatnak különböző gazdasági folyamatok is, de a fák éven belüli növekedésmenete is így jellemezhető.

Az erdészeti kutatásban többen is használták a fák éven belüli növekedésmenetére illesztett görbéket, illetve azokból származtatott adatokat. Bouriaud et al. (2005) lucfenyő növekedésmenetére illesztettek Gompertz-függvényt, s az így kapott görbét a mérethez tartozó dátum pontos meghatározására használták. Cufar et al. (2008) bükkfák évgűrű-kialakulását, időbeli növekedését vizsgálták Gompertz-függvénnyel. Deslauriers et al. (2009) nemesnyár-fajták átmérő- és hossznövekedési adataira illesztettek Gompertz-függvényt, és ennek segítségével számolták ki az átlagos évi növekedést. Seo et al. (2011) erdeifenyők növekedésmenetét elemezték Gompertz-függvénnyel, miközben a függvényt az adatok szűrésére is alkalmazták. Jezik et al. (2011) szintén a Gompertz-függvényt alkalmazták bükkfák átmérő-növekedésének jellemzésére. A változás sebességét (a függvény első deriváltját) szintén vizsgálták, és mindkét esetben szoros illeszkedést állapítottak meg.

Sigmoid növekedési görbéket más irányú kutatásokban is alkalmaztak. Deslauriers és Morin (2005) balzsamfenyők sejtképzésének elemzéséhez Gompertz-függvényt használt. McCarthy és Weetman (2006) kor- és méreteloszlásokat vizsgáltak boreális erdőkben, és az újulat korátmérő, valamint kor-magasság viszonyát elforgatott Chapman-Richards szigmoid görbével közelítették. Petritan et al. (2009) egy idős bükkös felújulási szintjének éves átmérő- és hajtáshossz-növekedését vizsgálták a

megvilágítás függvényében. A növekedési modellek közül a logisztikust, a Michaelisz-Menten-, a Gompertz- és a Chapman-Richards-függvényt hasonlították össze, és közülük a determinációs együttható (R^2) és az Akaike információs kritérium alapján a logisztikust találták a legjobbnak.

Tanulmányunkban azt vizsgáljuk, hogy mátrai bükkök éven belüli kerületnövekedési adataira a kiválasztott függvények közül melyik illeszkedése a legmegfelelőbb. Ismertetjük a felhasznált adatokat, az alkalmazott növekedési függvényeket, az illesztés módját és eredményeit.

Felhasznált adatok. A vizsgálatokhoz az Erdészeti Tudományos Intézet által működtetett intenzív erdészeti monitoring mátrai bükkösének 2002–2011 közötti adatait használtuk fel. A 100 éves bükkös kerületmérő szalaggal felszerelt kimagasló vagy uralkodó szintű fái közül a hat legjobb növekedést mutató fát választottuk ki. A heti gyakoriságú mérések eszköze a mellmagasságban felszerelt és Járó Zoltán által módosított Liming-féle szalag volt. Az éves adatsorból a vegetációs időszakot magába foglaló április 1. és október 31. közötti időszak adatait vontuk be az elemzésbe, hogy kizárólag a növekedéssel, a szervesanyag-képzéssel összefüggő méretváltozásokat vizsgáljuk. A bükk fafaj mellett azért döntöttünk, mert a legtöbb fafajtól eltérően évi növekedésmenete elég egyenletes, nincsenek benne nagy ugrások, törések, tehát függvény illesztésre jó lehetőséget teremt.

Közelítő függvények, illesztés, modellkiválasztás. A vizsgálatba bevont fák éven belüli növekedésmenete „S” alakot leíró, ún. telítődési (szigmoid) függvényekkel közelíthető (1. ábra). A telítődési függvények jellemzője, hogy a rövid, lassú kezdeti növekedés után egy intenzívebb szakasz következik, ami után a lassú, befejező nö-

vekedés egy telítődési ponthoz tart. A dinamikus növekedési folyamat a görbe inflexiós pontján fordul át a lassabb növekedésre. A telítődési függvénynek három jellegzetes, biológiai jelentéssel is bíró pontja van: az intenzív növekedés kezdete (λ), a növekedés meredeksége (μ), valamint a telítődési érték (A).

Az erdészeti kutatásban több növekedési függvényt is alkalmaznak, amelyekről először Zeide (1993) készített összefoglaló értékelést. Az alkalmazott függvényeket rendszerint az inflexiós pontok száma szerint lehet csoportosítani. Az 1. ábra alapján látható, hogy a bükkfák növekedésmentét egy inflexiós pontú függvényekkel lehet közelíteni, melyek közül hármat választottunk ki: a logisztikus y_L , a Gompertz- (y_G) és a Richards-függvényt (y_R).

A telítődési görbék egy jelentős része (pl. a logisztikus) szimmetrikus görbét határoz meg, azonban sok esetben a vizsgált folyamatok nem ennyire szabályosak. A Gompertz-görbe nem szimmetrikus, inflexiós pontja előrébb, mintegy a telítődési szint harmadánál található. A Richards-függvény inflexiós pontjában felvett függvényértéket a V paraméter értéke határozza meg.

Az eredeti függvényparamétereknek csak matematikai jelentése van, kezdeti értéküket nehéz meghatározni, ezért Zwietering et al. (1990) a növekedési folyamat jellemzőit (λ, μ, A) kifejezte az alapmodell paramétereinek függvényeként, majd visszahelyettesítette azokat az eredeti képletbe:

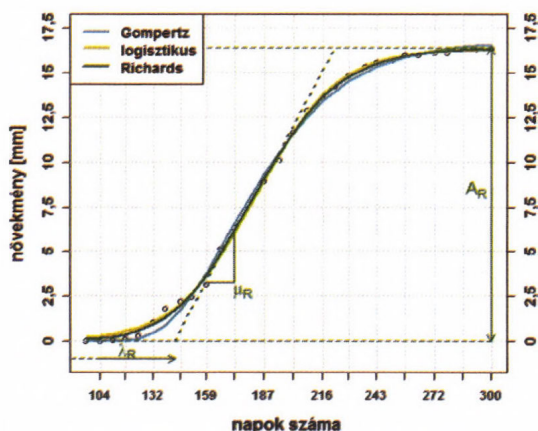
$$y_L = \frac{a}{1+e^{b-ct}} \rightarrow \frac{A}{1+e^{(a+(\lambda-t)\mu/A)}}$$

$$y_G = ae^{-e^{(b-ct)}} \rightarrow Ae^{-e^{(a-(\lambda-t)\mu/A)}}$$

$$y_R = a(1+ve^{k(\tau-t)})^{-1/v} \rightarrow$$

$$A(1+ve^{(1+v)e^{\mu/A(1+v)(1+1/v)(\lambda-t)}})^{-1/v}$$

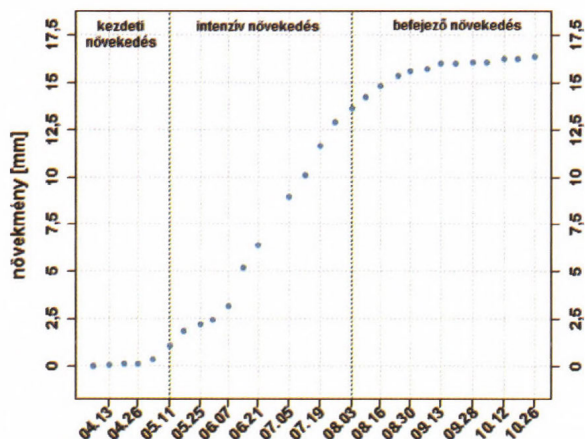
A mintaadatokra az illesztést az R szoftver (R Development Core Team, 2012) grofit csomagjával vé-



2. ábra:

A 2010-es növekedésmentre illesztett függvények

geztük el. A grofit csomag magába foglalja a fenti függvényeket, a nemlineáris legkisebb négyzetes (Gauss-Newton) illesztést alkalmazza, és a kezdeti értékeket automatikusan határozza meg (Kahm et al., 2010). A modellek rangsorolása az Akaike módosított információs



1. ábra:

Az éven belüli növekedésmentre görbéje (22-es fa, 2010)

kritériumon alapuló súly (w) szerint történt. A kritérium információelméleten alapul, kompromisszumot keres a paraméterbecslésből származó torzítás (bias) és a variancia között, továbbá bünteti a több paraméter használatát. A w értéke valószínűségként is értelmezhető, azt mutatja, hogy az adott adatok alapján a modell mennyire közelíti jól a folyamatot (Burnham, Anderson, 2002). Az R szoftverben a w értékét az AICmodavg bővítménnyel számoltuk (Mazerolle, 2012). Az illeszkedés jóságát a korrigált determinációs együtthatóval (R^2) jellemeztük, ami a w -hez hasonlóan figyelembe veszi a paraméterek számát is.

1. táblázat: A 2010-es növekedésmentre illesztett függvények paraméterei és modellértékelési jellemzői

22-es fa adatai (2010)	λ	μ	A	w	R^2
Gompertz (G)	141	0,20	16,84	0,00	0,9971
logisztikus (L)	145	0,21	16,27	0,24	0,9987
Richards (R)	143	0,21	16,39	0,76	0,9989

Eredmények. A vizsgált függvényeket a 22-es fa 2010-es növekedésmentén szemléltetjük (2. ábra). Az ábrán bejelöltük a Richards-függvény paramétereit is. A 2010-es évhez tartozó számítási eredményeket összefoglaló 1. táblázat alapján az látszik, hogy az Akaike-súly szerint ($w=0,76$) a Richards-függvény adja a legideálisabb illesztést. Az illeszkedések jóságát a statisztikában elfogadott R^2 értékkel jellemezve mindegyik modell elég pontos közelítést ad. A kapott paraméterértékek elemzésekor megállapítható, hogy a növekedés kezdetére pár nap különbség jön ki: a Gompertz-függvény szerint indul be a növekedés a legkorábban ($\lambda=141$), míg a logisztikus függvény szerint a legkésőbb ($\lambda=145$). A növekedés

mértékét jelző paraméter (A) esetében a legnagyobb értéket a Gompertz-, a legkisebbet a logisztikus függvény adja. A legnagyobb és a legkisebb érték között a különbség mindössze 0,57 mm, ami nem túl jelentős, alig 4%-nyi eltérés. A növekedés meredeksége (μ) mindhárom modell esetében gyakorlatilag azonosnak tekinthető.

Gompertz-, illetve a Richards-függvény adta a legjobb eredményeket. Látható az is, hogy csupán egyetlen olyan év volt (2006), amikor a logisztikus függvény jobb eredményt adott a másik két modellhez képest. A vizsgált 10 évben négy alkalommal a Richards-, két esetben a Gompertz-, egyszer a logisztikus függvény mutatta a leg-

2. táblázat: Modellillesztési eredmények évek szerinti bontásban

évek alapján (<i>n</i> =6)		2003	2002	2004	2005	2006	2007	2008*	2009	2010	2011
G	legjobb modell	0	3	0	2	1	3	3	3	4	4
	<i>w</i> átlag	0,06	0,53	0,26	0,34	0,19	0,44	0,37	0,45	0,49	0,56
	<i>R</i> ² átlag	0,9958	0,9956	0,9978	0,9979	0,9918	0,9970	0,9986	0,9966	0,9978	0,9978
L	legjobb modell	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
	<i>w</i> átlag	0,00	0,00	0,00	0,01	0,36	0,03	0,00	0,04	0,04	0,00
	<i>R</i> ² átlag	0,9880	0,9899	0,9967	0,9967	0,9929	0,9953	0,9953	0,9942	0,9959	0,9960
R	legjobb modell	6	3	6	4	2	3	4	3	2	2
	<i>w</i> átlag	0,94	0,47	0,74	0,65	0,45	0,53	0,63	0,51	0,47	0,44
	<i>R</i> ² átlag	0,9968	0,9958	0,9983	0,9983	0,9933	0,9973	0,9987	0,9968	0,9982	0,9980

A hat fa összes növekedésmenetére vonatkozó számítások eredményeit a 2-4. táblázatokban foglaljuk össze. A 2. táblázatban évek (2002-2011), a 3. táblázatban fák szerinti bontásban adjuk meg az adatokat, míg a 4. táblázat összevontan tartalmazza az összes esetre vonatkozó eredményeket.

A legjobbnak nevezett modell kiválasztása, ahogyan azt már korábban említettük, az Akaike módosított információs kritériumon alapuló súly (w) alapján történt. A modellek jóságát és illeszkedését jellemző paraméterek (w és R^2) átlagos értékén az adott modell teljes mintaszámra (hat fára vagy 10 évre) vonatkozó értékeinek átlagát értjük, tehát nem csak azoknak az átlagát, mikor az adott modell a legjobb illeszkedést adta. Ezek alapján vizsgálható, hogy:

- az egyes években a három modell közül melyik hány faegyednél mutatta a legjobb illeszkedést (évek szerinti bontás)
- az egyes faegyedek esetében a 10 év alatt melyik görbe hány alkalommal bizonyult jobbnak a többinél (fák szerinti bontás).

A 2. táblázat adatai alapján például megállapítható, hogy 2002-ben mind a hat fánál a Richards-függvény volt a legjobb modell. Ugyanakkor 2009-ben 3-3 fára a

jobb illeszkedést a fák többségére. Három évben pedig a Gompertz- és Richards-függvény is azonos számú (3-3) fára bizonyult a legjobbnak. Az Akaike-súly átlagát figyelembe véve az évek többségében (7 esetben) a Richards-függvény volt a legjobb, míg a többi esetben a Gompertz. A logisztikus modell egyik évben sem volt jobb, mint a másik kettő.

A fák szerinti bontásban (3. táblázat) a Richards négy-szer (4, 19, 22 és 26-os fák), a Gompertz két esetben (2, 21-es fák) tekinthető a legjobbnak. Az Akaike-súlyokból képzett átlagok szempontjából egyértelműen a Richards-függvény adja a legjobb eredményt.

Az elvégzett 60 illesztés összevont eredményei alapján (4. táblázat) megfogalmazható, hogy a három vizsgált függvény közül a logisztikus adta a leggyengébb eredményeket, a Gompertz- 23, míg a Richards-függvény 35 esetben bizonyult a legjobbnak. Ugyanakkor az illeszkedés jóságát tekintve a logisztikus függvény is alkalmas az ilyen jellegű feladatra.

Konklúzió. A vizsgálatba bevont három függvény mellett más hasonló modelleket is említ a szakirodalom, azonban a kiválasztottak fordulnak elő leggyakrabban az ilyen jellegű feladatokban. A függvények illesztésével célunk az volt, hogy az egyébként diszkrét adatsorokat folytonossá tegyük. Ez lehetőséget nyújt arra, hogy a hiányzó értékeket pótolhassuk, megkönnyíti a kiugró adatok ellenőrzését, minősítését, illetve ha szükséges, akkor javítását. Az előállított görbe jellegzetes szakaszainak, pontjainak (pl. intenzív növekedés kezdete és vége, inflexió pont) egzakt meghatározása segítséget nyújthat a növekedés és a környezeti tényezők összefüggéseinek vizsgálatához is.

A vizsgálatokból megállapítható, hogy a korrigált determinációs

3. táblázat: Modellillesztési eredmények fák szerinti bontásban

fák alapján (<i>n</i> =10)		2	4	19	21	22	26*
G	legjobb modell	6	2	4	6	2	3
	<i>w</i> átlag	0,41	0,26	0,48	0,50	0,16	0,41
	R ² átlag	0,9973	0,9946	0,9970	0,9972	0,9974	0,9967
L	legjobb modell	1	1	0	0	1	0
	<i>w</i> átlag	0,07	0,07	0,00	0,01	0,11	0,03
	R ² átlag	0,9950	0,9926	0,9919	0,9935	0,9975	0,9940
R	legjobb modell	3	7	6	4	7	8
	<i>w</i> átlag	0,52	0,67	0,52	0,50	0,73	0,56
	R ² átlag	0,9977	0,9951	0,9973	0,9974	0,9985	0,9969

együttható alapján a három módszer között nincs számottevő különbség, bármelyik alkalmas lehet az illesztési feladatok elvégzésére. A módszerek között az Akaike-súly alapján már jelentősebb eltérés figyelhető meg. A vizsgált bükkfák növekedésmentére mind a legjobb modell gyakorisága, mind az Akaike-súly alapján a legjobb illeszkedést a Richards-függvény mutatja.

4. táblázat: Összevont modellillesztési eredmények

összes együtt (n=60) *	G	L	R
legjobb modell	23	3	35
w átlag	0,37	0,05	0,58
R ² átlag	0,9967	0,9941	0,9971

Irodalom

- Bouriaud, O., Leban J.-M., Bert, D. and Deleuze, C., 2005: Intra-annual variations in climate influence growth and wood density of Norway spruce. *Tree Physiology* 25, 651–660
- Burnham, K. P. and Anderson, D. R., 2002: Model Selection and Multi-Model Inference. *Springer Verlag*
- Cufar, K., Prislan, P., de Luis, M. and Gricar, J., 2008: Tree-ring variation, wood formation and phenology of beech (*Fagus sylvatica*) from a representative site in Slovenia, SE Central Europe. *Trees* 22, 749–758
- Deslauriers, A. and Morin, H., 2005: Intra-annual tracheid production in balsam fir stems and the effect of meteorological variables. *Trees* 19, 402–408
- Deslauriers, A., Giovannelli, A., Rossi, S., Castro, G., Fragnelli, G. and Traversi, L., 2009: Intra-annual cambial activity and carbon availability in stem of poplar. *Tree Physiology* 29, 1223–1235
- Jezik, M., Blazeneca, M., Strelcova, K. and Ditmarova, L., 2011: The impact of the 2003–2008 weather variability on intra-annual stem diameter changes of beech trees at a submontane site in central Slovakia. *Dendrochronologia* 29, 227–235
- Kahm, M., Hasenbrink G., Lichtenberg-Frate, H., Ludwig, J. and Kschischo, M., 2010: Fitting Biological Growth Curves with R. *Journal of Statistical Software* 33, 1–21
- Mazerolle, M. J., 2012: Model selection and multimodel inference based on (Q)AIC(c). <http://CRAN.R-project.org/package=AICcmodavg>
- McCarthy J. W. and Weetman, G., 2006: Age and Size Structure of Gap-Dynamic, Old-Growth Boreal Forest Stands in Newfoundland. *Silva Fennica* 40, 209–230
- Petrutan, A. M., von Lupke, B. and Petrutan, I. C., 2009: Influence of light availability on growth, leaf morphology and plant architecture of beech (*Fagus sylvatica* L.), maple (*Acer pseudoplatanus* L.) and ash (*Fraxinus excelsior* L.) saplings. *European Journal of Forest Research* 128, 61–74
- R Development Core Team, 2012: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, <http://www.R-project.org>
- Seo, J.-W., Eckstein, D., Jalkanen, R., and Schmitt, U., 2011: Climatic control of intra- and inter-annual wood-formation dynamics of Scots pine in northern Finland. *Environmental and Experimental Botany* 72, 422–431
- Zeide, B., 1993: Analysis of Growth Equations. *Forest Science* 39, 594–616
- Zwietering, M. H., Jongenburger I., Rombouts F. M., and Van't Riet K., 1990: Modeling of the Bacterial Growth Curve. *Applied and Environmental Microbiology* 56(6), 1875–1881

METEOROLÓGIAI INFORMÁCIÓK HASZNOSÍTÁSA MEZŐGAZDASÁGI DÖNTÉSTÁMOGATÓ RENDSZEREKBE

UTILIZATION OF METEOROLOGICAL INFORMATION IN AGRICULTURAL DECISION SUPPORT SYSTEMS

Rácz Csaba, Nagy János, Dobos Attila Csaba

Debreceni Egyetem, AGTC Földhasznosítási, Műszaki és Területfejlesztési Intézet,

4032 Debrecen, Böszörményi út 138. raczcs@agr.unideb.hu, nagyjanos@agr.unideb.hu, dobosa@agr.unideb.hu

Összefoglalás. A Debreceni Egyetem, Agrár- és Gazdálkodástudományok Centrumának Földhasznosítási, Műszaki és Területfejlesztési Intézete 2009-ben kezdte meg elsősorban a Tiszántúlon (gyümölcsös, szántóföld) több mint 30 állomásból álló, s jelenleg is bővülő agrometeorológiai mérőhálózatának kiépítését. A mérőhálózatra, valamint a debrecen-kismacsi és -látóképi obszervatórium kutatási és együttműködési eredményeire támaszkodva olyan ágazatspecifikus döntéstámogató rendszer kiépítését céloztuk meg, melynek elsődleges operatív területei a fajspecifikus vízstresszhelyzetek felmérése, a fagyvédelmi és a növényvédelmi beavatkozások optimális időpontjának meghatározása.

Abstract. In 2009, Institute for Land Utilisation, Regional Development and Technology of the Centre for Agricultural and Applied Economic Sciences of University of Debrecen started to build up its still extending agrometeorological measurement network mainly in the Trans-Tisza region (orchards, plough-lands) which consists of 30 stations. Based on this network and the results of research and cooperation between the Debrecen-Kismacs and Látókép observatories, we set the aim to build a sector-specific decision support system whose primary operative areas are assessment of species-specific water stress situation and determination of the best timing of frost and crop protection operations.

Bevezetés. Hazánk medencejellegeből és változékony, kontinentális klímájának sajátosságaiból adódóan a mezőgazdasági termelésnek, különösen a növénytermesztés ágazatának a kezdetektől fogva szembe kellett néznie a gyakran káros időjárási hatásoknak való nagyfokú kitettségével. Térségünkben éppúgy számolni kell a hosszan

önmagában is veszélyes mértékben növeli a növénytermesztés klímaérzékenységét.

Agroökonómiai szemszögből kritikus, hogy a gazdálkodó képes-e stabil mennyiségi és minőségi színvonalú termelést megvalósítani, végeredményben a beruházásainak megtérüléséhez szükséges szintet elérni és fenntarta-



1. ábra: A DE-AGTC Agrometeorológiai Obszervatóriumának mérőkertje



2. ábra: Az eAGRO állomáshálózata 2012 nyarán

tartó szárazság, aszály, illetve a forró napok stresszhatásával, mint a vízborítás, időnkénti áradások, valamint a téli extrém lehűlések, a korai-kései fagyok és a heves időjárási események okozta termés kieséssel. Az alkalmazkodás nehézségét jelentős részben éppen ez a többirányú kitettség adja, s még ha a feltételezett klímaváltozás következményeivel nem is számolunk, a termés intenzitásának növekedése, a magasabb termésszint

ni. Nyilvánvaló az is, hogy a termés színvonalát, biztonságát emelni hivatott berendezések – legyen szó öntözőrendszerről vagy akár fagyvédelmi rendszerről – csak magas hatékonyság mellett üzemeltethetők gazdaságosan. Ennek eléréséhez a meghatározó meteorológiai tényezők természeténél fogva igen nagy mennyiségű naprakész és könnyen alkalmazható információra van szükség. Az elérhető legnagyobb pontosság mellett agrár-

információs döntéstámogató rendszerünk, az eAGRO fejlesztése során elsősorban e két szempontot tartottuk és tartjuk szem előtt.

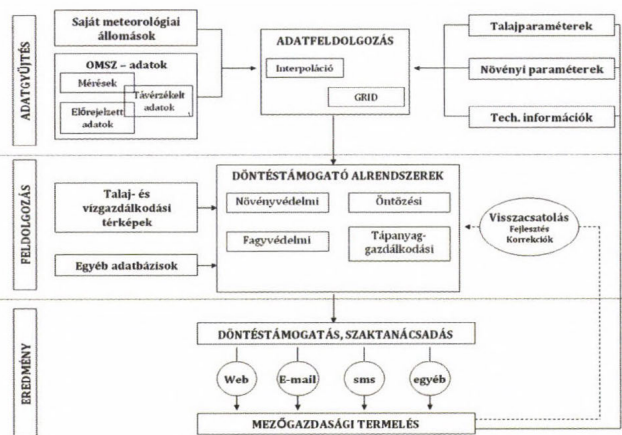
A rendszerfejlesztés háttere, finanszírozása, története.

A DE AGTC-ban folyó agrometeorológiai kutatások közel 100 éves múltja tekintenek vissza. Az egyetemen működő, fennállásának idén 60. évfordulóját ünneplő Agrometeorológiai Observatóriumnak (1. ábra) köszönhetően, hazai összehasonlításban egyedülálló módon

A kialakított platformmal szembeni legfontosabb elvárások:

- pontos, megbízható agrometeorológiai adatok gyűjtése,
- a mérés pontosságának folyamatos fenntartása, *kalibrálás*,
- kétirányú fejlesztési és adatszolgáltatási kommunikáció.

A rendszer legfontosabb funkciói:



3. ábra:

Az eAGRO döntéstámogató rendszer működésének sematikus rajza

több évtizedes adatsorok állnak rendelkezésre akár klímamodellezési, vagy természetstechnológiai optimalizációs kérdések (öntözés, tápanyag, növényvédelem), illetve egyéb feladatok megoldásához. Ugyanakkor az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) közös beruházás keretében a megvalósított fejlesztések korszerű alapot biztosítanak Magyarország klímaviszonyainak megismerésére, elemzésére. A megújult infrastrukturális háttér, a korszerű eszközök és a kutatási program eredményei országos és nemzetközi szinten is kiemelkedőek. A közös fejlesztések nyomán Debrecen-Látóképen az egyetem második agrometeorológiai kutatóállomása szintén megújult, magas színvonalú, állományklíma méréseket és fenológiai megfigyeléseket is magába foglaló mérési programmal rendelkezik. A két mérőállomás együttvéve kiváló alapot nyújt az alapkutatási céljaink megvalósításához.

A TECH-08 „Minőségi termelés és termésbiztonság növelése korszerű vízgazdálkodással és öntözéssel” projekt keretében, a Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma (DE AGTC), a KITE Mezőgazdasági Kereskedelmi és Szolgáltató ZRt-vel és az MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézetrel közösen indított K+F+I programot. A fejlesztés eredményeként felhasználóbarát és a lehető legszélesebb felhasználói kör (mezőgazdasági vállalatok, családi gazdaságok) távolhosszra férését biztosító európai színvonalú agrár-információs rendszer (eAGRO) jött létre.



4. ábra: Az eAGRO webes monitoring-

felületének órák áttekintő oldala

- adatgyűjtés, adatmegjelenítés
- meteorológiai adatok alapján agrár-specifikus (öntözés, növényvédelem, növényi fejlődés és növekedés, fagyelőrejelzés) modellezés,
- információk célorientált eljuttatása a felhasználókhöz (web, mobiltelefon, SMS).

A rendszer fejlesztésén belül különösen nagy hangsúlyt fektetünk a különböző becslő eljárások, algoritmusok, modellek hazai viszonyokra történő adaptációjára. Alapvető feladataink gerincét jórészt az ehhez kapcsolódó verifikációs, validációs és kalibrációs tevékenységek jelentik.

Az eAGRO-rendszer felépítése, működése. A rendszer alapját a 31 egyedileg konfigurált állomásból álló agrometeorológiai mérőhálózat jelenti, melyet folyamatosan, a 2012-es évben is további 7 állomással bővítünk. A hálózat e pillanatban elsősorban az alföldi keleti területeire koncentrálva 7 megyére terjed ki, a területi lefedettséget a 2. ábra mutatja be. Az állomások összesen 7 paramétert mérnek 5 másodperces mintavételezéssel, majd 10 perces időlépcsővel GPRS-en keresztül továbbítják az adatfeldolgozó központba.

A mért környezeti paraméterek:

- léghőmérséklet, relatív nedvesség (2 m)
- globálsugárzás/sugárzás egyenleg
- szélesség és szélirány
- csapadék
- levélnedvesség tartama

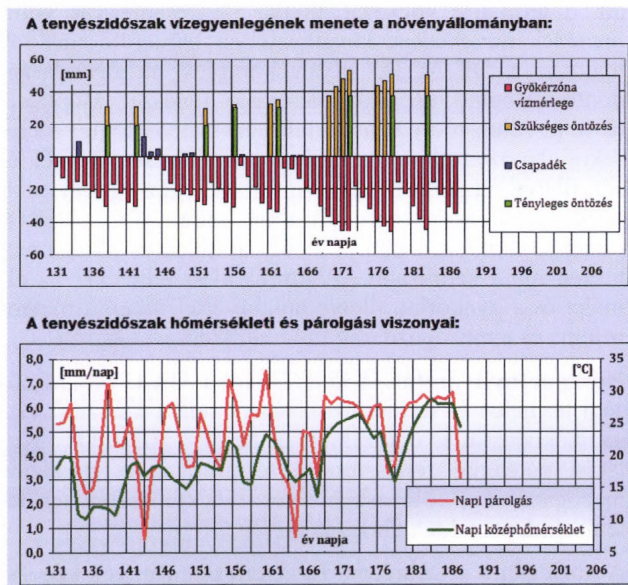
- talajhőmérséklet
- talajnedvesség (0-30, 30-60, 60-90 cm mélységben)

Az eAGRO működéséhez szükséges alapadatok másik nagy csoportját a növényállományok egyéb paraméterei jelentik, melyeket részben saját mérések, vizsgálatok alapján feltöltött adatbázisok, részben pedig a felhasználó által megadott adatok képeznek. Előbbi csoportba tartoznak a részletes talajadatok, így a különböző fizikai féleségekhez tartozó vízkapacitási határértékek, viszonyszámok. A rendszer által a gazdálkodótól igényelt valamennyi megadandó paraméter azonban – így a növényi fejlettséget jellemző fenológiai paraméterek, a különböző agrotechnikai-technológiai paraméterek és a talajadottságok – egyaránt kész adatbázisokból választható ki. Ez egyrészt a felhasználó munkájának könnyítését, másrészt a helytelen inputokból származó hibalehetőségek kiküszöbölését célozza, összességében pedig a minél hatékonyabb és pontosabb rendszerhasználatot segíti elő. A 3. ábrán látható működési séma alapján az alapadatok először feldolgozása után megtörténik azok interpolációja, GRID-rácpontokra történő kiszámítása, mellyel le-

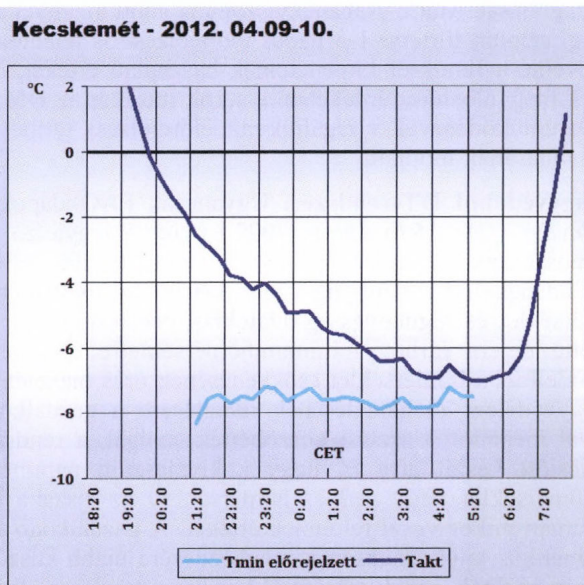
vizegyenlegét, növényvédelmi értelemben vett kórtörténetét, stb.

A rendszer outputjainak közzététele, maga a döntéstámogatási vagy szaktanácsadási tevékenység többféle médiumon keresztül valósul meg. Elsődlegesen a rendszer egyelőre védett webes felületén érhetők el a különböző produktumok, amit az e-mail és sms alapú riasztási szolgáltatás egészít ki. Mindezek mellett szaktanácsadási- és diszpécserközpont kialakítását is tervezzük a DE-AGTC területén, mely közvetlen adatszolgáltatással és képzések lebonyolítása révén segítheti majd a gazdálkodókat a hatékony rendszerhasználatban.

Az eAGRO legalapvetőbb funkciója a környezeti monitoring, azaz a mért adatok áttekintése 10 perces, órás, vagy napi bontásban, valamint az archiv adatok lekérdezése, mely egyaránt történhet numerikus vagy grafikus felületen. A 4. ábrán a rendszer 1.0 verziójának áttekintő felülete látható az állomások legfrissebb órás adataival <http://www.e-agrosystem.hu>.



5. ábra: Példa az öntözési döntéstámogató rendszer működésére: öntözési szükségletek zöldbab teszt növényenél a 2012-es tenyészidőben Dalmand-Szilfás állomáson



6. ábra: A fagyvédelmi döntéstámogató rendszer tesztüzeme 2012. 04.09-10-én, Kecskemét állomáson (T_{min} előrejelzett: a modell által előrejelzett hajnali minimumhőmérséklet, T_{akt} : a ténylegesen mért hőmérséklet értékei)

hetővé válik a térképes feldolgozás és vizualizáció. A tulajdonképpeni feldolgozási szakaszban különböző becslő algoritmusokkal, illetve egymásba ágyazott modell-szubmodell komplexumokkal állítjuk elő az egyes döntéstámogatási alrendszerek kimeneti értékeit. Ezen a szinten történik meg a talaj- és vízgazdálkodással kapcsolatos információk integrációja, valamint az egyéb adatbázisok bevonása az adatasszimiláció folyamatába, pl. adminisztratív adatok felhasználó- illetve táblaazonosítás céljából. Utóbbi célja a tábla- vagy állományalapú adatbázis kezelés, mely lehetővé teszi, hogy a gazdálkodó akár minden egyes tábláját külön adatbázisként vezethesse annak egyedi adottságaival, és követhesse nyomon

A továbbiakban a döntéstámogató alrendszerek közül az öntözési- és a fagyvédelmi rendszert mutatjuk be röviden:

Öntözési DT-rendszer. Döntéstámogató rendszereink legösszetettebb modellrendszerének a FAO ajánlások (Allen et al, 1998.) nyomán létrehozott öntözési alrendszert tekinthetjük, melynek alapvető funkciója a növényállomány mindenkorai vízmérlegének térbeli és időbeli modellezése. Jelentős bemenő adatigénye mellett számos szubmodellt integrál, mint pl. többféle párolgási modell, illetve növényfejlődési modell.

A rendszer óránként frissül és napi alapon számol, kimenete az állomány gyökérterének vízegyenlege, melyet az adott állomány vízigényének ismeretében a felhasználó számára tovább alakít aktuális öntözési igényné, azaz naponta tesz javaslatot a mm-ben kifejezett öntözési szükségletre, vagy annak szükségletességére. A gazdálkodó táblánként külön profilokat hozhat létre, ezeken követheti nyomon állományainak vízegyenlegét, s az alapvető inputokon kívül lehetősége van akár hatékonysági, vagy saját öntözési stratégiáját jellemző faktorokat is megadni, melyek alapján a rendszer tökéletesen személyre szabott, közvetlenül felhasználható információval látja el. Az 5. ábra egy feltételezett állomány vízegyenlegének és öntözési szükségleteinek modell szerinti alakulását mutatja be a 2012-es igen száraz tenyészidőszak adatai alapján. A rendszer ekkor igen gyakran jelez öntözővíz igényt, melyet egyéb iránt a mérések által tanúsított alacsony talajnedvességi értékek alá is támasztanak.

Az öntözési döntéstámogató rendszer egyike azon al-rendszereinknek, melyek kapcsán rövid távon is célul tűztük ki numerikus időjárás-előrejelző modell outputok integrálását. Már a csapadékvizszoynok adott bizonytalansági szinten történő 1-3 napos előrejelzése is jelentősen növelné a rendszer kimeneteinek használati értékét, ennek megvalósítása érdekében e sorok írásakor az OMSZ közreműködésével vizsgáljuk az előrejelzési termékek bevonásának módjait.

Fagyvédelmi DT-rendszer. Ugyancsak FAO-alapokon (Snyder - De Melo-Abreu, 2005.) nyugvó fagyjelző al-rendszerünk kimenete két fő elemből tevődik össze. Mindenekelőtt a napnyugta után két órával mért léghőmérséklet és légnedvesség adatokból becslést ad a napkelte idejére várható minimumhőmérsékletre, ezen felül modellezi a hőmérséklet csökkenésének órák menetét. A fagyvédelem megkezdésének időzítésére a gazdálkodó által megadott riasztási küszöbérték szolgál, a rendszer becslést készít arra is, hogy a kiválasztott paraméter (hőmérséklet vagy nedves hőmérséklet) az éjszaka folyamán mikor veszi fel ennek értékét. A gazdálkodó automatikus tájékoztatásának megkezdésére újabb küszöbérték szolgál, ennek elérésétől kezdve a rendszer kívánság szerinti gyakorisággal sms vagy e-mail üzenetet küld a legfrissebb számítások eredményéről.

A modellezés alapját az analóg esetek képezik, ezért szükséges egy, a védelmet igénylő helyszín korábbi jellegzetes fagyeseeményeinek paramétereit tartalmazó adatbázis felvétele. Az előrejelzés így értelemszerűen az ezen esetekhez leginkább hasonlatos feltételek fennállásakor lesz a legsikeresebb. A modell 20 percenként frissül az aktuális mért adatokkal, majd újabb becslést végez, ami jelenleg a rendszer egyetlen eszköze az időközben történő változások lekövetésére. Amellett, hogy modellünk a

2012 áprilisában tapasztalt fagyok idején indított tesztüzemben elvárásainkat felülmúlva teljesített (példaként ld. a 6. ábrát), az előrejelzési modellek kimeneteinek a modellbe történő integrálása – leginkább az időelőny növelése terén – szintén új távlatokat nyithat.

Fejlesztési irányvonalak. Az eAGRO-rendszer további fejlesztési területei vázlatosan:

- állomáshálózat bővítése
- alapkutatási feladatok: algoritmusok, szubmodullek tesztelése, kalibrációja
- talaj- és növény adatbázis folyamatos bővítése, kontrollja
- távérzékelte adatok integrációja
- nagyfelbontású időjárás előrejelző modell-kimenetek integrációja
- webes felület továbbfejlesztése

Összefoglalás. Napjainkra a mesterséges ökoszisztémák produkciós érzékenysége nagymértékben növekedett a magas genetikai potenciál és a környezeti, elsősorban klimatikus, tényezők gyakran szélsőséges változása miatt. A termelési kockázat, illetve a káresemények volumenének növekedése következtében felmerülő igények nyomán a DE-AGTC olyan komplex mezőgazdasági döntéstámogató és szaktanácsadási rendszer kiépítését tűzte ki célul, mely célorientált agrometeorológiai mérésekre alapozva elősegíti a károk megelőzését, mérséklését, illetve megbízható háttérinformációt szolgáltat adott stresszhatás környezeti körülményeire. Az eAGRO-rendszer mindezen kívül ideológiai síkon is funkcionál, hiszen mind szorosabb együttműködést feltételez az elmélet és a gyakorlat, illetve tágabb értelemben a meteorológia és a mezőgazdaság tudományterületei között.

Köszönetnyilvánítás. A kutatásokat a TECH-08 „Minőségi termelés és termésbiztonság növelése korszerű vízgazdálkodással és öntözéssel” és az FP-7 REGPOT „Kutatási potenciál fejlesztése a térinformatika, precíziós mezőgazdaság, földhasználat és vidékfejlesztés területén” című projektek támogatták.

A közlemény a Debreceni Egyetem tudományos képzési műhelyeinek támogatása című TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0024 projekt támogatásával jött létre.

Irodalom

- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D. and Smith, M., 1998. Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements. *FAO Irrigation and Drainage*. Paper No. 56. FAO, Rome
- Snyder, R. L. and De Melo-Abreu, J. P., 2005. Frost protection: fundamentals, practice and economics. *Vol 1-2. FAO Environment and Natural Resources series*. No. 10. FAO, Rome

ESETTANULMÁNY A FELSZÍNBORÍTÁS VÁLTOZÁS ÉGHAJLATMÓDOSÍTÓ HATÁSÁNAK VIZSGÁLATÁRA EURÓPÁBAN

CLIMATIC EFFECTS OF LAND COVER CHANGE, CASE STUDY OF EUROPE

Gálos Borbála¹, Hänsler Andreas², Kindermann Georg³, Rechid Diana²,
Sieck Kevin², Jacob Daniela²

¹Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Környezet- és Földtudományi Intézet,
9400 Sopron, Bajcsy Zsilinszky utca 4. bgalos@emk.nyme.hu;

²Climate Service Center, Germany, eine Einrichtung am Helmholtz-Zentrum Geesthacht

³IIASA, International Institute for Applied Systems Analysis, Austria

Összefoglalás. Az esettanulmány célja az erdőterület-növekedés éghajlati hatásainak, a klímaváltozás mérséklésében betöltött szerepének számszerűsítése Európában. A REMO regionális klímamodell segítségével vizsgáltuk, hogy a feltételezett potenciális erdőtelepítéssel milyen irányban és mértékben befolyásolhatók a 2071-2090-es időszakra előrevetített hőmérséklet- és csapadéktendenciák. A modellszimulációk eredményei alapján, potenciális erdőtelepítés feltételezésével nyáron a mérsékelt övi területek döntő része hűvösebb, csapadékosabb lehet. A legnagyobb hatás Német- és Lengyelország északi részén, valamint az ukrán-belorusz-orsz határvidéken várható. Ezeken a területeken az erdőtelepítés hatása a hőmérsékletre egy nagyságrenddel kisebb, mint az üvegházgáz koncentráció változásáé. A klímaváltozással járó csapadékmennyiség-csökkenés azonban szinte teljes egészében kiegyenlíthető lenne, és a szélsőségesen meleg és száraz napok gyakorisága csökkenhet. A vegetáció-klíma kölcsönhatások számszerűsítése nem csak az egyes felszínborítási típusok és földhasználati módok klímavédelmi szerepének összevetését, értékelését teszi lehetővé, hanem az éghajlatváltozás következményeinek megelőzését, enyhítését célzó ágazati stratégiák alapja is lehet.

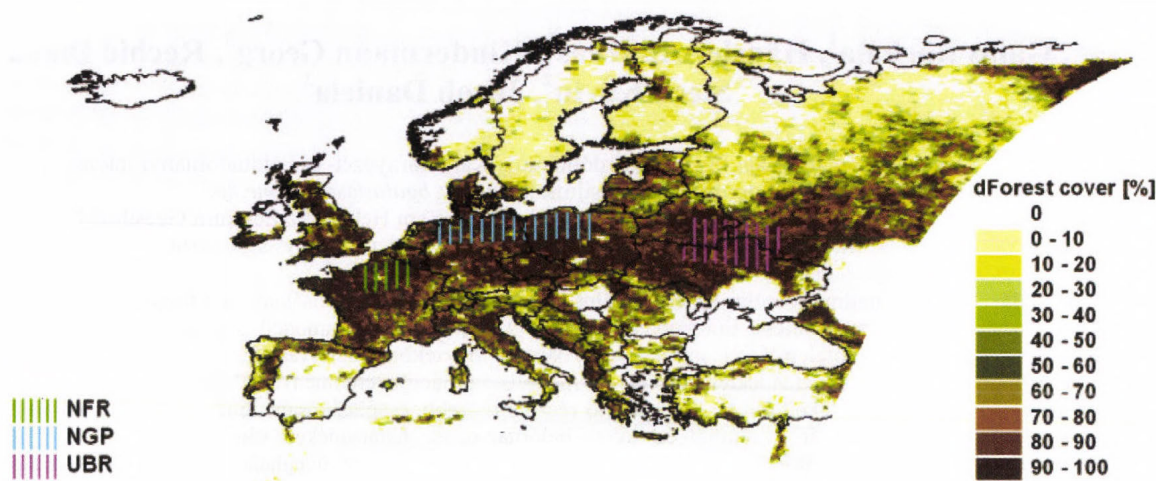
Abstract. A regional-scale case study has been carried out to assess the possible climatic benefits of forest cover increase in Europe. For the end of the 21st century (2071-2090) it has been investigated, whether the projected climate change could be reduced assuming potential afforestation of the continent. The magnitude of the biogeophysical effects of enhanced forest cover on temperature and precipitation means and extremes have been analyzed relative to the magnitude of the climate change signal applying the regional climate model REMO. The simulation results indicate that in the largest part of the temperate zone potential afforestation may reduce the projected climate change through cooler and moister conditions, thus could contribute to the mitigation of the projected climate change for the entire summer period. The largest relative effect of forest cover increase can be expected in northern Germany, Poland and Ukraine. Here, the projected precipitation decrease could be fully compensated, the temperature increase could be relieved, and the probability of extremely warm and dry days could be reduced. Results can help to identify the areas, where forest cover increase could be the most effective from climatic point of view and provide an important basis of the future adaptation strategies and land use policy.

Bevezetés. A felszínborítást egyrészt természeti tényezők, másrészt antropogén hatások (tájhasználat, földhasználati és földbirtok politika) befolyásolják, alakítják. Európában a 21. századi klimatikus tendenciákkal, valamint a mező-, erdő- és vízgazdálkodásra, emberi egészségre és infrastruktúrára gyakorolt hatásaival számos nemzetközi kutatási projekt foglalkozott (Christensen et al. 2007, Jacob et al. 2008, van den Linden-Mitchell 2009). A klímaváltozás hatására bekövetkező felszínborítás változás hazánkban már megfigyelhető. Itt, a zárt (zonális) erdő és számos zonális fafaj elterjedésének alsó határán (Mátyás et al. 2009), az elmúlt évtizedek súlyos aszályai eredményeként a humidabb klímát kedvelő állományalkotó fafajaink elterjedési területének drasztikus csökkenését figyelték meg (Mátyás et al. 2010, Berki et al. 2009, Czúcz et al. 2011, Führer et al. 2011). Ha a 21. században az előrejelzések szerint folytatódik a szélsőségesen száraz időszakok gyakoriságának és hosszának növekedése (Szalai és Mika 2007, Bartholy et al. 2007, Gálos et al. 2009, Hollósi et al. 2011, Bartholy et al. 2011), a hatások fokozottabban jelentkezhetnek.

A vegetáció nem csupán klímaindikátor és hatásviselő, hanem az időjárás és az éghajlat alakításában is kulcsszerepet játszik. A vegetációval borított felszínnek a csupasz talajhoz képest alacsonyabb az albedója, nagyobb az érdessége és párologtató felülete, ezáltal hat a légkör energia- és vízháztartására (biogeofizikai hatások; Bonan 2008). A felszínborítás és változása összetett kölcsönhatás-folyamatokon keresztül visszahat a klímára, erősítheti vagy mérsékelheti az üvegházgáz koncentráció változásából eredő klímaváltozást. Drüsler et al. (2009, 2010) Magyarországra, a XX. századra kimutatta, hogy a földhasználat változás képes befolyásolni az éghajlatot és az időjárást. A mérsékelt égövben az erdők klimatikus szerepe regionális léptékben vitatott (Bonan 2008, Jackson et al. 2008). Egyes kutatások szerint, ha az erdőterületeket mezőgazdasági művelés alá vonják, csökken a hőmérséklet (Anav et al. 2010). Más tanulmányok alapján a gyepek és a szántók erdősítése indukál hűtő és csapadék-növelő hatást (Hogg et al. 2000, Sánchez et al. 2007), melyet Gálos et al. (2011, 2012b) hazai erdőkre végzett esettanulmánya is alátámasztott.

A felszínborítás és földhasználat változás klimatikus hatásainak megértése, számszerűsítése nélkülözhetetlen az éghajlatváltozás következményeinek megelőzését, enyhítését célzó stratégiák kidolgozásához. Európában ebben a

- üvegházgáz (ÜHG) koncentráció változás az A2-es IPCC-kibocsátási forgatókönyv szerint (IPCC 2007) a 2071-2090-es időszakra, változatlan erdőterülettel,



1. ábra: Az erdőterület növekedése [%] a potenciális erdőtelepítés feltételezésével. Csikozással jelölve a részletesebben elemzett térségek: Észak-Franciaország (NFR), Német- és Lengyelország északi része (NGP), Ukrajn-belorusz-országi határvidék (UBR).

témában jelenleg kevés komplex elemzés és kutatási eredmény létezik. Ezért ezt a problémakört vizsgálta a CC-TAME EC-FP7-es projekt (www.cctame.eu) is, melynek keretében arra a kérdésre kerestünk választ, hogy mekkora az erdőtelepítés éghajlati hatása Európában, valamint mekkora szerepet töltenek be az erdők a

- ÜHG koncentráció változás az A2-es kibocsátási forgatókönyv szerint a 2071-2090-es időszakra, potenciális erdőtelepítés feltételezésével. A potenciális erdőtelepítési térkép Európa nettó primer produkció térképe alapján készült, melyet MODIS (Moderate-Resolution Imaging Spectroradiometer) műhold ada-

1. táblázat: Modellszimulációk és jellemzőik (CC-GHG: klímaváltozás ÜHG koncentráció változás hatására, CC-FOR: klímaváltozás potenciális erdőtelepítés hatására CC-GHG+FOR: klímaváltozás ÜHG koncentráció változás + potenciális erdőtelepítés hatására).

Időszak	1971-1990	2071-2090	
Kibocsátási forgatókönyv		IPCC-SRES A2 ÜHG kibocsátási forgatókönyv	
Felszínborítás jellemzői	Változatlan erdőterület	Változatlan erdőterület	Potenenciális erdőtelepítés
		CC-GHG	CC-FOR
		CC-GHG+FOR	

21. század végére várható klímaváltozás mérsékelésében.

Adat és módszer. A 21. századi hőmérséklet- és csapadéktendenciákat, valamint a felszínborítás változás éghajlatra gyakorolt hatását a hamburgi fejlesztésű REMO regionális klímamodell (Jacob et al. 2001) eredményei alapján határoztuk meg. Európa területére, 25 km-es horizontális felbontás alkalmazásával az alábbi szimulációkat végeztük (1. táblázat):

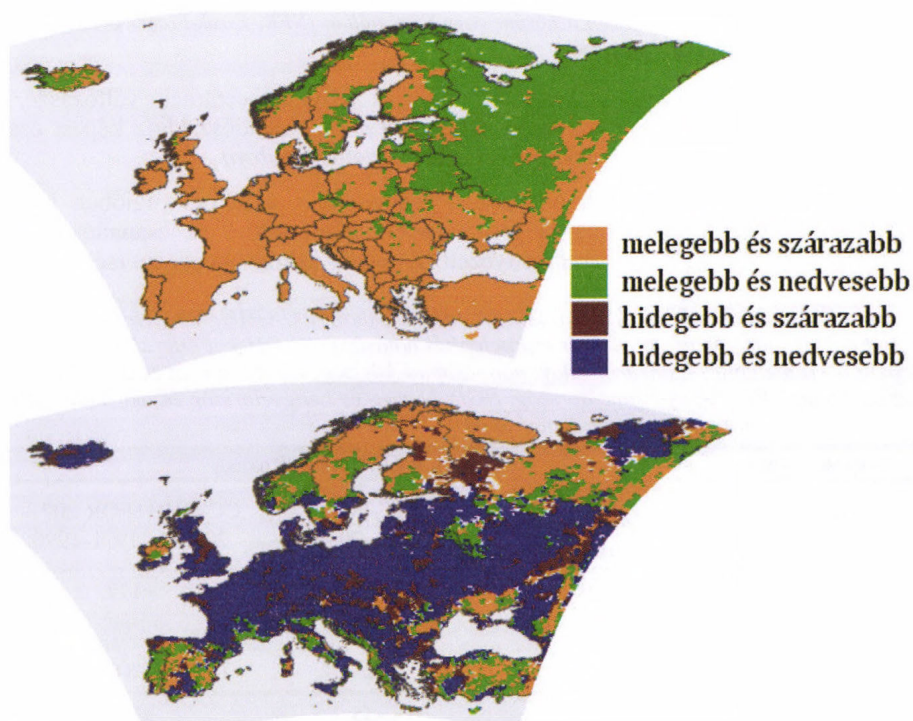
- 1971-1990-es klimatikus feltételek változatlan erdőterülettel, (referencia),

tokból, a Wordclim adatbázis hőmérséklet- és csapadékadatából, valamint a IIASA (International Institute for Applied Systems Analysis) talajadatbázisa felhasználásával vezettek le (Kindermann, szóbeli közlés). Esettanulmányunkban az erdőterületek növelését lomberdővel valósítottuk meg (1. ábra).

A modell a vegetációt az egyes felszínborítási kategóriákhoz rendelt paraméterekkel (pl. albedó, levélfelületi index, érdesség, frakcionális vegetációborítás, talajból felvehető vízmennyiség stb.) írja le (Hagemann 2002). A nyári hónapokban erdőtelepítés hatására ezek közül a

legjelentősebb növekedés a levélfelületi indexben és az érdességben volt tapasztalható, míg az albedó értékek csökkenést mutattak. Az erdők klimatikus hatása várhatóan a vegetációs időszakban a legnagyobb, ezért a június-július-augusztus hónapok 20 évi hőmérséklet- és csapadékatlagait elemeztük. A klímaváltozás mértékét 2071-2090-re határoztuk meg, az 1971-1990-es periódushoz képest (CC-GHG; 1. táblázat). A 21. század végi időszakra összehasonlítottuk a potenciális erdőtelepítési forgatókönyvekkel szimulált éghajlati viszonyokat a változatlan felszínborítással végzett futtatás eredményeivel (CC-FOR; 1. táblázat). Az erdőterület-növekedés klimatikus hatásainak irányát és nagyságrendjét összevetettük a szimulált klímaváltozás mértékével, valamint számszerűsítettük a két hatás eredőjét (CC-GHG+FOR; 1. táblázat). Az ÜHG koncentráció változás és a potenciális erdőtelepítés hőmérséklet- és csapadék átlagokra és szélsőségekre gyakorolt hatását három mérsékelt övi régióra, részletesen is értékeltük, ahol a feltételezett erdőterület

részen a legmarkánsabb. Ezzel egyidejűleg Európa középső és déli vidékein a nyári csapadékmennyiség csökkenhet az 1971-1990-es időszakhoz képest, a szárazodó tendencia a mediterrán térségben a legerőteljesebb (2. ábra). A potenciális erdőtelepítés (állandó ÜHG koncentráció mellett) a mérsékelt öv döntő részében hűvösebb és nedvesebb viszonyokat eredményezhet, ezáltal enyhítheti a 2071-2090-es időszakra prognosztizált klímaváltozás mértékét (2. ábra). A legnagyobb klímaváltozás-enyhítő hatás Németország és Lengyelország északi részén, valamint az ukrán-belorusz-országi határvidéken várható. A melegebb-szárazodás által fokozottan érintett mediterrán vidékeken kisebb változásokat szimuláltunk (Gálos és Jacob 2012a). Eredményeink alátámasztják, hogy a vegetációs időszakban a nagyobb sugárzás, valamint a fás növényzet nagyobb levélfelületi indexe és érdessége intenzívebb transpirációt indukál (ameddig van elegendő elérhető vízmennyiség a talajban). A párolgás hűtő hatása mellett a hőmérsékleti viszonyok alakításában



2. ábra:

A nyári hőmérséklet és csapadékmennyiség változása ÜHG koncentráció változás hatására (2071-2090 vs. 1971-1990; felső ábrarész).

illetve

potenciális erdőtelepítés hatására (2071-2090; alsó ábrarész).

az albedó is szerepet játszik.

A kisebb albedójú lombkorona a sugárzás

nagyobb hányadát nyeli el, ezért melegebb, mint más növényzettel borított felszín. Ez mérsékelheti az evapotranspiráció hűtő hatását. (A transpiráció csökken a magasabb CO₂ tartalom hatására összebb záruló sztomák miatt is, azonban ezt a folyamatot a modell nem veszi figyelembe.) A fokozott evapotranspiráció konvektív csapadékképződéshez vezet, azonban csapadék kialakulását nem csak a lokális folyamatok irányítják: Skandinávia északi és Oroszország északnyugati részén Európa potenciális erdősítése szárazabb viszonyokhoz vezethet (2. ábra).

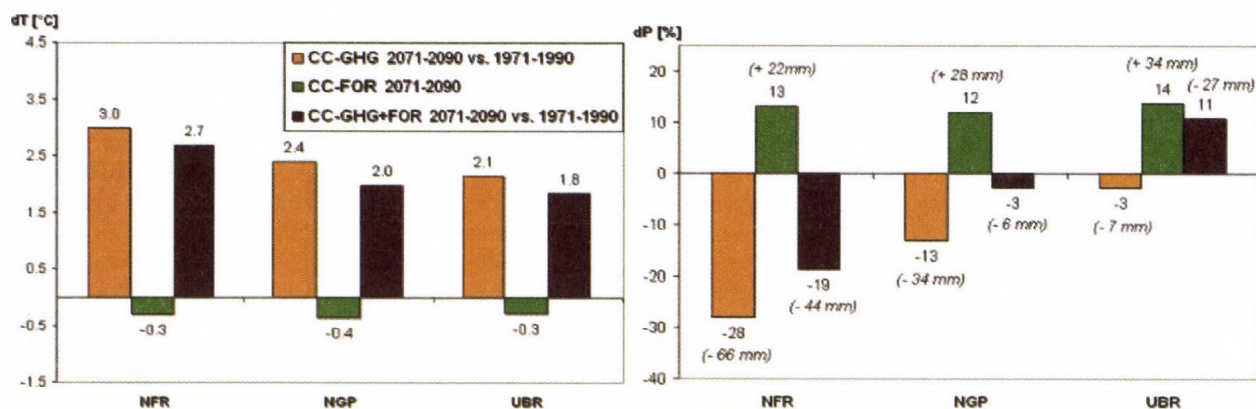
Az erdőtelepítés és az ÜHG koncentráció változás eredő hatásának értékelését három mérsékelt övi régióra (1. ábra)

növekedés a legnagyobb mértékű és a biogeofizikai hatásai éghajlati szempontból, regionális léptékben a legkedvezőbbek. A választott régiók (1. ábra): észak-Franciaország (NFR), Németország és Lengyelország északi része (NGP), valamint az ukrán-belorusz-országi határvidék (UBR).

Eredmények. ÜHG koncentráció változás hatására (változatlan felszínborítás mellett) a REMO regionális klímamodell eredményei a többi európai regionális klímaszimuláció eredményeihez hasonlóan (Christensen et al. 2007, Jacob et al. 2008) jelentős nyári felmelegedést mutatnak (ábra). A 2070-2090-re várható hőmérsékletnövekedés a kontinens déli és északkeleti

mutatjuk be részletesen, ahol az erdőterület növekedés biogeofizikai hatásai éghajlati szempontból, regionális léptékben a legkedvezőbbek. A 3. ábra szemlélteti, hogy mindhárom vizsgált régióban a potenciális erdőtelepítés és a klímaváltozás (ÜHG koncentráció változás hatására)

esetében (NGP) a klímaváltozással járó csapadékmennyiség-csökkenés kisebb (-13%; -35 mm), mely szinte teljes egészében kiegyenlíthető lenne, amennyiben van elegendő felvehető vízmennyiség a talajban (3. ábra). Az ukrán-belorusz-országi határvidéken (UBR) az erdők hatá-



3. ábra: A nyári középhőmérséklet (dT, baloldal) és csapadékösszeg (dP; jobboldal) változása ÜHG koncentráció változás hatására (CC-GHG; 2071–2100 vs. 1961–1990), potenciális erdőtelepítés hatására (CC-FOR; 2071–2100) illetve ÜHG koncentráció változás + potenciális erdőtelepítés hatására (CC-GHG+FOR; 2071–2100 vs. 1961–1990) a három vizsgált régióban (NFR: Észak-Franciaország, NGP: Német- és Lengyelország északi része, UBR: ukrán-belorusz-országi határvidék).

egymással ellentétes előjelű változásokat eredményez a nyári hőmérsékletben és csapadékmennyiségben egyaránt. Az erdőtelepítés hatása a hőmérsékletre egy nagyságrenddel kisebb (-0,3, -0,4 °C), mint az ÜHG koncentráció változásáé (+2,1, +2,4 °C; 3. ábra). Kisebbségi területeken azonban ennél nagyobb hőmérsékletcsökkenés is

sa nagyobb, mint az ÜHG koncentráció változásáé, így az eredő hatás az 1971-90-es időszakhoz képest csapadéknövekedéshez vezetne (3. ábra).

A potenciális erdőtelepítés a három régióban hasonló nagyságrendű nyári hőmérséklet és csapadékváltozást eredményezett. A relatív klímaváltozás-mérsékelő hatás-

2. táblázat: Napi hőmérséklet- és csapadékextrémek száma a vizsgált 20 éves időszakokban (CC-GHG: klímaváltozás ÜHG koncentráció változás hatására, CC-FOR: klímaváltozás potenciális erdőtelepítés hatására CC-GHG+FOR: klímaváltozás ÜHG koncentráció változás + potenciális erdőtelepítés hatására; Rday: napi csapadékösszeg; R95%: a napi csapadékösszeg 95% percentilise az 1971-1990-es időszakban; NFR: Észak-Franciaország, NGP: Német- és Lengyelország északi része, UBR: ukrán-belorusz-országi határvidék).

Extrém index	Régió	Napok száma	Napok számának változása		
		1971-1990	CC-GHG 2071-2090 vs. 1971-1990	CC-FOR 2071-2090	CC-GHG+FOR 2071-2090 vs. 1971-1990
Hőség napok száma Tmax ≥ 30 °C	NFR	45	+202	-25	+177
	NGP	19	+55	-23	+32
	UBR	64	+104	-23	+81
Száras napok száma Rday < 1 mm	NFR	909	+234	-55	+179
	NGP	564	+178	-88	+90
	UBR	712	+73	-42	+31
Extrém csapadékú napok száma Rday > R95%	NFR	47	-11	+13	+2
	NGP	64	-5	+15	+10
	UBR	57	+29	+26	+55

lehetséges (Gálos és Jacob 2012a). Franciaország északi részén (NFR) az A2-es ÜHG kibocsátási forgatókönyv alapján 28%-os (-66 mm) nyári csapadékmennyiség csökkenés várható, ennek egyharmada egyenlíthető ki erdőtelepítéssel. Észak-Németország és Lengyelország

ban tapasztalt különbségek a vizsgált térségek között az ÜHG koncentráció változás eltérő hatásaival magyarázhatók.

Mindhárom területre jellemző, hogy a 21. század végére szignifikánsan megnövekedhet a meleggel kap-

csalatos szélsőségek, valamint a száraz napok gyakorisága az 1971-1990-es időszakhoz képest. Európa potenciális beerdősítésével a hőségnapok száma csökkenthető (2. táblázat), de ennek mértéke lényegesen kisebb, mint az ÜHG koncentráció változás hatásának nagysága (a meleg- és forró napok esetében is hasonló tendencia figyelhető meg). Az észak-német régióban, valamint az ukrán-belorusz-orsz határvidéken a száraz napok gyakoriságában várható erőteljes növekedés erdőtelepítéssel a felére csökkenthető (2. táblázat). A modellszimuláció eredményei alapján az erdőterület növelése a napi csapadékmennyiség növekedésével járhat, ezzel együtt a szélsőségesen nagy napi csapadékok is gyakoribbá válhatnak.

Összefoglalás, következtetések. A felszínborítás változás lehetséges klímamódosító hatását a REMO regionális klímamodell segítségével elemeztük. A 2071-2090-es időszakra vizsgáltuk, hogy Európa területének potenciális beerdősítésével milyen irányban és mértékben befolyásolhatók az A2 ÜHG kibocsátási forgatókönyv alapján várható hőmérséklet és csapadéktendenciák. Az erdőtelepítés biogeofizikai hatásának térbeli elemzésével meghatároztuk azokat a területeket, ahol az erdőtelepítés éghajlatra gyakorolt hatása a legnagyobb, valamint ahol az erdők hatása jelentéktelen. Az eredmények alapján potenciális erdőtelepítés feltételezésével nyáron a mérsékelt övi területek döntő része hűvösebb, csapadékosabb lehet. A legnagyobb klímaváltozás-mérsékelő hatás Németország és Lengyelország északi részén, valamint az ukrán-belorusz-orsz határvidéken várható. Ezekben a területeken az erdőtelepítés hatása a hőmérsékletre egy nagyságrenddel kisebb, mint az üvegházgáz koncentráció változásáé. A klímaváltozással járó csapadékmennyiség-csökkenés azonban szinte teljes egészében kiegyenlíthető lenne, ameddig van elegendő felvehető vízmennyiség a talajban, és a szélsőségesen meleg és száraz napok gyakorisága csökkenhet. Korábbi, Magyarországra végzett esettanulmányunk eredményei is hasonló irányú változásokat mutattak (Gálos et al. 2011, 2012b). Azonban hazánkra lényegesen kisebb arányú erdőtelepítést feltételeztünk, így a klímaváltozás-mérsékelő hatás nagyságrendje is kisebb volt. Ennek ellenére lokális léptékben az erdők kedvező mikroklimatikus hatásai, ökológiai szolgáltatásai, védelmi- és jóléti funkciói jelentősek. Esettanulmányunkban egy regionális klímamodellt és egy kibocsátási forgatókönyvet alkalmaztunk. A modell nem veszi figyelembe az erdei mikroklimát, valamint a biokémiai folyamatokat és kölcsönhatásokat (pl. szénkörforgalom). Számos jelenleg is futó (Pielke et al. 2011, de Noblet-Ducoudre et al. 2012), illetve induló nemzetközi projekt tervezi a felszínborítás és földhasználat változás éghajlati hatásaival kapcsolatos kutatások módszereinek pontosítását, továbbfejlesztését, eredményeinek kiterjesztését, melyet a téma gyakorlati jelentősége is indokol. A vegetáció-klíma kölcsönhatások számszerűsítése nem csak az egyes felszínborítási típusok és földhasználati módok klímavédelmi szerepének összevetését, értékelését teszi lehetővé, hanem az éghajlatváltozás következményeinek megelőzését, enyhítését célzó ágazati stratégiák alapja is lehet.

Köszönetnyilvánítás. Köszönjük a hamburgi Max Planck Meteorológiai Intézet regionális modellezéssel foglalkozó csoportjának a modellfuttatásokhoz biztosított technikai körülményeket és szakmai tapasztalatokat, valamint Mátyás Csaba Professzor Úr iránymutatását a téma gyakorlati vonatkozásaival kapcsolatban. A kutatás a CC-TAME EC-FP7-es projekt (www.cctame.eu; grant agreement n° 212535), a TÁMOP 4.2.2-08/1-2008-20, valamint a Talentum, Hallgatói tehetséggondozás feltételrendszerének fejlesztése a Nyugat-magyarországi Egyetemen c. TÁMOP, 4.2.2. B, 10/1, 2010, 0018 számú projekt keretében, az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Irodalom

- Anav, A., Ruti, P.M., Artale, V. és Valentini, R., 2010: Modelling the effects of land-cover changes on surface climate in the Mediterranean region. *Clim. Res.* 41, 91–104.
- Bartholy, J., Pongrácz, R., Gelybó, Gy., 2007: Regional climate change expected in Hungary for 2071–2100. *Applied Ecology and Environmental Research* 5, 1–17.
- Bartholy J.; Bozó L. és Haszpra L. (szerk.), 2011: Klímaváltozás, 2011. Klímaszcenáriók a Kárpát-medence térségére. *Magyar Tudományos Akadémia és az Eötvös Loránd Tudományegyetem Meteorológiai Tanszéke*, Budapest, 281p.
- Berki, I., Rasztoivits, E., Möricz, N. és Mátyás, Cs., 2009: Determination of the drought tolerance limit of beech forests and forecasting their future distribution in Hungary. *Cereal Research Communications* 37, 613–616.
- Bonan, G.B., 2008: Forests and climate change: forcings, feedbacks, and the climate benefits of forests. *Science* 320, 1444–1449.
- Christensen, J.H., Carter, T.R., Rummukainen, M., és Amanatidis, G., 2007: Evaluating the performance and utility of regional climate models: the PRUDENCE project. *Clim. Change* 81:1-6. doi:10.1007/s10584-006-9211-6
- Czucz, B., Gálhidy, L., és Mátyás, Cs., 2011: Present and forecasted xeric climatic limits of beech and sessile oak distribution at low altitudes in Central Europe. *Ann. For. Sci.* 68, 99–108.
- Drüsler Á., Csirmaz K., Vig P., és Mika J., 2009: A földhasználat változásainak hatása az éghajlatra és az időjárásra. *Természet Világa*. 140, 521-523.
- Drüsler Á., Csirmaz K., Vig P. és Mika J. 2010: Effects of documented land use changes on temperature and humidity regime in Hungary. In S. P. Saikia (szerk.): *Climate Change* (Dehra: International Book Distributors), 394–418.
- Führer E., Marosi Gy., Jagodics A. és Juhász I., 2011: A klímaváltozás egy lehetséges hatása az erdőgazdálkodásban. *Erdészettudományi Közlemények* 1, 17-28.
- Gálos B., Lorenz, Ph. és Jacob, D., (2009) Klímaváltozás, szélsőségesebbé válnak száraz nyaraink a 21. században? „Klíma-21” Füzetek 57, 56-63.
- Gálos, B., Jacob, D. és Mátyás, Cs., 2011: Effects of simulated forest cover change on projected climate change, a case study of Hungary. *Acta Silv. Lign. Hung.* 7, 49-62.
- Gálos, B. és Jacob, D., 2012a: Regional-scale assessment of the climatic role of forests under future climate conditions. In: Liu, G. (ed). *Greenhouse Gases-Emission, Measurement and Management*. ISBN 979-953-307-224-0, 295-314.

- Gálos B., Mátyás Cs és Jacob, D., 2012b: Az erdőtelepítés szerepe a klímaváltozás hatásának mérsékelésében. *Erdészettudományi Közlemények* (in print)
- Hagemann, S., 2002: An improved land surface parameter dataset for global and regional climate models. *Report 336, Max-Planck-Institute for Meteorology, Hamburg*
- Hogg, E.H., Price, D.T. és Black, T.A., 2000: Postulated feedbacks of deciduous forest phenology on seasonal climate patterns in the Western Canadian interior. *Journal of Climate* 13, 4229-4243.
- Hollósi B., Pongrácz R., Bartholy J., Török O., 2011: Milyen aszályviszonyokra számíthatunk a Kárpát-medence térségében a XXI. században? A várható változások elemzése RegCM-szimulációk alapján. *Légkör* 56, 140-143.
- IPCC, 2007: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Working Group I Contribution to the Intergovernmental Panel on Climate Change Fourth Assessment Report. <http://www.ipcc.ch>.
- Jackson, R.B., Randerson, J.T., Canadell, J.G., Anderson, R.G., Avissar, R., Baldocchi, D.D., Bonan, G.B., Caldeira, K., Diffenbaugh, N.S., Field, C.B., Hungate, B.A., Jobbágy, E.G., Kueppers, L.M., Nosetto, M.D. és Pataki, D.E., 2008: Protecting climate with forests. *Environ. Res. Lett.* 3 044006 (5pp) doi: 10.1088/1748-9326/3/4/044006
- Jacob, D., Kotova, L., Lorenz, P., Moseley, C. és Pfeifer, S., 2008: Regional climate modeling activities in relation to the CLAVIER project. *Időjárás* 112, 141–153.
- Jacob, D., Andrae, U., Elgered, G., Fortelius, C., Graham, L.P., Jackson, S.D., Karstens, U., Koepken, Chr., Lindau, R., Podzun, R., Rockel, B., Rubel, F., Sass, H.B., Smith, R.N.D., van den Hurk, B.J.J.M. és Yang, X., 2001: A Comprehensive Model Intercomparison Study Investigating the Water Budget during the BALTEX-PIDCAP Period. *Meteorology and Atmospheric Physics* 77, 19–43.
- van der Linden, P. and Mitchell, J.F.B. (eds), 2009: ENSEMBLES: Climate Change and its Impacts: Summary of research and results from the ENSEMBLES project. Met Office Hadley Centre, FitzRoy Road, Exeter EX1 3PB, UK; 160pp.
- Mátyás, Cs., 2009: Ecological perspectives of climate change in Europe's continental, drought-threatened Southeast. In: Groisman, P.Y., Ivanov, S.V. (eds.): *Regional aspects of climate-terrestrial-hydrologic interactions in non-boreal Eastern Europe*. NATO Science Series, Springer Verl. 31–42.
- Mátyás Cs., Führer E., Berki I., Csóka Gy., Drüsler Á., Lakatos F., Móricz N., Rasztovis E., Somogyi Z., Veperdi G., Vig P., és Gálos B., 2010: Erdők a szárazsági határon. „KLÍMA-21” Füzetek 61, 84-97.
- de Noblet-Ducoudré, N. és Coauthors, A., 2012: Determining Robust Impacts of Land-Use-Induced Land Cover Changes on Surface Climate over North America and Eurasia: Results from the First Set of LUCID Experiments. *J. Climate* 25, 3261–3281.
- Pielke, Sr., Pitman, R., A., Niyogi, R., Mahmood, C., McAlpine, F., Hossain, K., Klein-Goldewijk, U., Nair, R., Betts, S., Fall, M., Reichstein, P., Kabat, N., de Noblet-Ducoudré, N., 2011: Land use/land cover changes and climate: modeling analysis and observational evidence. *WIREs Clim Change* 2: 828–850.
- Sánchez, E., Gaertner, M.A., Gallardo, C., Padorno, E., Arribas, A., és Castro, M., 2007: Impacts of a change in vegetation description on simulated European summer present-day and future climates. *Clim. Dyn.* 29, 319–332.
- Szalai S. és Mika J., 2007: A klímaváltozás és időjárási anomáliák előrejelzése az erdőtakaró szempontjából fontos tényezőkre. In Mátyás Cs., és Vig P. (szerk.) *Erdő és klíma V. NYME Sopron*, 133-143.

SZIKI KOCSÁNYOS TÖLGY ÁLLOMÁNYOK TERMÉSZETKÖZELI FELÚJÍTÁSI KÍSÉRLETEI A KLÍMAVÁLTOZÁS HATÁSAI MELLETT

NATURE-LIKE REFORESTATION EXPERIMENTS OF PEDUNCULATE OAK (*QUERCUS ROBUR* L.) STANDS GROWING ON SALT-AFFECTED SOILS INFLUENCED BY CLIMATE CHANGE

Kamandiné Végh Ágnes, Csiha Imre, és Keserű Zsolt

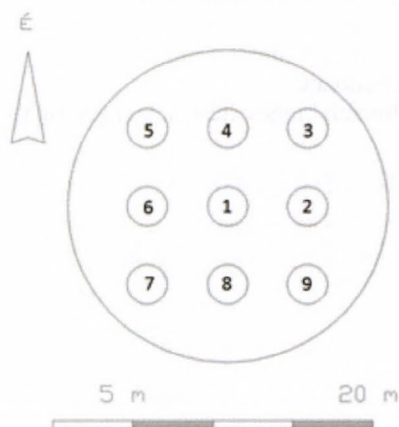
Erdészeti Tudományos Intézet 4150 Püspökladány Farkassziget vegha@erti.hu

Összefoglalás. Alföldi ökológiai körülmények között az elmúlt évtizedekben a kocsányos tölgyeket fényigényük, fiatalkori lassú növekedésük és vadkárral szembeni érzékenyséjük miatt elsősorban tarvágásos felújítással újították fel. A 2009. évi erdőtörvény kiemeli a fenntartható gazdálkodás fontosságát és előírja a védett területeken a természetközeli erdőgazdálkodást. A sziki kocsányos tölgyesek - egyébként is csekély mértékű - természetes felújulását a klímaváltozás nagymértékben befolyásolhatja negatív irányban. Az előrejelzett hőmérsékletemelkedés, a csapadék mennyiségének csökkenése valamint időbeli eloszlásának változása eredményeként a termőhelyek várható szárazodása kedvezőtlen irányba tolhatja el a kocsányos tölgyesek felújuló képességét, elegyarányát, valamint az állományok minőségi romlását okozhatja. Az elmúlt évtizedekben az ERTI püspökladányi állomásán, természetes felújítási kísérleteket hozott létre a probléma feltárására, valamint tanulmányozza a kísérleti erdő területén lévő szukcessziós folyamatokat. Az eddigi eredmények arra engednek következtetni, hogy sziki kocsányos tölgy állományok természetközeli módon nehezen újíthatók fel, a siker érdekében nem nélkülözhető a mesterséges beavatkozás sem. Az ápolás és az elegyarány beállítása elengedhetetlen. A kedvezőtlen ökológiai feltételek továbbromlása következtében a felújítani kívánt fafajok pótlása is létfontosságú lehet. Az invazív fafajok eltávolítása, a vadkárok elkerülése is komoly megmérettetéseket jelentenek.

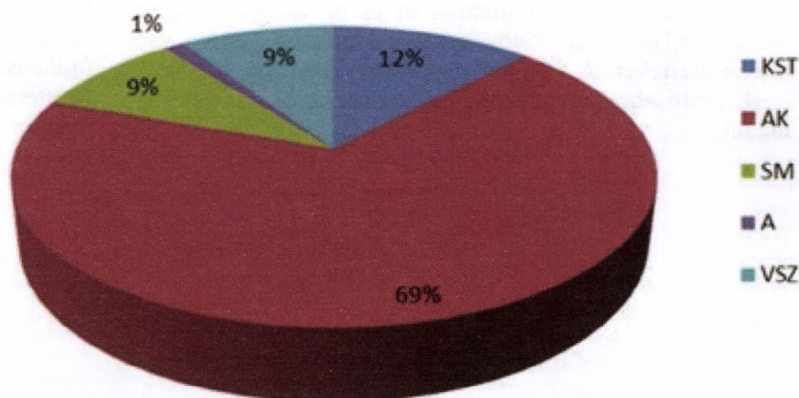
Abstract. Pedunculate oaks were primarily reproduced with clearcutting regeneration about their light required, slow growth of juvenile and game damage sensitivity by lowland ecological conditions over the past decades. The Act on Forestry from 2009 emphasizes importance of sustainable forest management and prescribe nature-like forestry in protected areas. The natural regeneration of pedunculate oak stands growing on salt-affected soils – that is already low level – maybe greatly affected negatively by climate change. Due to the predicted temperature rise, decreasing of precipitation as soon as the temporal changes its distribution the expected aridity of sites may cause unfavourable processes in the regeneration ability of pedunculate oak stands in their mixture rate as soon as may cause the qualitative degradation of the stands. In recent decades the Forest Research Institute Püspökladány Experimental Station has established natural regeneration experiments to solve the problem besides to investigate the successional processes in the experimental forest. On the basis of the results reached up to now we can say that pedunculate oak stands growing on salt-affected soils are difficult reproduced naturally, the artificial intervention is indispensable to the success. The tending methods and settings of the mixture rate are essential. Due to the further deterioration of the unfavourable ecological conditions the supplementation of the tree species required to regeneration may be essential. The removal of invasive species and prevention of game damage are serious challenges too.

Bevezetés. A 2009. évi erdőtörvény kiemeli a fenntartható gazdálkodás fontosságát és előírja a védett területeken a természetközeli erdőgazdálkodást. Ennek okai többek között a nagy térléptékű biotikus és abiotikus erdőkárok

fokozódó megjelenésében, a termőhely megővésének előtérbe kerülésében és a klímaváltozásra való felkészülésben keresendő. Mindezek a tényezők az erdészeti politika irányítóit és a gazdálkodókat is arra készítették, hogy



1. ábra: Mintakörök elhelyezkedése a lékben



2. ábra: Főbb fafajok eloszlása a lékben

a gyakorlatban a legszélesebb körben alkalmazott vágásos üzemmód mellett más, alternatív módszerek elterjedését is előmozdítják. Az előrejelzett klímaváltozás feltehetően melegebb és szárazabb körülményeket fog eredményezni, amely valószínűleg kihat a természetes felújulási folyamatokra. A kérdés az, hogy milyen változásokat eredményeznek a természetközeli erdő működésében és összetételében a prognosztizált folyamatok.

Anyag és módszer. Az ERTI Püspökladányi Kísérleti Állomásán az elmúlt évtizedben 58 léket alakítottunk ki a kocsányos tölgy természetes felújulásának megfigyelésére. A kísérleti állományok kedvezőtlen klímájú, változó vízellátású, túlnyomórészt szikes talajú területeken helyezkednek el. A lékek nincsenek bekerítve, így a vadkár



3. ábra: Kocsányos tölgymagoncok egy lékben

is megfigyelhető, bár a vadállomány nem túltartott. A kocsányos tölgy elérhető talajvíz esetén az extrémebb termőhelyeken is megél. Hazai fajaink közül a jó szik-tűrő képességük közé tartozik. Az egy hónapnál rövidebb elárasztást és a pangóvizet jól tűri, viszont fényigényes faj, amely tulajdonsága megnehezíti a természetes felújulást. Tápanyagigénye közepesnek mondható. A metodika az 1. ábrán szemléltetett mintakörös felvételezésen alapult. A körülbelül egy famagasság átmérőjű lékekben 9 db mintakört tűztünk ki és itt vizsgáltuk az újulatot valamint az aljnövényzet összetételét, illetve a vadkár mértékét. A felvételi jegyzőkönyvben rögzítettük a lék fontosabb paramétereit és a mintakörök részletes adatait.

Eredmények. A kísérleti területek főbb fafajainak eloszlását mutatja a 2. ábra, melyből kitűnik az Amerikai kőris (*Fraxinus pennsylvanica*) térhódítása a lékekben. A kocsányos tölgymagoncok mintegy 12%-ban fordulnak elő a területeken, de ezek sajnos néhány kivétellel egy-éves csemeték (3. ábra).

A vadkár alig megfigyelhető a KST újulaton, amely az egyéb fafajok fiatal hajtásainak bőségéből ered. A gyomborítottság a talajnak és a feltörekvő újulatonak köszönhetően nem számottevő, mindössze 7,5% körül alakul.

Előforduló további fafajok: Csertölgy (*Quercus cerris*), Turkesztáni szil (*Ulmus pumila*), Mezei szil (*Ulmus minor*), Magas kőris (*Fraxinus excelsior*), Mezei juhar (*Acer campestre*), Zöld juhar (*Acer negundo*), Kései meggy (*Prunus serotinus*), Nyugati ostorfa (*Celtis occidentalis*), Fehérnyár (*Populus alba*), Gledícsia (*Gleditsia triacanthos*).

Előforduló cserjefajok: Gyalogakác (*Amorpha fruticosa*), Kecskerágó (*Euonymus europaeus*), Fagyal (*Ligustrum vulgare*), Madárbrs (*Cotoneaster spp.*).

Előforduló lágyszárúak: Nagy csalán (*Urtica dioica*), Ragadós galaj (*Galium aparine*), Farkasfog (*Bidens connata*), Hamvas szeder (*Rubus caesius*), Aranyvessző (*Solidago spp.*).

Következtetések, javaslatok. Az eddigi eredmények arra engednek következtetni, hogy sziki kocsányos tölgy-állományok természetközeli módon nehezen újíthatók fel belenyúlás nélkül. A mesterséges alátelepítés, pótlás, folyamatos ápolás és az elegyarány beállítása elengedhetetlen.

A klímaváltozás következtében kialakuló kedvezőtlen ökológiai feltételek miatt a felújítani kívánt fafajok pótlása is létfontosságú lehet.

- Figyelembe kell venni a környezeti adottságokat, valamint a felújítani kívánt fafajok ökológiai igényeit.
- Át kell gondolni – a klímaváltozás következményeihez mérten – a felújítandó fafajok megválasztását.
- Az erdőállomány megbontását a már megjelenő újulatnál kell létrehozni.
- Mesterséges állománykiegészítést szükséges alkalmazni.

ÁTTEKINTÉS A HAZAI PIRHELIOMÉTERES TEVÉKENYSÉG ÉVSZÁZADÁRÓL

AN OVERVIEW ON THE CENTURY OF HUNGARIAN ACTIVITY RELATED TO PYRHELIOMETERS

Major György

major.gy@met.hu

Összefoglalás. Az első pirheliométer 1906-ban került Magyarországra. Ebben a cikkben bemutatom a hazai pirheliométerek alkalmazásait, valamint az országban tartott nemzetközi pirheliométer összehasonlításokat.

Abstract. In 1906 Hungary purchased its first pyrhelimeter. In this paper the history of the pyrhelimeters owned by Hungarian institutions are presented altogether with the international pyrhelimeter comparisons held in the country.

Bevezetés. A Meteorológiai Világszervezet (WMO) nevezéktanában a pirheliométer szó jelenti mindazon műszereket, amelyek közvetlen (direkt) napsugárzás mérésére alkalmasak (WMO 1969). Korábban a pirheliométer elnevezés azokra a műszereket vonatkozott, amelyek (legalábbis elvben) abszolút mérésekre is alkalmasak voltak. A többi közvetlen sugárzást mérő műszert aktinométer szóval nevezték meg. Az abszolút pirheliométer olyan műszer, amelynek alapvető fizikai paramétereiből kiszámítható az érzékenysége, így az más műszerhez történő kalibráció nélkül is fizikai egységben (W/m^2) képes szolgáltatni a közvetlen napsugárzás erősségét (lásd pl. Major, 1980).

Magyarországon nem terveztek és nem gyártottak pirheliométert. Ennek ellenére az első világháborúig végzett pirheliométerekhez kötődő munkák a meteorológia tudományának ebben az ágában a világ akkori élvonalába emelték az országot. A pirheliométerek meteorológiai szerepe később vált még jelentősebbé, amikor a meteorológiai mérések programjában elterjedt a vízszintes síkra érkező napsugárzási energia, azaz a globálisugárzás, mérése, ugyanis a hálózati mérőműszerek hitelesítésében a pirheliométerek alapvető szerepet játszanak. A mérési pontosság iránti igény növekedésével a hitelesítés megbízhatóságát is fokozni kellett, ebben a munkában játszottak újra nemzetközileg is fontos szerepet a hazai szakemberek az 1970-es évektől kezdve.

Az ógyallai Angström pirheliométer. Konkoly-Thege Miklós 1869-ben ógyallai (a város mai szlovák neve Hurbanovo) birtokán csillagvizsgálót épített, amely rövidesen nemzetközi hírű obszervatóriummá fejlődött. Maguk a megfigyelések 1871-ben kezdődtek. Mai tudomány-osztályozás szerint a megfigyelések nemcsak a csillagászat, hanem a geofizika és a meteorológia területére is kiterjedtek. Ennek következtében jelenleg az egykori Konkoly-obszervatórium területén és épületeiben egy meteorológiai állomás, egy geofizikai obszervatórium és egy csillagda működik. 1899 májusában Konkoly a teljes obszervatóriumot a magyar államnak ajándékozta.

Az 1900. évvel kezdődően a Meteorológiai és Földmágnességi Intézet éves jelentéseket adott ki kisméretű füzet formájában, külön magyarul és külön németül. 1908-ig a jelentések címében az Ógyallai Obszervatórium is szerepelt, mintegy mutatva, hogy az még nem „integrálódott” az intézetbe. Az OMSZ múzeumi anyagaiban az 1907. évre vonatkozó jelentésnek csak a német nyelvű példánya maradt meg (VIII. Bericht 1909). Ebben a 26. oldalon a pirheliométerről egy rövid bekezdés szól, amelynek a lényege a következő: *a munkaprogramba bekerültek a mérések az Angström-féle pirheliométerrel, ebből a célból az előző év végén beszereztük a műszert. A méréseket kísérleti jelleggel végeztük. Tehát az első pirheliométer 1906. év végén került Svédországból az akkori Magyarországra. A jelentés 34. oldalán táblázatban szerepelnek az állomásokon kiadott, bevont és használatban lévő műszerek, ezek között szerepel a „Pirheliométer Weston-milliampereméterrel”. Az 1908. évre vonatkozó jelentés (IX. Jelentés 1909) a pirheliométerről egy még rövidebb bekezdést tartalmaz (21. oldal): „Massány Ernő dr. az év folyamán az Angström-féle napsugárzásmérővel több kísérleti sorozatot végzett, főleg a derült napokra való tekintettel.” A 33. oldalon a táblázatban a kiadott és használatban lévő műszerek között ismét szerepel a pirheliométeres műszer-együttes. A következő évtől a jelentések szerkezete megváltozott, már a címben nem szerepel külön Ógyalla (integrálódott?), három év anyaga összevont füzetben jelent meg (Jelentés 1914), valamegyes késéssel. Ebben a jelentésben már sehol sem esik szó a pirheliométerről.*

Az intézet a mérések eredményeit évkönyvekben jelentette meg. Az 1908-as évkönyvben (Évkönyv 1911) a pirheliométerről a következő rövid szöveg olvasható: „Az Angström-féle pirheliométerrel is folytattunk méréseket úgy ebben, mint már a múlt esztendőben is néhány hónapon keresztül. Mindkét esztendő adatait most közöljük, mivel a múlt évi megfigyelések sorozata rövid volt ahhoz, hogy önálló fejezetben szerepelhessen. A nyert értékeket az észlelések sorrendjében adjuk közre minden megjegyzés nélkül, mivel nem érezzük magunkat hivatottnak a nem teljes sorozatból akármilyen következtetést

is vonni.” A mérések táblázatában 1907. májusból 12 napról, júniusban 3, júliusban 6, augusztusban szintén 6 napról vannak mérések, 1908-ból január 5, február 4, május 4, június 3, július 5, szeptember 3 és október 1 nappal szerepel. Az összesen több száz mérési érték mellett feljegyezték az égbolt állapotát is, azaz azt, hogy Nap környékén vagy távolabb voltak-e felhők. Ahogy azt Takács Lajos (1970) megjegyezte, az adatokból sem feldolgozás, sem publikáció nem készült. Én sem találtam publikációt, ráadásul a műszerről sincs semmi későbbi írásos nyom.

Az 1960-as évek végén Bucsy József, aki 1939 és 1945 között Ógyallán dolgozott, kérdésemre azt válaszolta, hogy akkor a műszer nem volt Ógyallán és az ott dolgozók között szó sem esett róla, tehát már elfelejtették. Ha akkor valami nyoma lett volna a pirheliométernek, Bucsy biztosan emlékezett volna rá, mivel ott Michelson-Marten aktinométerrel végzett direkt napsugárzás méréseket, üvegszűrőket is használva, azaz napsugárzás méréssel is foglalkozó szakemberként nyilván felfigyelt volna egy másik napsugárzás mérő minden jelére.

Továbbra is keresve az ógyallai pirheliométert, 2012 őszén csatlakoztam Dunkel Zoltán OMSZ elnökhöz és Dombai Ferenc tudományos titkárhoz meglátogatandó az Ógyallai Obszervatóriumot. Az ottani kollégák kedvesen fogadtak bennünket, megmutatták a meteorológiai állomást, a geofizikai obszervatóriumot (ott még működik a Konkoly szerkesztette mechanikus szeizmográf) és a csillagdat. A csillagda planetáriumában van egy múzeumi rész, amelyben látható a 135. számú Angström pirheliométer. Azt gondolom, hogy ez nem lehet az eredeti ógyallai műszer, mert teljesen modern megjelenésű, tehát jóval későbbi gyártásból származik. Az ottani kollégák semmit nem tudtak az eredeti pirheliométerről. Elmondták, hogy 1919-ben a magyarok, 1937-ben a csehek számos mozdítható műszert vittek el az obszervatóriumból, így a második világháború után a majdnem üres nemzetközi hírű obszervatórium csak lassan tudott újabb felszerelésekhez jutni. Bartha Lajos, a csillagászat történetének neves hazai művelője, az e-mailben folytatott eszmecsere során megírta, hogy az ógyallai múzeumban jelenleg látható műszerek nagyobb része nem az ottani obszervatórium felszerelése volt, hanem tudományos ismeretterjesztési céljából több helyről begyűjtött oktatási tárgy. Barthának nincs információja a pirheliométerről.

Lehetőségem nyílt pirheliométerek írásbeli nyoma után kutatni az OMSZ irattárában. Azt kerestem, hogy 1919-ben az elcsatolandó területekről a meteorológiai intézet műszereket telepített-e át megmaradó állomásaira. Az 1919-es anyag egy olyan gyűjtőben volt, amely az 1913-tól 1925-ig irattárba került kevés anyagot tartalmazza. Az írások az intézet vezetői és külső szervezetek közötti levelezést tartalmazzák. Pirheliométerről szó sem esik a 13 év anyagában, ahogyan műszerek áttelepítéséről sem. Úgy gondolom, az áttelepítések, ha voltak, az intézeten belüli szolgálati úton történtek, a külső levelezést megőrző irattárba semmi nem került róluk.

A kalocsai Angström pirheliométer. Haynald Lajos kalocsai érsek, Konkoly-Thege Miklós segítségével, 1878-

ban csillagászati obszervatóriumot alapított, elhelyezése a kalocsai jezsuita gimnázium tetőtérében történt. A Haynald Obszervatóriumot is a jezsuita rend működtette, de szervezetenként teljesen különálló volt a gimnáziumtól. Az obszervatórium munkatársa és egy ideig igazgatója volt páter Fényi Gyula, aki csillagászati munkái mellett meteorológiai műszereket is szerkesztett (Jordán-Fényi napfénytartam mérő, zivatarjelző berendezés, stb.) Az obszervatórium a meteorológiai intézet I. rendű állomásaként is működött, az iskola melletti üres telken telepítve az intézet meteorológiai műszereit.

1908-ban, februártól októberig minden arra alkalmas időben, összesen 43 napon, Fényi méréseket végzett a 98-bis jelű Angström pirheliométerrel, amelynek szorzószámát maga Angström tanár úr határozta meg Stockholmban. Mindezt onnan tudjuk, hogy Angehrn Tivadar ezeket a méréseket feldolgozta és cikkében részletesen ismertette a műszert is, valamint Fényi méréseit is. A tanulmányban a mért adatokból meghatározta a napállandó értékét. A munka először önálló füzetként 1909-ben jelent meg (*Mojzes 1986*), majd a Matematikai és Fizikai Lapokban (*Angehrn 1914*). Az 50 oldalas tanulmány igen kiváló munka, részletesen ismerteti az Angström-típusú pirheliométerek felépítését és működését, a napállandó mérésének addigi módszereit és eredményeit, bizonyosságot adja a szerző magas szintű ismereteinek a műszerfizika, a napfizika és a légkörfizika területén, a végeredményként kapott, az irodalomból megszerzett ismeretek segítségével a kalocsai mérésekből kiszámított napállandó értéke a körülményekhez képest meglepően pontos.

Mojzes Imre a Haynald Obszervatórium történetének ismertetése során részletesen szól a műszerezettségéről. A pirheliométer szó sehol nem szerepel a munkájában, csak Angehrn Tivadar tanulmányát említi röviden. Már a mérések végzésének idején spektrométer nélkül, egyedüli pirheliométerrel szerzett adatok nem számítottak napfizikai szempontból kiemelkedő jelentőségűeknek, valószínűleg ezért nem folytatták a méréseket sem Ógyallán, sem Kalocsán. Ennek ellenére Angehrn tanulmánya még évtizedek múlva is megállta volna a helyét egy nemzetközi folyóiratban. Miközben a kalocsai jezsuita gimnázium évkönyvei beszámolnak az iskola műszerbeszerzéseiről, az önálló szervezeti obszervatóriumról leltárszerű adatok nem maradtak fenn. Mojzes részletesen ismerteti az értékes csillagászati műszereket a velük szerzett adatokból készült számos nemzetközi és hazai publikáció alapján. A pirheliométerről mindössze Angehrn cikke alapján tudunk, semmi későbbi és előbbi írásos utalás nincs rá.

Az OMSZ irattárban az 1919-es anyagok között találtam leveleket a Haynald Obszervatóriumról.

Júniusban Réthly Antal, felsőbb utasításra, a meteorológiai állomást az egyházi szervezettől az állami Kalocsai Paprika-és Vegyvizsgáló Állomás területére telepítette át. Talált korábbi gyakorlattal bíró észlelőt, sőt az obszervatórium egyik munkatársa is segített az új helyen történő észlelésben. Szeptemberben az állomás visszatelepült a Haynald Obszervatóriumhoz. Az áttelepített műszerekről készült jegyzék nem tartalmaz pirheliométert. Ha akkor

még megvolt a műszer, és esetleg a meteorológiai intézet tulajdona volt is, a normál meteorológiai állomás felszerelése közé nem tartozott, ezért nem került áttelepítésre. Tehát az iratokból nem derül ki, hogy 1919-ben Kalocsán volt-e az a pirheliométer, amellyel Fényi Gyula 1908-ban méréseket végzett.

A Haynald Obszervatóriumot 1949-ben bezárták. 1950. június 14-én az Uránia Csillagvizsgáló, a Honvédség és az Országos Meteorológiai és Földmágnassági Intézet képviselői leltárt készítettek az ott található meteorológiai felszerelésről és folyóiratokról, amely jelentésnek egy példánya megtalálható az OMSZ irattárában, a meteorológusokat képviselő Kakas József jelentésével együtt. A csillagászati felszerelések nem szerepelnek a leltárban. Pirheliométer nincs a felsorolt meteorológiai műszerek között. Bartha Lajos szerint a csillagászati szervezetekhez került kalocsai csillagászati műszerek között sincs pirheliométer. A meteorológiai műszerek leltárában szerepelnek nemcsak a meteorológiai intézet tulajdonába tartozó műszerek, megtalálhatók benne az obszervatórium saját meteorológiai műszerei, valamint egy Moll-Gorczyński sugárzásíró műszer, mint a debreceni egyetemi Meteorológiai Intézet tulajdona. Ez utóbbi műszer (a vízszintes síkra érkező összes napsugárzási energia regisztrálására szolgál) jelzi, hogy Kalocsán igyekeztek az akkoriban elterjedni kezdő meteorológiai sugárzási mérésekkel is foglalkozni. Kakas József jelentésében nemcsak a leltározásról, hanem arról is beszámol, hogy az alapvető meteorológiai méréseket újraindította, megfelelő személyt megbízott az észleléssel, egyúttal gondoskodott a technikai feltételek javításáról.

2012-ben Torgyik Tamás tanár úr, a kalocsai állami gimnázium könyvtáros tanára megmutatta nekem az iskola tetőterében található obszervatóriumi helyiségeket és az ott maradt műszer töredékeket. Angström pirheliométer nem volt közöttük. Tehát ennek a pirheliométernek sem sikerült a nyomára bukkannom.

Az Angström-U pirheliométer. A meteorológiai múzeum sugárzási műszereket tartalmazó vitrinjében látható egy feltűnően régi gyártású Angström pirheliométer (a múzeumi jegyzékben házi gyártmányként szerepel). Ez a műszer hosszú ideig az Országos Meteorológiai Intézet Sugárzási Osztályán volt, ott láttam először 1966-ban, amikor az osztály dolgozója lettem. A műszeren sehol nincs gyártási szám. (Angehrn cikkében szereplő szám talán csak a műszerhez tartozó papírokról származik? Lehet, hogy az első műszerek számait nem vették bele magába a műszerbe?) Az osztály dolgozóí Angström-U-ként nevezték meg. Takács Lajos, az osztály akkori vezetője, azt mondta, hogy eredete bizonytalan, lehet, hogy az ógyallai, de az is lehet, hogy a kalocsai Angström pirheliométer. A bizonytalan válasz sok éven át háttérben volt a tudatomban, ezért csak 2012-ben kezdtem meg a részletes nyomozást a műszer eredetének kiderítésére. Amint az előzőkben leírtak mutatják, minden igyekezetem ellenére sem sikerült megtudnom, hogy a múzeumi műszer Ógyalláról vagy Kalocsáról (esetleg máshonnan) került a meteorológiai intézetbe.

Az U-műszer használatáról Farkasné Takács Olga és Tárkányi Zsuzsanna (1962) írásából tudunk. A beszámoló a hazai sugárzás mérések alap- és másodlagos műszereivel foglalkozik. 1936-ban elkezdődött Magyarországon a Robitzsch típusú globálisugárzás-mérők telepítése, 1944-ig összesen 15 állomáson kezdődött a napsugárzás regisztrációja. Ebben az esetben is, mint minden hálózat telepítésénél, elég jelentős volt a lemorzsolódás. A műszereket hitelesíteni kellett, ehhez a Michelson-Marten 584-es (MM584) aktinométert használta Takács Lajos. Magát az MM584-et az U-műszerhez hitelesítette. Tehát az U-műszer 1937-től a hazai nemzeti standard (alapműszer, etalon) volt, az MM584 pedig a másodlagos, vagy munka standard. A Robitzschokat sokkal egyszerűbb az MM műszerhez kalibrálni, mint a nehezebben kezelhető Angströmkökhöz.

A világháború nemcsak a sugárzásmérő hálózat lemorzsolódását fokozta (a háború után mindössze Budán és Tiszaörsön folytatódott a mérés), hanem az alapműszer is megsérült Budapest ostromakor. Ez érthető, hiszen a meteorológiai intézet szép és nagy épületéből mindössze két helyiség maradt sértetlen. Az alapműszer megjavítására 1956-ban került sor, amikor Zách Alfréd és Takács Lajos (Takács 1956) több jelentős meteorológiai megfigyelő helyet látogatott meg a Német Demokratikus Köztársaságban. Potsdamban nemcsak az U-műszert hozták helyre, hanem a Smithsonian skálához újrakalibrálták az MM584-et is. A javítás és hitelesítés a hazai sugárzásmérések pontossága érdekében szükséges volt, mert 1945 és 1956 között csak az időközbeni hitelesítés nélküli másodlagos standarddal lehetett kalibrálni a Robitzschokat és az 1954-ben a Pestlőrinci Obszervatóriumban megalakult Sugárzási Osztályon meginduló termo-elektromos sugárzásmérések műszereit. A Nemzetközi Geofizikai Év 1957-ben nagy lendületet adott hazánkban is (és a világban is) a sugárzásmérő hálózat fejlődésének. Nálunk néhány év alatt 25 állomáson indult meg a napsugárzási energia Robitzsch műszerekkel történő regisztrálása (a világon néhány év alatt közel 1000 napsugárzás-mérő települt). A Robitzschokat a Sugárzási Osztályon hitelesítették az újrakalibrált MM584-hez, azaz az osztály nemzeti sugárzási centrumként működött. A Nemzetközi Geofizikai Évben indult fejlődés nemcsak műszerek beszerzését jelentette, hanem az osztály létszámában is gyarapodott, így teljesedett ki a nemzeti sugárzási centrum. Az U-műszer a javítás és hitelesítés ellenére nem volt használható, mert hiányoztak a tartozékai (valószínűleg a háború óta).

Az Angström 529 pirheliométer. 1957-ben gyártották Stockholmban az Angström 529 számú pirheliométert (A529), amely 1958-ban került a sugárzási Osztályra minden tartozékával együtt. A szakember gárda 1960-ra alakult úgy, hogy A529-et használatba vehették. Ezzel a nemzeti standard pirheliométer az A529 lett, az U-műszer volt a másodlagos etalon, a munkastandard maradt az MM584. Az A529 műszer 1970-ig volt a nemzeti standard pirheliométer. Már a gyártói Stockhomban az International Pyrheliometric Scale 1956 (IPS56) szerint

hitelesítették. Az IPS56 létrehozását a WMO azért határozta el, hogy a korábbi (Angström és Smithsonian) pirheliometrikus skálák helyett az egész világon egységes, és az akkori tudás szerint a legpontosabb fizikai, skálában fejezzék ki a terebélyesedő sugárzási mérőhálózat adatait. A sugárzási skálákról lásd pl. röviden *Major 1978*, bővebben *1980*.

Az IPS elvi definiálása után a WMO 1959-ben megtartotta Davosban, 1600 m tengerszint feletti magasságon, az első nemzetközi pirheliométer összehasonlítást (International Pyrhiometer Comparison, IPC-I) a skála ellenőrzése és gyakorlati terjesztése céljából. A magyar standard csak az 1964-ben, szintén Davosban tartott IPC-II-n vett részt, amely összehasonlítás egyúttal az RA-VI nemzeti standardjait kiszolgáló első regionális pirheliométer összehasonlítás is volt. A hazatérés után megkapott jegyzőkönyv szerint az A529 több mint 2%-ot veszített a Stockholmban megállapított érzékenységből (*Takács 1964*). A hazaszállítás után a műszer itthoni ellenőrzésekor kiderült, hogy az érzékelő lamellái kissé hullámossá váltak, ezért javításra Svédországba kellett küldeni (a műszer részletes, 1967 végéig szóló történetét lásd: *Major 1968*). A felújított műszer 1967 elején érkezett vissza, az előző kivitelől eltérő manganin-ötvözetből készült lamellákkal, ezért jelentősen más érzékenységgel. Ugyanennek az évnek augusztusában a Szocialista Országok Hidrometeorológiai és Meteorológiai Intézeteinek Igazgatói Konferenciája (igazgatói konferencia) működési keretében második pirheliométer összehasonlítására került sor Odesszában. (Az első 1963-ban Taskentben volt, amelyen Magyarországot 2 darab MM képviselte, *Kovácsné 1963*.) Itt az A529 csaknem 1%-kal mutatkozott érzékenyebbnek, mint a friss stockholmi érték (*Major, 1967*). Az imént említett eltérések mutatják, hogy az IPS56 műszeres reprezentációja elég bizonytalan volt.

Az RA-VI második pirheliométer összehasonlítását 1969-ben szervezte a franciaországi Carpentrasban. Az itt tartott szakmai értekezlet-sorozaton kimondták azt, amit már az IPC-I és II is mutatott és itt is kiderült, hogy az IPS56 definíciója nem egyértelmű, műszeres reprezentációja 1%-ot jóval meghaladóan bizonytalan; mások a tengerszint közeli helyeken végzett összehasonlítások eredményei, mint a davosiak, ennek oka a cirkumszoláris sugárzásban keresendő; tehát jól definiált skála és meghatározott műszeres reprezentáció kell, továbbá foglalkozni kell a műszerek látóterének szabványosításával (*Tárkányi 1969*).

Itt, az A529-ről szóló részben kerültek megnevezésre azok a nemzetközi összehasonlítások, amelyeken a műszer külföldön vett részt, ezek a Davos 1964, Odessza 1967 és Carpentras 1969 összehasonlítások. Az A529 nem vett részt Davosban 1970-ben (más hazai műszer sem) az IPC-III-on. A hazai nemzetközi összehasonlításokkal ennek az írásnak külön fejezete foglalkozik.

Az Angström 596 pirheliométer. Bármely mérési skála biztonságos fenntartásához legalább három műszerre van szükség. Emiatt a Sugárzási Osztály már 1960 óta kereste a lehetőséget egy harmadik Angström pirheliométer beszerzésére. Az A596-ot 1969-ben gyártották Stock-

holmban, megvásárlására minden bizonnyal 1970-ben került sor. Leltárok csak 10 évre visszamenőleg kerülnek megőrzésre, így rájuk nem támaszkodhatunk a beérkezés évének megállapításában. Azért valószínű az 1970-es év, mert azt az évet műholdas ösztöndíjjal külföldön töltöttem, ha az előző vagy utána következő évek valamelyikében érkezett volna a műszer, akkor arra emlékeznék, mert egy új és modern pirheliométer érkezése fontos eseménynek számított volna az én munkáim szempontjából. Megérkezésével a Sugárzási Osztályon előálltak azok a technikai feltételek, amelyek szükségesek nemzetközi szintű skáafenntartáshoz, az A596 mint nemzeti standard, az A-U és A529 mint másodlagos standardok segítségével.

Az A596 a Stockholmban gyártott Angström pirheliométerek legutolsó és legmodernebb változatát képviseli. 1975-ben ezt a műszert vittem Davosba, az IPC-IV-re, amely egyúttal a harmadik európai regionális összehasonlítás is volt. Az összehasonlításban a műszert a davosi obszervatórium munkatársa, Paul Bener kezelte, mivel én a Mersich Iván (1972) készítette cirkumszoláris sugárzás mérésére szolgáló műszert működtettem. Bener segítőként munkáját azért tette lehetővé a davosi obszervatórium, mert a korábbi IPC-k során nyilvánvalóvá vált, hogy a cirkumszoláris sugárzás kérdését kezelni kell és a mi korábbi publikációink (*Major 1973, Major et al. 1974*) pedig azt ígérték, hogy felkészültségünkkel és műszerünkkel előrehaladást lehet elérni ezen a téren.

A cirkumszoláris probléma a következő. A pirheliométerek a közvetlenül a napkorongról érkező sugárzás mellett mérnek légkörben szórt sugárzást is, mert a látóterüket nem tölti ki teljesen a Nap korongja. A nagyobb látóterre azért van szükség, hogy a Nap folyamatos látszólagos mozgását elegendő legyen kb. 30 másodpercenként követni a műszer célzásával. A folyamatos mozgást végző napkövetők sem tökéletesen pontosak, szóval a bővebb látóterre mindenképp szükség van. A légköri szórás térben és időben változik, tehát egyazon műszer által mért többszörös sugárzás hely- és időfüggő. A különböző műszerek látótere különböző (ezt lehetne szabványosítani elvben), tehát az egymás mellett mérő műszerek nem pontosan azonos mennyiségű sugárzást mérnek, ezért egyenlőnek tekinteni a mérési eredményeiket csak megfelelő korrekcióval szabad. A közvetlennel együtt mért cirkumszoláris sugárzás egyes műszereknél több százaléknyi is lehet. Ezeket a százalékokat kell a műszerek összehasonlításakor az egyes műszerekre meghatározni és a különbségeik figyelembe vételével végezni az egymáshoz kalibrálást. Ezt a munkát a műszereket jellemző, nem igazán egyszerű függvényekkel lehet elvégezni, ha mérésekkel meghatároztuk az aktuális cirkumszoláris sugárzás eloszlását a Nap középpontjától mért távolság szerint. Szóval a szóba jöhető összes műszer jellemzőinek összegyűjtésére, sok elméleti és gyakorlati számítási valamint mérőműszer fejlesztési munkára van szükség a cirkumszoláris probléma megoldásához. Ezeknek részletei nem tartoznak a cikk témájához, az elvégzett munkákról 20 hazai és külföldi publikáció készült. A publikációk megtalálhatók az OMSZ Könyvtár pestlőrinci részlegén a Major-könyvtár jelű szekrényben, listájuk pedig egy-egy

CD-n egyrészt a központi könyvtárban, másrészt magában a szekrényben.

A HF 19746 pirheliométer. Az IPS56-ot nem a technika fejlődése hozta létre, hanem az a kényszerhelyzet, hogy a Nemzetközi Geofizikai Év előtt két, eléggé bizonytalanul meghatározott, sugárzási skála létezett a meteorológiai sugárzásmérések gyakorlatában. 1969-től, részben az űrkutatás igényeinek kielégítésére, a korábbi pirheliométerekhez képest újabb típusúak jelentek meg. Ezek érzékelője üreg alakú, elektromos energiával hasonlítja össze a sugárzási energiát (mint az Angströmök) és felhasználják a korszerű elektronika eszközeit. 1977-ig 10 különböző konstrukcióban készültek mintapéldányok, amelyek részt vettek az IPC-III-on és IV-en. Közöttük máskor is több összehasonlítás történt. Az új típusú abszolút pirheliométerek egymástól csak kismértékben térnek el: a legnagyobb eltérés 0,8%, a műszerek fele 0,15%-os eltérési zónában helyezkedik el, átlaguk pedig mintegy 2,2%-kal magasabb a bizonytalan IPS56-nál (*Major 1978*). Ezek egyike a J. R. Hickey és R. G. Frieden által kifejlesztett műszer (innen a HF), amelyet az Eppley Laboratórium gyárt. Műholdasított változata 1978 novemberétől közel 15 éven át mérte a napállandót a Nimbus-VII műhold fedélzetén. A mi HF műszerünk 1980-ban épült, az Eppley Lab. elhozta abban az évben Davosba az IPC-V-re, ekkor már ki volt fizetve, Magyarország nevében szerepelt a jelentésben, Budapestre azonban csak 1981 elején érkezett. Azóta ez a nemzeti standard pirheliométerünk, az A596 és A529 a két másodlagos standard, az U-műszer „készenléti nyugdíjba” került, mintegy negyed évszázaddal később pedig a múzeumba.

A WMO Műszerek és Megfigyelési Módszerek Bizottsága (CIMO) 1977-ben tartott VII. ülésén a meteorológiai sugárzásmérésekkel kapcsolatban több határozatot és ajánlást hozott (*WMO 1977*). Ezek közül a legfontosabb, hogy 1981. július 1. után a pirheliometrikus méréseket a World Radiometric Reference (WRR) skálában kell kifejezni. Kimondták azt is, hogy ezután az abszolút pirheliométer elnevezés csak az új típusú üreges pirheliométereket illeti meg. A WRR realizálására egy legalább 4 darab, különböző konstrukciójú, abszolút pirheliométerből álló csoport fog szolgálni, a műszereket Davosban, a sugárzási világcentrummá minősített obszervatóriumban fogják őrizni, és évenként legalább egyszer egymással összehasonlítani. Öt évenként IPC-t kell tartani Davosban a regionális centrumok standardjainak ellenőrzésére, majd teljes vagy részleges regionális összehasonlításokat a nemzeti standardok hitelesítésére. A további lépések nemzeti hatáskörben végzendők a WMO érvényes technikai szabályzata szerint, abból a célból, hogy a hálózati műszerek megbízható adatokat szolgáltatassanak.

Többek között ekkor határozták meg a regionális sugárzási centrumokra vonatkozó követelményeket is, amelyek 3 stabil pirheliométer, egyéb technikai feltételek és felkészült szakember meglétét írják elő. A három Angström birtokában valamint a többi feltétel teljesítésével pályáztunk a regionális sugárzási centrum címre, amelyet az RA-VI 1978. évi közgyűlése meg is szavazott

(*WMO 1979*). Jelenleg (2013) hét regionális sugárzási centrum van Európában: Budapest, Davos, Szentpétervár, Norrköping, Trappes/Carpentras, Uccle (Belgium), Lindenberg.

A regionális sugárzási centrum követelményeinek megfelelően az HF részt vett 1980-nal kezdve az összes IPC-n Davosban, utoljára 2010-ben. A hét összehasonlítás alkalmával megállapított WRR korrekciós faktorai 0,99889 és 1,00160 között vannak, ez a stabilitás mutatja, hogy Nagy Zoltán, az OMSZ Léggérfizikai és Mérés-technikai Osztályának vezetője jó gazdája a műszernek. Tehát jelenleg (2013) a HF kiváló állapotban van, mint nemzeti és egyik regionális standard.

A műszer részt vett az igazgatói konferencia keretében Terszkolban szervezett összehasonlításban 1986-ban. Terszkol a Kaukázusban van, közel 2000 m tengerszint feletti magasságban. Az HF-en kívül vittük oda a HP-97-S asztali kalkulátorra alapozott adatgyűjtő rendszerünket is, rövid leírása később következik. A HF kontrolldobozában működő digitális voltmérőt Nagy Zoltán egy nagyobb teljesítményűre cserélte 1995-ben. A nagyobb voltmérő nem fér el a dobozban, összekötő vezetéken csatlakozik hozzá.

A magyarországi nemzetközi pirheliométer összehasonlítások. Hazai nemzetközi összehasonlításnak tekintünk minden olyan összehasonlító pirheliométeres mérést, amelyen legalább egy külföldi tulajdonú pirheliométer részt vesz.

1957, Budapest. Gajzágó László 1956 szeptemberétől 1957 végéig dolgozott a Sugárzási Osztályon. Legfontosabb feladata volt a kiépülő Robitzsch hálózat műszereinek hitelesítése az MM584-hez. Úgy emlékezett 2012-ben, hogy 1957 szeptemberében Potsdamból egy német kolléga érkezett Budapestre egy hétre egy Angström pirheliométerrel az MM584 IPS-beli hitelesítését ellenőrizni. A rossz időjárás mindössze pár hitelesítő mérést elvégzését tette lehetővé. Erről írásos adatot nem találtam, Farkasné és Tárkányi sem említik a fentebb idézet munkájukban. A kevés és talán a nem igazán jó idő miatt rossz minőségű mérés nem került felhasználásra. Mindenesetre ez volt az első alkalom, hogy Magyarországon külföldi pirheliométer hitelesítési célú mérést végzett.

1977, Budapest. Az első nagyobb részvételű hazai összehasonlításra 1977 szeptemberében került sor (*Major 1977*). Résztvevő országok a következők voltak: Ausztria, Bulgária, Csehszlovákia, Jugoszlávia, Korea (észak), Lengyelország, Mongólia, NDK, Szovjetunió. Az összehasonlítás az igazgatói konferencia keretében történt (Ausztria és Jugoszlávia nem tartozott a keretbe) a negyedik pirheliométer összehasonlításként. Az első Taszent, a második Odessza, a harmadik Terszkol 1971 (magyarok nélkül) volt. IPS56-ban történt az összehasonlítás, noha akkor márt ismert volt a fentebb említett határozat a WRR létrehozásáról, de addig még volt 3 év. A résztvevő szakemberek szerették volna, ha a következő összehasonlításra a WRR életbelépése (1980. július 1.) után hamarosan sor kerül.

1983, Budapest. A következő összehasonlításra azért került sor a kíváncsi képest 3 évvel később, mert nálunk is kifejlesztésre került a Davosban működő digitális adatgyűjtő „kistestvére” Sebestyén András közreműködésével. A Hewlett-Packard-97-S adatgyűjtő kalkulátorhoz illesztett rendszer az Angström pirheliométerek kompenzáló áramának az erősségét mérte digitálisan, begyűjtötte a 12 adatot és kiszámolta a mérés eredményét. Ezzel a mérést végző személy leolvasási hibáját és a mutatós árammérők saját hibáját kiküszöböltük, a mérést végző kolléga több figyelmet fordíthatott a pirheliométer célzására és a pontos kompenzálásra.

Résztvevő országok: Ausztria, Bulgária Csehszlovákia, Korea (észak), Lengyelország, Mongólia, Német Demokratikus Köztársaság, Szovjetunió. Itt már nemcsak Angströmökkel mértünk, a hazai HF mellett itt volt a német tulajdonú PMO-6 jelű új típusú abszolút pirheliométer.

1987, Budapest. A Szovjetunióban is elkezdtek az új típusú abszolút pirheliométerek kifejlesztését. Egyiket a moszkvai mérésügyi hivatalban (PI-9), a másikat a leningrádi GGO-ban (PPO-3) építették, és kísérleti példányaik már 1986-ban ott voltak a Kaukázusban. A hazai HF, az NDK-s PMO-6 és a két szovjet műszer további összehasonlítását terveztük Budapesten, de végül a németek nem, érkeztek meg. A két kísérleti műszer átlagos eltérése a HF-től nem érte el a 0,1 %-ot. Nem tudok róla, hogy gyártásba kerültek volna.

1988, Budapest. Az igazgatói konferencia keretében tartott utolsó összehasonlítás. Részt vevő országok Ausztria, Bulgária, Csehszlovákia, Korea, Kuba, Lengyelország, NDK, Szovjetunió. Az Angströmök méréseit a már ismertett adatgyűjtő kezelte. Volt öt darab új típusú abszolút pirheliométer is: a hazai HF, az NDK-s PMO-6, az osztrák PACRAD (ez volt az első az új típusú abszolút pirheliométerek között), a szovjet PMO-6 és PPO3.

1997, Kékestető. A regionális sugárzási centrum alapvető feladatának megfelelően rész-regionális összehasonlításra került sor. Részt vevő országok: Ausztria, Csehország, Lengyelország, Szlovákia.

2011, Budapest. Az ukrán nemzeti standardként szolgáló Janyisevskij-Angström típusú műszer ellenőrzésére került sor, szintén regionális centrum feladatként. A műszer sorozatszámán nem kell változtatni a HF-hez hasonlítás után.

Zárszó. Az 1980-as évtizedben egyre nyilvánvalóbbá vált, hogy a Nemzetközi Geofizikai Év után létrejött közel 1000 mérőhelyből 600 körülire lemorzsolódott napsugárzás mérő világhálózat műszerei által szolgáltatott adatok hibája jóval nagyobb, mint a műszerek saját hibája. A műszerek nagy részének a horizontja korlátozott; vízszintezése nem pontos; hitelesítése, karbantartása és tisztítása nem rendszeres. Ez a hálózat nem alkalmas az éghajlatmodellek pontosítására, a trend megbízható kimutatására, az egész Földet teljesen lefedő műholdas mérésekből leszármaztatott felszíni adatok ellenőrzésére.

Megszűntek a régiók sugárzási munkabizottságai, megszűnt a CIMO sugárzási munkabizottsága, a napsugárzás mérése besorolódott a szokványos meteorológiai mérések közé. Ezért 1988-ban a felszíni és a műholdas sugárzás vizsgálatokban jártas szakembereket hívtak össze Würzburgba annak megvitatására, lehet-e létrehozni egy 20 körüli állomásból álló hálózatot, amelynek vannak állomásai minden alapvető éghajlati övezetben és a műszertechnika által biztosított legpontosabb sugárzásméréseket végzi. A cél a műholdakról származtatott felszíni sugárzási adatok kalibrálása és pontosítása, valamint a Föld különböző helyein megmutatkozó éghajlati trend pontos számszerű meghatározása. A többi résztvevővel együtt én is lelkesen fogadtam a gondolatot és javasoltuk, hogy a World Climate Research Program (WCRP) keretében induljon meg a Baseline Surface Radiation Network elnevezésű program. A hivatalos indulás 1990-ben történt. A hálózat adatainak gyűjtése 1993-ban kezdődött. Az első menet-közbeni szakmai tanácskozás 1992-ben volt, attól kezdve ezek 2 évenként ismétlődnek. 2002-vel bezárólag minden közbülsőn részt vettem, ismertette a napsugárzás mérők hitelesítésekor alkalmazandó cirkumszoláris korrekciót, a piranométerek célzásának hibájából adódó hiba nagyságát, a pirheliométer látóterének szélébe „belógó” felhő okozta torzulást, valamint a szórt (diffúz) sugárzás mérésénél alkalmazandó cirkumszoláris korrekció meghatározását. Ezek az eredmények bekerültek a BSRN kézikönyvbe, megnézhetők a Major-könyvtárban, listájuk a CD-ken. A budapesti obszervatóriumban működő sugárzásmérő rendszert Nagy Zoltán átállította a BSRN jóval szigorúbb követelményeire. A rendszer megbízhatóan működik, adatokat azonban nem küldünk a BSRN archívumba.

1978 novembere óta műholdakról folyamatosan méri a napállandót, egyszerre több műszerrel is. 2003-ig a műszerek a fentebb ismertett új típusú abszolút pirheliométerek közül kerültek ki, eltérésük az ismert 0,3%-on belül volt. 2003-ban az USA mérésügyi hatóságánál egy újabb fajta pirheliométer készült, amely 2003-tól kezdve folyamatosan méri a napállandót, de a többitől 0,6%-kal alacsonyabb értéken. A mérésügyi pirheliométer-hitelesítő berendezést is építettek, amelyben 2 új típusú (most már régebbinek mondható) pirheliométert hitelesítve, azok is az új eredményhez csatlakoztak. Lehet, hogy új pirheliometrikus skálát kell deklarálni? Ezt csak a WMO tehetné meg, nem tudok róla, hogy ott foglalkoznának a kérdéssel. A CIMO sugárzási munkabizottságának megszűnte után a BSRN-ben vannak idevágó témák, de ott nem foglalkoznak a skálával. A BSRN nem WMO szerv, időközben a WCRP helyett a Global Energy and Water Experiment (GEWEX) program része lett.

Tehát úgy tűnik, hogy a hatásköri határozatlanságok közepette a pirheliometrikus skálák nemzetközi történetében újabb fordulópontra várható a következő években. Remélhetőleg a magyarok szerepe a skála terjesztésében továbbra is megmarad!

Irodalom

- Angehrn, T., 1914: A szoláris konstans megállapítása a kalocsai sugárzásmérésekből. *Mathematikai és Fizikai Lapok* 22, 352-400
- Évkönyv, 1914: A M. Kir. Földművelésügyi Minister fennhatósága alatt álló M. Kir. Országos Meteorológiai és Földmágnassági Intézet Évkönyvei XXXVIII. kötet, 1908. évfolyam, II. rész: Az Ógyallai Observatóriumon végzett meteorológiai és földmágnassági megfigyelések eredményei. Pesti Könyvnyomda Részvénytársaság, Budapest
- Farkasné Takács, O. és Tárkányi, Zs., 1962: A magyar sugárzásmérő szolgálat alap és másodlagos műszereinek kérdése. *Beszámolók az 1961-ben végzett kutatásokról*. OMI, Budapest.
- Jelentés, 1914: Jelentés a M. Kir. Földművelésügyi Minister fennhatósága alatt álló M. Kir. Országos Meteorológiai és Földmágnassági Intézet 1909., 1910., 1911. évi működéséről. Pesti Könyvnyomda Részvénytársaság, Budapest.
- Kovácsné Pataki, M., 1963: Sugárzásmérő standard-műszerek nemzetközi összehasonlítása Taskentben. *IDŐJÁRÁS*, 67, 381.
- Major, Gy., 1967: Sugárzási etalonok összehasonlítása. *Időjárás* 71, 383-387.
- Major, Gy., 1968: A magyar sugárzásmérő etalon néhány sajátossága. *Beszámolók az 1967-ben végzett kutatásokról*. OMI, Budapest.
- Major, Gy., 1973: An effect of the circumsolar sky radiation on the Ångström Pyrheliometric Scale. *Tellus* 25, 396-399.
- Major, Gy., Mersich, I. és Miskolczy, F., 1974: Sensitivity distribution along the strips of compensation pyrheliometer. *Tellus* 26, 691-693.
- Major, G., 1977: Nemzetközi pirheliómeter-összehasonlítás Budapesten. *Időjárás* 81, 372-373.
- Major, Gy., 1978: Az új sugárzási skála és a világ sugárzási adatainak egységessége. *Időjárás* 82, 230-232.
- Major, Gy., 1980: A meteorológiai sugárzástan gyakorlata. *Egyetemi jegyzet*, Tankönyvkiadó, Budapest
- Mersich, I. 1972: Cirkumszoláris sugárzás mérések. *Egyetemi szakdolgozat*, ELTE Meteorológia Tanszék.
- Mojzes, J., 1986: A kalocsai Haynald Observatórium története. <http://www.kfki.hu/tudtor/tallozo1/kalocsa2.html>
- Takács, L., 1956: Sugárzásmérők összehasonlítása az NDK-ban. *Időjárás* 60, 328-333.
- Takács, L., 1964: A VI. (európai) Régió sugárzási alpműszereinek első összehasonlítása Davosban. *Időjárás* 68, 379-380.
- Takács, L., 1970: A sugárzáséghajlat kutatásának története Magyarországon. in: „Fejezetek a magyar meteorológia történetéből 1870-1970” OMSZ, Budapest
- Tárkányi, Zs., 1969: Sugárzási Alpműszerek összehasonlítása. *Időjárás* 73, 319-325.
- WMO, 1969: Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation. *WMO-No. 8* Geneva
- WMO, 1977: CIMO Abridged Final Report of the Seventh Session. Geneva
- WMO, 1979: Regional Association VI (Europe) Abridged Final Report of the Seventh Session, Prague, 17-25 October 1978. *WMO-No. 522*
- VIII. Bericht, 1909. VIII. Bericht über die Tätigkeit der Kgl. Ung. Reichsanstalt für Meteorologie u. Erdmagnetismus und des Observatoriums in Ogyalla im Jahre 1907. *Pesti Könyvnyomda Részvénytársaság*, Budapest
- IX. Jelentés, 1909. IX. Jelentés a m. kir. Országos Meteorológiai és Földmágnassági Intézet és az Ógyallai Observatórium 1908. évi működéséről. *Pesti Könyvnyomda Részvénytársaság*, Budapest.

METEOROLÓGIAI VÁNDORGYŰLÉS, VALAMINT ERDŐ ÉS KLÍMA KONFERENCIA DEBRECENBEN

Wantuchné Dobi Ildikó¹, Vig Péter²

¹Országos Meteorológiai Szolgálat, 1024 Budapest, Kitaibel Pál utca 1. *dobi.i@met.hu*
²Nyugat-magyarországi Egyetem, 9400 Sopron, Bajcsy-Zsilinszky utca 4. *pvig@emk.nyme.hu*

A Magyar Meteorológiai Társaság 34-ik Vándorgyűlése és a 7-ik Erdő és Klíma Konferencia közös megrendezésére 2012. augusztus 29-31. között Debrecenben került sor. A rendezvény lehetőséget teremtett a meteorológia és az erdészet művelői, a biológusok, ökológusok valamint a témák iránt érdeklődők számára a szakmai eszmecseréken és informális találkozásokon túl a szakmai kapcsolatok megújítására. A közös gondolkodás igényét jelezte a részt vevők nagy száma. Összesen 66 regisztrált és egy tucat meghívott kolléga kapcsolódott be az eseményekbe.

Az Erdő és Klíma konferencia tradícióját az Országos Erdészeti Egyesület és a debreceni meteorológus közösség 1994-ben Noszvajon teremtette meg. A második konferenciát Sopronban szervezték meg 1997-ben, s ezután vált rendszeressé, hogy három évenként más-más helyszínen került megrendezésre ez a tudományos-szakmai fórum. A választott helyszínek az erdő-atmoszféra kölcsönhatás speciális térségi problémáinak terepi tanulmányozására is lehetőséget kínáltak. Így esett a választás 2000-ben Debrecenre, majd 2003-ban Bakonybélre. 2006-ban az MMT választmánya az egész meteorológus társadalom elé kívánta tární ezt az érdekes problémakört, ezért Mátrafüreden a vándorgyűlést és az erdő-klíma konferenciát közös rendezvény keretében bonyolították le. A program sikere adta az ötletet arra, hogy 2012-ben, amikor újra ugyanarra az évre esett a két rendezvény, összevontan szervezzük meg. A debreceni helyszín választása mellett szólt több aktuális évforduló. 2012-ben ünnepeltük Debrecenben a Kosuth Lajos Tudományegyetem fennállásának 100-ik évfordulóját. Az MMT Tiszteletbeli Elnöke, Szász Gábor 85. születésnapja valamint az általa vezetett kismacsi agrometeorológiai állomás működésének 60-ik évfordulója is alkalmat adott az ünnepségre.

A rendezvény támogatói a Magyar Meteorológiai Társaság, a Debreceni Egyetem (DE) Természettudományi és Technológiai Kar Földtudományi Intézet Meteorológiai Tanszéke, a Biológiai és Ökológiai Intézet Növény-tani Tanszéke, a Debreceni Egyetem Agrár- és Műszaki Tudományok Centruma (DE-AGTC), a Nyugat-Magyarországi Egyetem Soproni Erdőmérnöki Kar, Környezettudományi Intézete, MTA Erdészeti Bizottsága, továbbá az Országos Meteorológiai Szolgálat voltak.

A rendezvény témája a „Meteorológiai ismeretek gyakorlati hasznosítása” tág teret engedett az előadásoknak.

A konferencia az időjárás és éghajlati ismeretek mezőgazdasági, erdészeti, energetikai és egyéb hasznosítások áttekintésére kínált lehetőséget. Ezen belül a jelentkezések nyomán négy témakör alakult ki: a kismacsi ál-

lomás története és a hozzá kapcsolódó kutatások; az erdőgazdálkodás, éghajlat és ökológia kapcsolata; városklíma, valamint a megújuló energiaforrásokkal kapcsolatos kutatások.

A Vándorgyűlést Dunkel Zoltán, az MMT elnöke nyitotta meg a Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományi Centrumának impozáns dísztermében. Nagy János centrumelnök köszöntötte és egyúttal a Debreceni Agrárkutatásért érdemmel tüntette ki Szász Professzort.

Ezt követően a délutáni szekció előadásaiból megismerhettük az 1854-ben Tamásy Károly által megkezdett debreceni éghajlati megfigyelések történetét. Mára a precíziós mezőgazdaság kiszolgálására is alkalmas, 30 állomásból álló agrometeorológiai mérőhálózat működik az ország keleti felében, melyet a DE Földhasznosítási-, Műszaki- és Területfejlesztési intézet 2009-ben hozott létre. Ennek a célzott mérőhálózatnak legjobban felszerelt „fő” állomása a kismacsi mérőhely. A kertben az OMSZ 2008-ban Jedlik Ányos támogatásból új, speciális, a talajfelszín teljes energiamérlegét alkotó komponenseinek meghatározására alkalmas mérőrendszert telepített. Aktuális kutatások folynak a sugárzási és energiamérleg komponenseinek a meghatározására. Különleges vizsgálatra nyílt lehetőség Szász professzor úr gondosságának köszönhetően, aki megőrizte az 1930-as években gyártott és beszerzett színezett üvegű ún. Schott napsugárzás szűrőket és gyári kalibrációs lapjait. Ez tette lehetővé a mai és az egykori mérőműszerek érzékenységeinek összehasonlítását.

A Kárpát-medence két só vidékének (Vas megye és Erdély) fenyegető veszélyeiről kaptunk betekintést a Magyar Geológiai Társaság képviseletében megtartott előadásból. Csaknem hetven éve készült utoljára a Kárpát-medencéről egységes éghajlati térképsorozat. Ezt a hiányt hivatott pótolni az EU támogatású CARPATCLIM projekt, melynek keretében 12 napi és 36 származtatott éghajlati paraméterre készül térképes feldolgozás. Az ELTE Meteorológiai Tanszék munkatársai a PRECIS regionális klíma-modelljének korrekciójáról és szélsőséges hőmérséklet és csapadék szcenárióval kapcsolatos kutatási eredményeikről számoltak be. Két előadás kapcsolódott a mezőgazdasághoz. A növények fenológiai megfigyelése révén komplex éghajlati információkhoz juthatunk. A kétszázötven éve több intézmény gondozásában folyt megfigyelések 2000-ben az OMSZ-ban értek véget. A napjainkban reneszánszát élő téma pályázati támogatása adott lehetőséget az 1983-2000 közötti időszakból vadon termő növények fenológiai fázisainak kiértékelésére. Végezetül az alma- ill. a szőlőtermesztés időjárás kockázatairól hallottunk.

A csütörtök reggeli szekció a települések éghajlatával összefüggő aktuális kutatások eredményeit összegezte. A városi hősziget jelenségének minél alaposabb megismerését és a tapasztalatok gyakorlatba integrálását tűzte ki célul a nyolc közép-európai nagyváros hálózata-ból álló UHI projekt. Ezt követően előadások hangzottak el Beregszász éghajlatáról, a völgyaljai városok légszennyeztségének sajátosságairól, valamint az éghajlat és idegenforgalom közti összefüggéseket jellemző speciális indexek és sémák használatáról.

A következő szekció témája a szélergia hasznosítás volt. A DE Meteorológia Tanszéke beszámolt két kutatási projekt eredményeiről. A pályázati támogatások lehetővé tették SODAR beszerzést, szélterképező modelladaptálást (WINDSIM) valamint egy komplex vizsgálatot a Hernád völgyében. Az ELTE átfogó statisztikai elemzése és RegCM3 modell szimulációs eredményei valószínűsítik, hogy az átlagos szélsébség Magyarországon az elkövetkezendő évtizedekben csökkenni fog, ezzel párhuzamosan az extrém szélviszonyok gyakorisága emelkedik.

Megtudtuk, hogy a Kárpát konvenció két projekt keretében (CARPVIA, CarpathCC) éghajlatváltozási és hatásvizsgálatokat folytat az alkalmazkodási stratégia előkészítésére. Másik kutatás azt vizsgálta, hogy erdőtelepítéssel milyen mértékben enyhíthető a globális felmelegedés hatása. A REMO regionális klímamoddellel végzett számítások szerint a hőmérséklet fél fokkal, a csapadékmennyiség csökkenése 50%-al mérsékelhető Európa egyes részein. Sajnos a növekvő hőmérséklet és a szárazodás miatt Magyarországon az egyes klímaövek határán a fák egyre növekvő szárazsági stressznek vannak kitéve. A 2010-es aszályos nyár következtében fokozott pusztulás következett be a Mátrafüredi Erdézet erdei és fekete fenyveseiben. Az ERTI szakemberei szerint a Nagyalföldön nőni fog a nem erdősíthető területek aránya, a gyertyános-tölgyes klíma kipusztul az Alföldről, és cseres klíma veszi át a helyét. A domb- és hegyvidékeken viszont a klimatikus viszonyok a terepadottságokhoz igazodóan mozaikosabb elrendeződést mutatnak. Ezért különösen fontos az erdőtervezésnél, termőhely feltárás során a topoklimatikus mintázat megismerése, amelyhez a Péczely-féle klímaosztályozás erdészeti alkalmazása kínál lehetőséget.

Tartalmas előadások hangzottak el az erdők vízgazdálkodási szerepéről, a faállományok vízzállító vízvisszatartó képességéről. Érdekes új adatok váltak ismertté az egyes időjárási paramétereknek a növekedésképzésben betöltött szerepéről. A síkfőkúti kísérleti telepen korábban lezajlott tölgypusztulással, s a napjaink időjárási jelenségeivel összefüggésben sokoldalú biológiai vizsgálatokról kapunk körképet. Egyebek közt megtudhattuk, hogy az aszályosság szignifikáns pozitív hatással van a búcsújáró lepke populációkra. Valamint azt, hogy a madaraknak milyen komfort érzetük lehet a mesterséges madárodúkból.

Az előadások anyagaiból külön konferencia kötet forrás hiányában nem készült, emiatt a fentiekben a szokásosnál részletesebben taglaltuk a rendezvény szakmai

előadásait, valamint a cikk végén az elhangzás sorrendjében felsoroljuk az előadásokat. Minden szerző lehetőséget kapott arra, hogy három folyóirat közül kiválassza, melyikben szeretne publikálni. Az aktuális Légekör számon kívül két referált angol nyelvű lap 2013-as számaiban jelennek meg a Vándorgyűléshez kapcsolódó cikkek: A „Landscape and Environment” valamint az „Acta Silvatica & Lignaria Hungarica” lapokban.

Az első nap Szász Gábor professzor emeritus, az MMT tiszteleti elnöke 85. születésnapja alkalmából rendezett, bensőséges ünneplésével egybekötött baráti vacsorával zárult a DE-AGTC VIP konferenciatermben. Másnap délután az érdeklődők ellátogattak a kismacsi agrometeorológiai állomásra. A kiránduláson megtekintettük a nemzetközi összehasonlításban is kiemelkedő minőségű mérési programot, ahol Szász Gábor és kollégái valamint Nagy Zoltán mutatták be az ország legkorszerűbben felszerelt agrometeorológiai műszerkijét, Bíróné Kircsi Andrea pedig a tanszék SODAR berendezését.

Ezt követően látogatást tettünk az Erdészeti Tudományos Intézet Püspökladányi Kísérleti Állomásán, Farkasszigeten. A Szikk-kísérleti Telepet 1924. október 1-én alapították, azzal a Kaán Károly által kifizetett céllal, hogy kimunkálja az alföldi szikes területek fásításának módszereit. 1963-tól ERTI Tiszántúli Kísérleti Állomásaként működik, jelenleg 400 ha erdő és 8 ha arborétum tartozik hozzá. Az intézmény vezetője, Csiha Imre ismertette a területen folyó kutatásokat, majd Vig Péter rövid megemlékezést követően a jelenlévők nevében megkoszorúzta az alföldfásítási programot kezdeményező Kaán Károly mellszobrát. A kellemes nyári időben sétát tettünk a kísérleti erdőterületeken és megismerkedünk a telepen folyó ígéretes erdészeti kísérletekkel. Az újratelepítés körülményeinek megértése érdekében egy tarra vágott erdővel, kutatási területen a talajnedvesség változásának térbeli és időbeli dinamikáját tanulmányozzák. Rásó János terepi bemutatóját nagy érdeklődés övezte. A bográcsban készült ízletes vacsorrát hangulatos szabadtéri, nádfedeles pihenőkben kellemes esti beszélgetés követte.

A sikeres rendezvény szervezése összehangolt csapatmunkának volt köszönhető. A team tagjai voltak Vig Péter (Nyugat-magyarországi Egyetem), a Debreceni Egyetemről Mészáros Ilona (Növénytan Tanszék) és Bíróné Kircsi Andrea (Meteorológia Tanszék), az MMT részéről pedig Wantuchné Dobi Ildikó (Országos Meteorológiai Szolgálat). A Vándorgyűlés helyszínét a DE-AGTC ingyen biztosította, az igényes kivitelezés pedig Fürjné Rádai Katalin munkájának volt köszönhető. Az Erdő és Klíma Konferencia termét a Növénytan Tanszék biztosította. A szervező helyi tanszékek hallgatóinak készséges recepciós tevékenysége emelte a programok hangulatát. A háttérmunkákban besegített Pusztai Magdolna és az MMT tikársága: Németh Ákos, Nagy Andrea, Balogh Bea. Az összes előadás anyaga, valamint az eseményről a fotókkal gazdagon illusztrált beszámoló felkerült az MMT honlapjára. <http://www.mettars.hu/rendezvenyek/>

Az MMT Vándorgyűlésén elhangzott előadások:

Szász Gábor: A debreceni agrometeorológiai kutatások 125 éve.
 Rácz Csaba - Nagy János - Dobos Attila Csaba: Meteorológiai mérések hasznosítása mezőgazdasági döntéstámogató rendszerekben
 Nagy Zoltán - Szász Gábor - Debreceni Bruno: A debreceni alapéghajlati állomás, az OMSZ háttérklíma hálózatának bővített mérési programmal rendelkező mérőállomása
 Major György - Nagy Zoltán - Tóth Zoltán: Schott napsugárzás szűrők mért (1938, 2012) átbocsátási görbéinek összehasonlítása
 Weidinger Tamás - Nagy Zoltán - Szász Gábor - Kovács Eleonóra - Baranka Györgyi - Döcsé Anna Borbála - Gyöngyösi András Zénó: A debreceni alapéghajlati állomás adatfeldolgozása: profilok, sugárzási és energiamérleg komponensek
 Unger Zoltán: A Sódviek ezüstje (időjárás- és földtani kockázat)
 Tar Károly: In memoriam Justyk János
 Szalai Sándor - Konkolyiné Bihari Zita - Lakatos Mónika és Szentimrey Tamás: A CARPATCLIM projekt: A Kárpát- régió nagyfelbontású rácspontri adatbázisa.
 Pieczka Ildikó - Pongrácz Zita - Bartholy Judit: Klímaindexek várható alakulása a PRECIS regionális klímaállomással korrigált értékei alapján
 Hunkár Márta - Vincze Enikő - Németh Akos - Dunkel Zoltán: Vadnövény fenológiai megfigyelések az OMSZ adataiból.
 Tőkei László - Sepsi Panna: Az almatermesztés időjárás vonatkozásai

Az Erdő és Klíma Konferencián elhangzott előadások:

Baranka Györgyi - Dobi Ildikó: Városi hősziget vizsgálatok Budapest térségében
 Mika János - Útasi Zoltán - Szarvas Attila - Tóth Antal: Völgyfaljai városaink levegőminőségi sajátossága
 Németh Akos: Újabb eredmények a Balaton térségének turisztikai klimatológiai kutatásában
 Biróné Kircsi Andrea - Lázár István - Monica Costea - Tar Károly: A szélsőségek területi modellezésének kérdései
 Péliné Németh Csilla - Radics Kornélia - Bartholy Judit: Rendelkezésre álló szélenergia tendenciái hazánkban a XXI. század során
 Tar Károly: A Hernád-völgy szélenergiája különböző időjárási helyzetekben
 Lázár István - Biróné Kircsi Andrea - Monica Costea - Tar Károly: A SODAR mérések felhasználási lehetőségei a légköri erőforrások hasznosításában
 Gálos Borbála - Mátyás Csaba - Jacob Daniela: A felszínborítás változás éghajlatmódosító hatásának vizsgálata Európában
 Vig Péter - Király Géza - Rozovits Ferenc - Szalai Áron: A Péczy-féle klímaosztályozás módosított alkalmazása az erdészeti gyakorlat számára.
 Puskás János - Nowinsky László: A Kámtori Árbortumban működő erdészeti fénycsapda Macrolepidoptera anyagából származó egyedek és fajok számának kapcsolata a hőmérsékleti minimumokkal
 Rásó János - Csiha Imre - Kamandiné Végh Ágnes - Keserű Zsolt - Rédei Károly: Alföldi kocsányos tölgy erdőállomány termőhelyének talajnedvesség-változás dinamikája kedvezőtlen környezeti feltételek mellett, a püspökkladányi Farkasszigeten
 Kalicz Péter - Gribovszki Zoltán - Csáfordi Péter - Kucsara Mihály: Erdő-sült és különböző mértékben beépített kisvízgyűjtők lefolyása Sopron példáján.
 Gribovszki Zoltán - Kalicz Péter - Szilágyi József: Kisvízfolyások napi vízhozamigazgatása alapján evapotranspirációt becsülő módszer validálása.
 Zagyvaine Kiss Katalin Anita - Gribovszki Zoltán - Kalicz Péter - Kucsara Mihály: Avarintercepció vizsgálatok a Soproni-hegységben.

MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG XXXIV. VÁNDORGYŰLÉS ÉS A VII. ERDŐ ÉS KLÍMA KONFERENCIA ÖSSZEFOGLALÓI

Debrecen, 2012. augusztus 29-31.

A DEBRECENI AGROMETEOROLÓGIAI KUTATÁSOK 125 ÉVE Szász Gábor - Debreceni Egyetem AGTC, gsasz@agr.unideb.hu

Az éghajlati megfigyelések Debrecenben 1854-ben indultak meg Tamásy Károly gyógyszerész vezetésével. 1898-ban létesült az Állami Felsőfokú Gazdasági Tanintézet Debrecen-Pallagon, melynek meteorológiai állomását Tormay Béla igazgató felügyelte. A Debrecen közelében lévő pallagi állomás feladatait 1901-től az OMFI (magyar királyi Országos Meteorológiai és Földmágnésügyi Intézet) hálózatához csatlakozva zavartalanul folytatta és biztosította a felsőoktatás és kutatási igényeket. A kutatás gyors fejlődését Kerpely Kálmán r. tanár indította meg, aki később az MTA tagja. Kerpely Kálmán dolgozta ki azt az új kutatási irányt, amely napjainkban sem veszítette célzatoságát, annak alapkonceptiója a növények harmonikus víz- és tápanyagellátásának biztosítása a termékek növelése céljából. A több évtizedes munka eredményei már kezdetben bel- és külföldön ismertek voltak, ez volt az első szabatos szántóföldi kísérletek egyike Magyarországon. A több évtizedes munka későbbi idejében (1927) a Tisza István Tudományegyetemen Berényi Dénes munkássága a mezőgazdasági meteorológia irányába fordult, amely az 1950-es években zárult. A II. világháború végén a Debreceni Mezőgazdasági Akadémia működését szüneteltette, s 1953-tól újjászervezte Mezőgazdasági Akadémia, majd főiskola, később pedig egyetemként folytatta a mezőgazdasági szakemberek képzését. Az újjászervezett debreceni mezőgazdasági felsőfokú oktatás és kutatás egyetemi szinten kiszélesítve folytatta munkáját, s elmélyült természetudományos oktatási feladatait. Ennek keretében 1960-ban felmerült egy modern agrometeorológiai állomás létesítése, amelyet Szász Gábor tervezett meg 1961-ben, s az MTA, valamint a Földművelésügyi Minisztérium támogatásával felépítve 1962-ben kezdte meg rendszeres munkáját. Korszerűsége tekintve évtizedeken át az ország legkorszerűbb műszereivel felszerelt obszervatórium több évtizeden át zavartalanul szolgált különböző információkkal a fejlődő mezőgazdaság számára. Az obszervatóriumhoz tartozott egy olyan kísérleti tér, ahol korlátlanul lehetővé vált az időjárási és éghajlati hatásoknak a növény fejlődésére és termésére gyakorolt hatásának vizsgálata. Ezeket

Mészáros Ilona - Kanalas Péter - Fenyvesi András - Kis József - Ander István - Futó István - Oláh Viktor - Szöllösi Erzsébet - Lakatos Ágnes - Tóth György Dániel - Demeter Zita: Időjárás fluktuációk hatása zonális fafajok ökoфизиológiai folyamataira
 Szalai Sándor: A CarpathCC projekt a Kárpátok sérülékenysége vizsgálata
 Berki Imre - Mörzicz Norbert - Rasztovits Ervin: A tölgyek szárazságtoleranciája és a nitrogénellátottság
 Kamandiné Végh Ágnes - Csiha Imre - Keserű Zs.: Sziki kocsányos tölgy állományok természetközeli felújítási kísérletei a klímaváltozás hatásai mellett
 Führer Ernő - Edelényi Márton - Jagodics Anikó - Jereb László - Horváth László - Möring Andrea - Pödör Zoltán - Szabados Ildikó: Az átmérő-növekedés és az időjárás közötti összefüggés egy idős bükkösben
 Manninger Miklós - Edelényi Márton - Pödör Zoltán - Jereb László: A hőmérséklet és a csapadék hatása a bükk növekedésére
 Janik Gergely - Nagy András - Koltay András - Reményfy Rita - Dudás Béla - Lovász Ágnes - Hírka Anikó - Szöcs Levente - Csóka György: Gyors, tömeges fenyőpusztulás a Mátrafüredi Erdészet területén
 Csóka György - Pödör Zoltán - Hírka Anikó - Führer Ernő - Szöcs Levente: Az időjárás tényezők hatása a tölgy búcsújáró lepke (*Thaumetopoea processionea* L.) populációinak fluktuációjára
 Barki Márta: Mesterséges madárodúk hőmérsékletjárásának vizsgálata

Poszter szekció:

Edelényi Márton, Pödör Zoltán, Jereb László, Manninger Miklós: Erdei fák éves növekedésmentének közelítő leírása függvényekkel
 Führer Ernő, Horváth László, Jagodics Anikó, Kólosz László, Möring Andrea, Szabados Ildikó: A Nagyalpödrre jellemző erdészeti klímaosztályok területének várható változása
 Kanalas Péter, Fenyvesi András, Oláh Viktor, Szöllösi Erzsébet, Ander István, Mészáros Ilona: A cserőtölgy és a kocsánytalan tölgy vízforgalmi jellemzőinek vizsgálata a síkfokúti kutatási terület erdőállományában
 Mörzicz Norbert, Drüsler Áron, Eredics Attila, Heffentraeger Gábor, Rasztovits Ervin és Bidló András: Négy erdei fafaj (bükk, kocsánytalan tölgy, lucfenyő és erdei fenyő) mesterségesen előidézett szárazság stresszre adott válaszreakcióinak vizsgálata
 Nyitrai Balázs, Kis József, Kanalas Péter, Oláh Viktor, Szöllösi Erzsébet, Szabados Ildikó, Mészáros Ilona: A kocsánytalan tölgy (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) és a cserőtölgy (*Quercus cerris* L.) évszázadok közötti változásai a tölgypusztulás időszakában
 Oláh Viktor, Szöllösi Erzsébet, Kanalas Péter, Nyitrai Balázs, Kiss József, Lakatos Ágnes, Tóth György Dániel, Mészáros Ilona: A levelezéspanzió tavaszi lezajlása idős kocsánytalan tölgyfák (*Quercus petraea* Matt. Liebl.) egyedek többéves levélmorfológiai és klorofill fluoreszcencia adatai alapján
 Somfalvi-Tóth Katalin, Gulyás Krisztina: Veszélyes téli csapadékfajták klimatológiai vizsgálata és előrejelzési lehetőségei
 Szöllösi Erzsébet, Oláh Viktor, Kanalas Péter, Kis József, Nyitrai Balázs, Hepp Anna, Mészáros Ilona: Eltérő időjárás feltételek hatása egy cseres-tölgyes állomány domináns fafajainak levél biokémiai és fiziológiai jellemzőire
 Németh László, Zentai Zoltán, Puskás János: Agrometeorológiai és talajvizsgálatok a kőszegi szőlőben
 Németh László, Zentai Zoltán, Bércs Csilla: Geotermikus sugárirányú fűrésszel a földhő hasznosítására kialakított szonda vizsgálata

fenológiai és különböző biofizikai mérések tették teljessé a légköri hatások, folyamatok által kiváltott növényi reakciók elemzéséhez. Az obszervatórium alapfeladata az éghajlati megfigyelés folytatása, valamint a Kerpely által felvetett gondolatok és kísérletek továbbvitelére, amely jól illeszkedett a klimatikus ökológiai hatások további megismerésének lehetőségéhez. Az elmúlt 50 év kutatási témaköréi az alábbiak szerint taglalhatók: A felszín-légkör közötti kölcsönhatás: energiamérleg (sugárzási mérleg, látns és szenzibilis hőáram, talajhőáram, makro- és mikroszkálán; vízmérleg (makro- és mikroszkálán); szántóföldi növényállományok mikroklimája; mikrome-teológiai folyamatok modellezése; távérzékelés alkalmazása az agroökológiában. Agroklimatológiai kutatások: agroökológiai tájak rendszerének kidolgozása; agroökológiai tájak növényi produktív modelljének kiépítése; agroökológiai tájak komplex agroklimatológiai jellemzése; löszháti csernozjom talaj tenyésztéskor alatti vízháztartásának meghatározása; a nyári vízellátottság parametrisálása és alakulása Magyarországon; hőmérsékleti időszakok trendje (16 állomás, 1880-2000); időjárás elemek és a termés kapcsolata a különböző agroökológiai körzetekben. Összefoglalva megállapítható, hogy a Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma Agrometeorológiai Obszervatóriuma olyan kutató és szolgáltató hely, amely képes a felmerülő feladatokat széleskörűen ellátni.

METEOROLÓGIAI MÉRÉSEK HASZNOSÍTÁSA MEZŐGAZDASÁGI DÖNTÉSTÁMOGATÓ RENDSZEREKBE

Rácz Csaba, Nagy János és Dobos Attila Csaba - Debreceni Egyetem, FMIT, raczcs@agr.unideb.hu

Napjainkban a mesterséges ökoszisztémák produktív érzékenysége nagymértékben növekedett a magas genetikai potenciál és a környezeti - elsősorban klimatikus - tényezők gyakran szélsőséges változása miatt. A termelési kockázat, illetve a káresemények volumenének növekedése következtében elvártnak igény olyan mezőgazdasági döntéstámogató rendszerek kiépítése, melyek célorientált agrometeorológiai mérésekre alapozva elősegítik a károk megelőzését, mérséklé-

sét, illetve megbízható háttér-információt szolgáltatnak egy adott stresszhatás környezeti körülményeire. A Debreceni Egyetem Földhasznosítási-, Műszaki- és Területfejlesztési Intézete 2009-ben kezdte meg elsősorban a Tiszántúlon (gyümölcsös, szántóföld) több mint 30 (folyamatosan növekvő) állomásból álló agrometeorológiai mérőhálózat kiépítését. A mérőhálózatra, a kismacsi-látóképi obszervatórium kutatási és együttműködési eredményeire alapozva olyan ágazat-specifikus döntéstámogató rendszert kiépítését céloztuk meg, melynek operatív területei a fajspecifikus víztárolóhelyzetek felmérése, a fagyvédelem és a növényvédelmi beavatkozások optimális időpontjának meghatározása.

A DEBRECENI ALAPÉGHÁJLATI ÁLLOMÁS, AZ OMSZ HÁTTÉRKLÍMA HÁLÓZATÁNAK BŐVÍTETT MÉRÉSI PROGRAMMAL RENDELKEZŐ MÉRŐ-ÁLLOMÁSA

Nagy Zoltán¹, Szász Gábor² és Debreceni Bruno² - ¹Országos Meteorológiai Szolgálat, ²Debreceni Egyetem AGTC, nagy.z@met.hu,

A DATE kismacsi agrometeorológiai obszervatóriumában folyó agrometeorológiai mérések évtizedes múltra tekintenek vissza. A mérőállomás felújítása után a megújult infrastrukturális háttér olyan lehetőségeket biztosít, amely országos szinten is kitüntetett szerepet jelenthet a mérőállomás számára. Egyrészt a mérések területén meglévő tradíciók figyelembe véve, másrészt az infrastruktúra által kínált lehetőségeket felismerve, az Országos Meteorológiai Szolgálat is lehetőséget kapott egy mérőrendszer telepítésére. A Jedlik Anyos pályázat támogatásával megvalósult mérőállomás alapvető célja Magyarország klímaviszonyaiban bekövetkező jövőbeni változások részletesebb megismerése, az eddigieknél nagyobb súlyt fektetve a talajfelszín teljes energiamérlegét alkotó komponensek meghatározására. A 2008 tavaszán beüzemelt mérőrendszer mérési programja olyan elemeket tartalmaz, amely nem volt jellemző az OMSZ korábbi mérési gyakorlatában. A debreceni mérőállomás egy több állomásból álló háttérklíma-mérőhálózat egyik tagja, amely a többi mérőállomáshoz képest bővebb mérési programmal működik, adatokat biztosítva különböző módszertani feldolgozások számára. Előadásunkban bemutatjuk a háttérklíma állomás mérési programját, illetve a telepített mérőeszközöket, szöveg a mérések megbízhatóságát biztosító ellenőrzési, kalibrálási eljárásokról, illetve röviden vázoljuk a közeljövőben tervezett fejlesztési elképzeléseinket. A háttérklíma hálózat kismacsi mérőállomásával párhuzamosan Debrecen-Látóképen is kiépült egy, a kismacsinnál lényegesen egyszerűbb mérési programmal működő mérőállomás, az Országos Meteorológiai Szolgálat mérőhálózatában pedig már régebb óta üzemel a Debrecen-Reptér mérőállomás. Az előadás második részében az előbbieken említett állomások mérési adatainak egy alkalmazási lehetőségére, a városklíma tanulmányozására mutatunk be példát.

SCHOTT NAPSUGÁRZÁS SZŰRŐK MÉRTE (1938, 2012) ÁTBŐCSÁTÁSI GÖRBEINÉK ÖSSZEHOSSZABÍRÁSA

Major György, Nagy Zoltán és Tóth Zoltán Országos Meteorológiai Szolgálat, major.gy@met.hu,

Az előadás egy tudománytörténeti szempontból érdekes feldolgozás eredményeit mutatja be, amely során az 1930-as évek végén gyártott és beszerzett üvegszűrők átbecsátási tulajdonságait hasonlítottuk össze a gyári kalibrálási bizonyítványok alapján meghatározható eredeti, illetve jelenlegi állapotukban. A szűrők beszerzésének céljáról nincs megbízható információ, ám Szász Gábor professzor úr, kinek gondoskodása megőrizte az utókor számára a szűrőket, a szűrők legtöbbjéhez az eredeti gyári kalibrációs lapokat is át tudta adni, amely kalibrációs lapok formája és tartalma már önmagában is egy érdekes mozaik a múltból. A szűrők jelenlegi átbecsátási karakterisztikáit egy LI 1800 típusú spektorradiométerrel határoztuk meg, amely a 300-1100 nm-es hullámhossztartományban, 1 nm-es felbontással képes a napsugárzás spektrális összetételének meghatározására, mind a direkt, mind a globál komponens tekintetében. A mérések során forrásként a Napot, pontosabban a direkt napsugárzást használtuk. A mérési eredmények azt mutatják, hogy a szűrők régi és új méréseken alapuló átbecsátási görbéinek fő jellegzetességei azonosak, ugyanakkor a napsugárzással mért (2012) átbecsátási értékek (egyetlen pont kivételével) minden esetben jelentősen alacsonyabbak az 1938-ban, laboratóriumban mért értékeknél.

A DEBRECENI ALAPÉGHÁJLATI ÁLLOMÁS ADATFELDOLGOZÁSA: PROFILOK, SUGÁRZÁSI ÉS ENERGIAMÉRLEG KOMPONENSEK - Weidinger Tamás¹, Nagy Zoltán², Szász Gábor³, Kovács Eleonóra², Baranka Györgyi², Décsai Anna Borbála¹ és Gyöngyösi András Zénó¹

¹ELTE Meteorológiai Tanszék, ²Országos Meteorológiai Szolgálat, ³Debreceni Egyetem AGTC, weidi@caesar.elte.hu,

Az elmúlt években – az OMSZ közreműködésével – megújult a Debreceni Agrometeorológiai Obszervatórium, amely 2008 óta a hazai háttérklíma mérőhálózat tagja, s egyúttal adatokat biztosít különböző módszertani feldolgozások számára. A fő cél a klímaviszonyaiban bekövetkező jövőbeni változások részletesebb megismerése, az eddigieknél nagyobb súlyt fektetve a talajfelszín teljes energiamérlegét alkotó komponensek meghatározására. Az állomáson a klimatológiai és agrometeorológiai alapadatok mellett mérjük a sugárzási mérleg komponenseket, meghatározzuk a talaj energiamérlegét, a talajhőmérséklet és talajnedvesség profilját. A turbulens áramokat (impulzus, szeszibilis és latens hőáram, szén-dioxid) Eddy-kovariációs mérőrendszerrel mérjük. A 10 m-es réteg nyáponosságú szél, hőmérséklet és nedvességprofiljainak ismeretében mód van a Bowen-arány, a módosított Bowen-arány, a gradiens- és a profil módszer alkalmazására is a turbulens áramszámításban. Célunk egy egységes adatbázis-rendszer létrehozása. Vizsgáljuk a mérési adatok pontosságát, az esetleges fellépő hibák típusait, kiküszöbölésük lehetséges módjait. Bemutatjuk a sugárzási mérleg komponensek és a meteorológia állapotjelzők profiljait. Foglalkozunk a felszíni energiamérleg meghatározásával, évszakos változásaival. Vizsgálataink elsősorban a felszín energiamérleg komponenseire irányultak, különös hangsúlyt a latens- és szeszibilis hőáram becslésre. Két mérési módszert elemzünk részletesebben: a Bowen-arány módszert, mely a rendelkezésre álló energia és a mért gradiensek segítségével számítja a fluxu-

sokat, és az Eddy-kovariancia módszert. A két módszerrel kapott áramok összevetésére kerültek numerikus modellszámításokkal. Az eredmények jó egyeztet mutatnak mind a sugárzási, mind az energiamérleg komponensek esetén. Hasznos lenne az állomás mérési adatainak közvetlen felhasználása is a szimulációs gyakorlatban és a numerikus modellek ellenőrzésében.

A SÓVIDÉK EZÜSTJE (IDŐJÁRÁSI ÉS FÖLDTANI KOCKÁZAT)

Unger Zoltán - Nyugat-magyarországi Egyetem TTK, Fizika Intézeti Tanszék, unger.zoltan@ttk.nyme.hu

A Kárpát-medencében két tájegység neve származik a területén hasznosított nyersanyag nevéből. Az egyik Sövidék, amely az előadás tárgya, a másik Vas megye, ahonnan jön az előadó, a Nyugat-magyarországi Egyetem Savaria Egyetemi központjából, hogy e két tájegység között felül, az Alföldi Debrecenben, Sövidék időjárásáról és annak földtani kockázatairól tegyen említést. Szó lesz még az Erdélyi-medencében fellelhető só - földtani - eredetéről, amelynek egyesek klimatikus eredetet tulajdonítanak. Áttekintjük a só készletek mai előfordulását, és ezek főbb bányászati pontjait. Megemlítjük a kialakult új földművelési és ehhez kapcsolódó földtani- és geotechnikai kockázatainak veszélyeit is. Végül, nem lehet szó nélkül hagyni a természeti kockázatok mellett, az emberi magatartásban rejlő veszélyeket sem.

A CARPATCLIM PROJEKT: A KÁRPÁT-REGIO NAGYFELBONTÁSÚ RÁCS-PONTI ADATBÁZISA

Szalai Sándor¹, Konkolyé-Bihari Zita², Lakatos Mónika² és Szentimrey Tamás² - ¹Szent István Egyetem,

²Országos Meteorológiai Szolgálat, szalai.sandor@mkk.szie.hu

A Kárpát-medence utolsó egységes éghajlati térképei az első világháború idején születtek. Azóta a térségben több kis állam jött létre, amelyek a közelmúltban nemzeti éghajlati atlaszt általában készítettek ugyan, ám ezek módszertana, a felhasználási adatbázis nem volt összhangban, így az eredmények összehasonlíthatósága is megkérdőjelezhető. A régióban általános adatpolitika megakadályozza, hogy adatok központi rendszerbe szervezésével készülhessen regionális éghajlati áttekintés. Az Európai Parlament támogatásával futó CARPATCLIM projekt ezt a hiányt kívánja pótolni. Nem készül közös adatbázis, a nemzeti szolgálatok mért adatai nem kerülnek nyilvánosságra, de egységes módszertannal homogenizálják a nemzeti adatokat, egyazon módszerrel végzik az adatminőség ellenőrzését és hasonlóan, az összes ország ugyanazt a módszert alkalmazza a rácspontri adatok meghatározásához. Ezek a módszerek az OMSZ-ban kifejlesztett homogenizálási és adatminőség ellenőrzési program, a MASH, és az ugyanitt készült interpolációs program, a MISH. A területi, országok közötti konzisztenciát a minimális szükséges határ menti adatcserevel értük el. A vizsgálati terület 10 ország területét érinti, amelyen 10*10 km-es rácson állnak elő az adatok. A rácspontri adatbázis egy része napi adatokat tartalmaz, a másik része az éghajlati atlasz. A napi adatok 12 paraméterre terjednek ki, az éghajlati 36-ra. A projekt eredménye lehetővé teszi az eddigi számos, de bizonytalan adathatár, nem harmonizált éghajlati adatokra épülő hatástanulmány szakmailag megalapozott átdolgozását és a Kárpát-medence és régió egységes szemléletű éghajlati vizsgálatát. A projekt vezető intézménye az OMSZ.

KLÍMAINDEXEK VÁRHATÓ ALAKULÁSA A PRECIS REGIONÁLIS KLÍMA-MODELL KORRIGÁLT ÉRTÉKEI ALAPJÁN

Pieczka Ildikó, Pongrácz Rita és Bartholy Judit - ELTE Meteorológiai Tanszék, pieczka@nimbus.elte.hu,

Az előadásban a 25 km horizontális felbontású PRECIS regionális klímamodell felhasználásával a Kárpát-medence térségére előállított éghajlati szcenáriók szélsőséges hőmérsékleti és csapadékviszonyainak várható tendenciáit mutatjuk be. A jövőbeli változások és azok bizonytalanságának számszerűsítésére három különböző (A2, A1B, B2) globális emisszió forgatókönyv figyelembevételével végzett futtatások elemzését végezzük el. Noha az átlagos értékeket megközelítőleg helyesen szimulálja a modell, a napi hőmérsékletre vonatkozó nyers outputok eloszlása jelentősen eltér a mérések alapján származtatott eloszlástól. Ahhoz, hogy a különböző éghajlati indexeket elemehessük, hibakorrekciós eljárás alkalmazása szükséges. E célból a havi percentilisek illesztésén alapuló módszert alkalmazunk. A korrigált adatok felhasználásával a szélsőségek elemzése is elvégezhető, melyek ismerete az adaptáció szempontjából kiemelt fontosságú. A hőmérsékleti sűrűségfüggvények eltolódása, alakjuk megváltozása várható a XXI. században. A modellszimulációk a pozitív hőmérsékleti indexek által reprezentált események gyakoribbá válását és a negatív indexek előfordulásának csökkenését valószínűsítik, melyek a gazdasági/társadalmi partnerek részéről komoly felkészülést igényelnek. Elvégzett vizsgálataink mind alátámasztják a nyárra várható szárazodást. Mivel a jövőben éves szinten kevesebb csapadékos napra számíthatunk és a leghosszabb csapadégmentes időszak (CDD) is hosszabbodni fog, így az aszályhajlam megerősödésére, szárazodásra kell számítanunk, amely mezőgazdasági szempontból igen kedvezőtlen.

AGROMETEOROLÓGIAI ALKALMAZÁSOK A 4MX SZIMULÁCIÓS NÖVÉNYTERMESZTESI MODELL SZOFTVERCSOMAGBAN

Fodor Nándor - MTA ATK TAKI, fodor.nandor@agrar.mta.hu

A szimulációs növénytermesztési modellek a légkör-talaj-növény rendszer főbb folyamatait dinamikusan, általában napi léptékben írják le. Segítségükkel folyamatos képet kaphatunk a meteorológiai illetve agrotechnikai perem- illetve kényszerfeltételek mellett a talajban (párolgás, nitrifikációs, stb.) és a növényben (fotoszintézis, növekedés, stb.) lejátszódó folyamatok alakulásáról. A szimulációs növénytermesztési modellek eredményesen használhatók az alábbi területeken: (1) Oktatás: Az élet- föld-, és agrártudományok kurzusaiban. A rendszer-szemléletű gondolkodást előtérbe helyezve mutathatók be a légkör-talaj-növény rendszer sokrétű kölcsönhatásában lévő folyamatait és az emberi beavatkozások környezeti- és társadalmi hatásait. (2) Kutatás: Kísérletek és megfigyelések térbeli illetve időbeni kiterjesztése, többek között a klímaváltozás várható hatásainak feltérképezése. (3) Gyakorlat: Intelligens öntözésszervezés illetve döntéstámogató

rendszerek háttérszámításainak végrehajtása. Jogszabályalkotás szakmai háttérnek biztosítása. A szimulációs növénytermesztési modellek használatának és fejlesztésének egyik fő akadály az adathiány. Ezen akadály leküzdésének két lehetséges módja az adatpótlás és az adatgenerálás. Ennek megfelelően a 4Mx növénytermesztési modell szoftvercsomagban helyet kapott egy globálisugrás-becsülési eljárás és egy sztochasztikus időjárás-generátor. Az előbbi a napi hőingás és csapadék adatok felhasználásával ad becslést a globálisugrás értékeire. Az időjárás generátor a száraz és csapadékos időszakok hosszát valamint a napi csapadékmennyiségeket egy 3-paraméteres Weibull-eloszlással írja le, a többi meteorológiai változótól függetlenül. A napi minimum és maximum hőmérséklet és a globálisugrás kiszámítására, száraz és nedves napokra külön kerül sor. Minden változót egy reziduum-sorra redukál úgy, hogy az idősoros adatokból eltávolítja az átlag és a szórás éves menetet melyeket egy-egy 3-ad rendű Fourier-sorral közelít. Az egyes változók reziduum-sorainak napi értékeit a többi változó függvényében a lag-0 és lag-1 auto- és kereszt-korrelációs mátrixok felhasználásával számítja. Mindkét eljárás egy nagy észak-amerikai adatbázison került tesztelésre kiváló eredménnyel.

VADNÖVÉNY FENOLÓGIAI MEGFIGYELÉSEK AZ OMSZ ADATTÁRÁBAN

Hunkár Márta¹, Vincze Enikő², Németh Ákos², és Dunkel Zoltán²

¹Pannon Egyetem, Georgikon Kar, ²Országos Meteorológiai Szolgálat
hunkar@georgikon.hu,

A növényfenológiai megfigyelések mintegy kétszázötven éves története arról tanúskodik, hogy a megfigyelések célja a természetudományos érdeklődéstől fokozatosan fordult a gyakorlati alkalmazásig, majd az utóbbi évtizedben a klímaváltozás paradigmájának uralkodóvá válásával ismét előtérbe került a természetudományos érdeklődés. Az OMSZ 1871-1885 évkönyveiben 57 helyről vannak megfigyelések. A megfigyelt növények főként a természetes vegetáció élővilágai közül kerültek ki, így az egyes helyeken eltérnek egymástól. 1885 után megszakad a megfigyelések sora. Ezt követően 1910-ben a Magyar Földrajzi Társaság, később pedig 1934-ben az Erdészeti Kutató Intézet létesített növényfenológiai megfigyelő hálózatot. Az OMSZ-ban 1951-ben kezdték újra megszervezni a növényfenológiai megfigyelő hálózatot. Mivel a megfigyelések módszere és helye az egyes adatsoroknál eltérő volt, vizsgálatainkhoz a legutóbbi időszakból 1983-2000 évekből rendelkezésre álló adatokat fogjuk felhasználni. A megfigyelt vadon termő növények ebben az időszakban az alábbiak voltak:

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

A megfigyelt fenofázisok, a fák és cserjék esetében: 1. az első levelek kialakulása – SL; BBCH:11; 2. a virágzás kezdete – BF; BBCH: 61; 3. levélhullás – FO; BBCH: 95. A lágyszárúaknál: 1. Virágzás – FL; BBCH: 65 Az előadásban bemutatjuk az egyes növényekre és egyes fenológiai fázisokra készített országos térképeket, valamint a a fenológiai fázisok alakulása és a tavaszi felmelegedés közötti kapcsolatokat.

AZ ALMATERMESTÉS IDŐJÁRÁSI VONATKOZÁSAI

Tőkei László és Sepsi Panna Budapesti Corvinus Egyetem Kertészettudományi Kar Talajtan és Vizgazdálkodás Tanszék, laszlo.tokei@uni-corvinus.hu, panna.sepi@uni-corvinus.hu

Az almatermesztés érzékeny az időjárásra és a változó éghajlatra. A termelés feltételeit és biztonságát nagyban meghatározzák az éghajlati adottságok. A leggyakrabban előforduló, az almatermesztés szempontjából kritikus időjárási események a téli és a tavaszi fagyok, a hőstressz, az aszály, az intenzív csapadék és a jégeső. Ezek a meteorológiai viszonyok a növények zavart fejlődéséhez, sérüléséhez vezetnek. Munkánkban a fent említett időjárási események hatását vizsgáltuk az alma termésátlagaira vonatkozóan. A magyarországi megyei szintű alma termésátlag adatokat összevetettük az egyes fenológiai fázisok szempontjából kritikus időjárási paraméterekkel. Megvizsgáltuk a virágzási időszakban a tavaszi fagyok hatását, valamint a rügydifferenciálódás időszakában a hóhullámok és az aszály jelentőségét. Eddigi eredményeink szerint a virágzás időszakában szoros kapcsolat mutatható ki a termésátlagok és a minimum hőmérsékletek között. Az almatermesztés időjárási vonatkozásainak jellemzésére meghatároztunk egy mutatót, mely a természet biztonságát fejezi ki megvénként. A mutató alapján Borsod-Abaúj-Zemplén megyében legkiegyenlítettebb a termelés.

VÁROSI HŐSZIGET VIZSGÁLATOK BUDAPEST TÉRSÉGÉBEN

Baranka Györgyi és Dobi Ildikó - Országos Meteorológiai Szolgálat, baranka.gy@met.hu

Budapest egyike azon nyolc közép-európai városoknak, amelyet az UHI (Urban Heat Island – Városi Hősziget) nevű európai uniós projekt keretében tanulmányozunk. A pályázat a Central Europe Program támogatásával és az Európai Regionális és Fejlesztési Alap társfinanszírozásával valósul meg. Az UHI projekt célkitűzése a városi hősziget jelenség előfordulását csökkentő, a kockázatot megelőző és kezelő stratégiák kifejlesztése. A projekt kiemelt célja, hogy (i) mélyebb ismereteket nyerjünk az ember által előidézett városi hősziget kialakulása és a globális klímaváltozás közti kölcsönhatásról; (ii) állandó nemzetközi hálózatot hozunk létre a jelenség megfigyelésére; (iii) stratégiát dolgozzunk ki a hősziget hatás enyhítésére és a hozzá történő alkalmazkodásra; (iv) az így kialakított mitigációs és adaptációs stratégiákhoz illeszkedve fejlesszük tovább a városi földhasználati és építészeti terveket és a polgári védelem rendszereit. Jelen előadásban értékeljük azon klímameleket, amelyeket a vizsgált közép-európai nagyvárosokban meteorológiai mérőállomásokon mérnek különböző léptékű vá-

rosi körülmények között. A léghőmérséklet és a hősziget intenzitás területi és időbeli karakterisztikáit tanulmányozzuk Budapest térségében. Továbbá a városi népesség, a fűtési fóknapok és a hosszúidejű hőmérsékleti adatsorok együttes előfordulását is bemutatjuk. A budapesti légköri határreteg szerkezetét, időbeli alakulását a Budapest-Pestszentlőrinc állomás rádiószondás adatainak felhasználásával értékeljük. Az eredményeket GIS technológia alkalmazásával szemléltetjük. A témához kapcsolódóan a 2007-2011 között OTKA (K68277) támogatás keretében folyt városklíma kutatások közül bemutatjuk a Budapest beépítettsége és a városi hősziget műholdas elemzésének eredményeit. A pályázat végső célja a városi hősziget jelenség és a klímaváltozás közötti kapcsolat kimutatása, így segítséget nyújthatunk a közép-európai térség városi döntéshozóinak olyan intézkedések meghozatalában, amellyel a városokban tapasztalható hőstressznek a lakosság egészségére káros hatásai megelőzhetőek, illetve csökkenthetőek.

A VÁROSI ZÖLDFELÜLETEK HATÁSA A VÁROSI HŐSZIGET TÉRBELI SZERKEZETESRE

László Elemér - Debreceni Egyetem Meteorológiai Tanszék, laszloelem@gmail.com

A városi hősziget kialakulásában nagy szerepet tölt be a városban meglévő zöldfelületek aránya. Tanulmányunkban olyan módszereket mutatunk be, amellyel számszerűsíthető egy település horizontális zöldfelületi aránya, viszonylag egyszerűen. Ezen kívül olyan általános modellegeket alkottunk, amelyekkel becsülhető a hősziget területi szerkezete Beregszászban. Ennek igen nagy gyakorlati jelentősége lehet, hiszen a hőmérsékleti különbség a belváros és a külterületek között még egy olyan nagyságú városban is, mint Beregszász, elérheti akár a maximális 5-6 °C-ot, átlagosan pedig 2-2,5 °C-ot. Ráadásul a városban belül szintén nagy területi különbségek alakulhatnak ki. A modellegekkel kapott becslések meghozatalában, amellyel a városokban tapasztalható hőstressznek a lakosság egészségére káros hatásai megelőzhetőek, illetve csökkenthetőek.

VÖLGYALJI VÁROSAINK NÉHÁNY LEVEGŐMINŐSÉGI SAJÁTSÁGÁRA

Mika János, Utasi Zoltán, Szarvas Attila és Tóth Antal - Eszterházy Károly Főiskola Földrajz Tanszék, mika@ektf.hu

A száz legnépesebb hazai városunkból mintegy húsz völgyalji helyzetű. Pontos számot a völgyalji jellegnek a korábbiakhoz (Utasi et al, 2011) képest pontosabb meghatározása alapján kaphatunk. Az újra definiált völgyalji városok légszennyezettség mutatóit hasonlítjuk össze 2x(kb)20 más, nem völgyalji helyzetű városunkkal. Az egyik kontroll-csoport városai az ország ugyanazon nagytájairól származnak, mint a völgyaljiak, míg a másik kontroll-csoport városai többnyire az Alföldre esnek. Mindhárom csoportban kb. 1-1 millió lakos él. Az előadásban az Országos Légszennyezettségi Mérőhálózat (OMSZ) nyilvános adatai alapján négyféle légszennyezettségi mutató átlagos- és szélső értékeit elemizzük a 21. század első évtizedében elérhető adatsorok alapján. E mutatók a nitrogén-dioxid (NO₂), a kén-dioxid (SO₂), az ózon (O₃) és az ülepedő por (PM₁₀) koncentrációi. Az eddigi első vizsgálatok különbségeket mutatnak a csoportok között, melyeket a véglegesítés után szembesítünk majd néhány olyan gazdasági és társadalmi természetű eltéréssel is a völgyalji és a nem völgyalji városok között, amelyek befolyásolhatják a kérdéses légszennyezettségi mutató alakulását.

ÚJABB EREDMÉNYEK A BALATON TÉRSÉGÉNEK TURISZTIKAI KLIMATOLÓGIAI KUTATÁSÁBAN

Németh Ákos - Országos Meteorológiai Szolgálat, nemeth.a@met.hu

Hazánk egyik legfontosabb és legismertebb turisztikai célterülete a Balaton. Bár az utóbbi években tapasztalható olyan törekvések, hogy a turizmuszezon hosszát kitolják, mégis jobbra úgy tekintünk a Balatonra, mint fürdőhelyre. A strandolásnak és más vízparti tevékenységeknek ugyanakkor megvannak a maguk klimatikus feltételei. Ezt a feltételrendszert nevezzük gyakran turisztikai klímapotenciálnak.

A turisztikai klimatológiai eszközökkel kimutatható, hogy az éghajlat változásával párhuzamosan hogyan változik egy adott terület turisztikai klímapotenciálja. Ehhez komplex turisztikai klimatológiai értékelő rendszerek és bioklíma indexek állnak rendelkezésünkre. A tanulmány célja, hogy ezen eszközök (Tourism Climate Index – TCI, Climate Tourism Information Scheme – CTIS) alkalmazásával bemutassa a Balaton térségében a turisztikai klímapotenciálban 1961-2010. között megfigyelt változásokat. A bemutatásra kerülő eredmények hasznos háttér-információt jelenthetnek a döntéshozók számára.

A SZÉLSEBBSÉG TERÜLETI MODELLEZÉSÉNEK KÉRDÉSEI

Bíróné Kircsi Andrea¹, Lázár István¹, Monica Costea² és Tar Károly³

¹Debreceni Egyetem TTK Meteorológiai Tanszék, ²Nagyvárad Egyetem

³Nyíregyházi Főiskola, Turizmus és Földrajztudományi Intézet, kircsi.andrea@science.unideb.hu

A szél energetikai hasznosításának sikere akár háztartási, akár ipari méretekben is történik, nagyban függ attól, hogy mennyire ismerjük egy terület szélklímáját. Nagy pontosságú szélméréseket, adatelemzéseket célszerű elvégezni, hogy megismerjük a szél tulajdonságait. Ugyanakkor a hasznosító berendezések elhelyezése előtt, az egy pontban végzett szélmérések eredményeit térben is ki kell terjesztenünk, hogy megtaláljuk a hasznosítás szempontjából optimális helyszínt. A Debreceni Egyetem és a Nagyvárad Egyetem kutatói egy határon átnyúló kutatási projekt keretében térképezik fel Hajdú-Bihar és Bihar megyék szélpotenciálját, melyhez egy a gyakorlatban elterjedt CFD analízisen (áramlás- és hőtani szimuláció) alapuló numerikus modell adaptálnak. A szél domborzat által befolyásolt területi képeknek modellezéséhez a WINDSIM modellt teszteltük síkvidéki és helyvidéki mintaterületeken, különös tekintettel arra, hogy a választott domborzatmodell hogyan befolyásolja a modellezett szélmező területi képét. A kutatás megvalósítását a HU08/0802/083_AF REGENERG pályázat támogatta.

A RENDELKEZÉSRE ÁLLÓ SZÉLENERGIA TENDENCIÁI HAZÁNKBAN A XXI. SZÁZAD SZORÁN

Péliné Németh Csilla^{1,2}, Radics Kornélia^{1,2} és Bartholy Judit² -¹MH Geoinformációs Szolgálat, ²ELTE Meteorológiai Tanszék, peleinenemeth.csilla@mhtehi.gov.hu

Napjainkban a fosszilis energiahordozók kiváltásáért vívott küzdelem eredményeként egyre nagyobb szerephez jutnak a megújuló energiaforrások. Az elmúlt évtizedek során a legdinamikusabb fejlődést közülük a széleenergia hasznosítása mutatta. A rendelkezésre álló széleenergia-készletek pontosabb felméréseinek elősegítése érdekében jelentősen megnövekedett az igény a széleklíma esetleges változásainak, a globális klímaváltozás regionális hatásainak elemzésére, következményeinek becslésére. Magyarország széleklímájának elmúlt évtizedekben mutatott időbeli és térbeli tendenciáit a statisztikus klimatológia eszköztárában felhasználásával elemeztük. A rendelkezésünkre álló 36 hazai szinoptikus meteorológiai állomás jelenleg harminchétféle (1975–2011) széle-adatának komplex statisztikai elemzését végeztük el. A globális klímaváltozás hatásainak becslése céljából átfogóan elemeztük a szinoptikus meteorológiai állomásokon rögzített adatsorok felhasználásával a szélemező átlagos és szélsőértékeket, ezek időbeli és térbeli megváltozását, tendenciáit.

Kutatásaink következő szakaszában a pontoszerűen mért állomásadatok és a rendelkezésre álló reanalízis mezők (ERA-40, ERA Interim) összehasonlítását végeztük el. Vizsgálataink során arra a kérdésre kerestük a választ, hogy az olykor térben és időben hiányos mérési adatsorokat helyettesíthetjük-e a hiánymentesen rendelkezésre álló, számos nemzetközi forrás által minőségének értékelt reanalízis idősorokkal. Ennek ismeretében megállapítottuk, hogy a XXI. század közepére, végre felhasználásukkal készült modell-szimulációk alkalmasak a regionális széleklíma szélsőértékeinek és tendenciáinak, illetve a változó klimatikus viszonyokkal együtt módosuló – megújuló energiaforrások potenciáljainak becslésére. Végül a RegCM3 regionális skálájú hidrosztatikus éghajlati modellt adaptáltuk. A modell-szimulációk eredményei alapján a XXI. század két időszakára (2021–2050 és 2071–2100) a hazánk térségére becslött széleesség-változásokat elemeztük. Valószínűsíthető, hogy míg az átlagos széleesség értéke várhatóan csökken Magyarországon, az extrém széleviszonyok kialakulásának gyakorisága szignifikánsan emelkedik századunk során.

A HERNÁD-VÖLGY SZÉLENERGIAJA KÜLÖNBÖZŐ IDŐJÁRÁSI HELYZETEKBE

Tar Károly - Nyíregyházi Főiskola, Turizmus és Földrajztudományi Intézet, tar.karoly@nyf.hu

A Debreceni Egyetem Meteorológiai Tanszéke OTKA pályázat keretében 2009 második felében kezdte meg a szél- és napenergia, valamint az energetikai célú biomassza hasznosításának éghajlati és társadalmi-gazdasági kérdéseivel kapcsolatos kutatásait a Hernád-völgyben. A széleklímát vizsgáló felmérésre került egy 20 m magas mérőtorony a terület északi részén, melyen széleesség mérőket helyeztünk el 10 és 20 m-en, valamint széliránymérőt 20 m-en. A szélemező állomás Hidasnémetitől nyugatra, a település határáról kb. 500 m-re található egy kisebb dombon. A 10 percenkénti széle-mérési adatok kiértékelésére a statisztikai elemzés módszereit és térinformatikai módszereket használtunk. Eredményeink verifikálására felhasználtuk a kassai repülőter napi átlagos széleesség adatait is. Egyik előző tanulmányunkban statisztikai elemzés alá vettük a 2010. április 1–2011. október 31. időszakra vonatkozó széleesség idősort. Megvizsgáltuk a széleesség különböző statisztikai paramétereinek napi menetét, korrelációt és regressziót számítottunk a kassai és a hidasnémeti napi átlagos széleességeik között, majd meghatároztuk az így kiegészített adatsorunk napi átlagos széleességeinek alapstatisztikáit, végül pedig a napi átlagos széleesség időbeli megváltozását elemeztük. Eddigi széleklímát vizsgálataink azt mutatják, hogy a nagy időbeli fluktuáció ellenére célszerű és hatékony lehet a terület széleenergiájának felhasználása, elsősorban az alacsony indítási sebességű szél erőművek vagy a szélérőgépek esetében. Teljes biztonsággal azonban ezt csak akkor állíthatjuk, ha megoldást találunk a tanulmányban jelzett nem könnyen megvalósítható problémákra. Az előadásban első lépésként a viszonylag homogén áramlási rendszerek, a Péczely-féle makroszinoptikus helyzetek szerinti felbontásban vizsgáljuk a különböző széleklímát jellemző statisztikai tulajdonságait.

A SODAR MÉRÉSEK FELHASZNÁLÁSI LEHETŐSÉGEI A LÉGKÖRI ERŐFORRÁSOK HASZNOSÍTÁSÁBAN

Lázár István¹, Biróné Kircsi Andrea¹, Monica Costea² és Tar Károly -¹Debreceni Egyetem TTK Meteorológiai Tanszék, ²Nagyvárad Egyetem, ³Nyíregyházi Főiskola, Turizmus és Földrajztudományi Intézet laazar.istvan@science.unideb.hu

A szél erőművek gyors elterjedésének köszönhetően világszerte egyre nagyobb számban végeznek olyan széle-méréseket, melyek nem csak a felszín közeli néhány 10 m régiót érintik, hanem nagyobb magassági szintek szélviszonyairól is képesek mérési adatot szolgáltatni. A toronymérések mellett a gyorsan fejlődő földfelszíni távérzékelési technikák sorába illeszkedő SODAR napjainkban egyre népszerűbb eszköz a légkör néhány száz méter vastag régió szélviszonyainak részletes feltárásához. A SODAR (Sound Detection And Ranging) hanghullámok segítségével a légkörben mindig jelenlévő termitus és sebességkülönbségekre visszaverődő sűrűség-ingadozásokról visszavert jelet gyűjt és értelmezi, mely segítségével számos légköri paraméter meghatározható. A Debreceni Egyetem Meteorológiai Tanszéke a REGENER HURO pályázat célkitűzéseinek megvalósításához vásárolta meg a német gyártmányú PCS.2000-24 Doppler SODAR berendezést, ezáltal egyedülálló lehetőséget nyílt arra, hogy Debrecenben részletes időbeli felbontású szélprofilok és más, a felszín közeli határtegre vonatkozó légköri paraméterek váljanak ismertté 20–300 m közötti magassági régióból. A kutatás megvalósítását a HURO/0802/083_AF REGENER pályázat támogatta.

A FELSZÍNBORÍTÁS VÁLTOZÁS ÉGHAJLATMÓDOSÍTÓ HATÁSÁNAK VIZSGÁLATA EURÓPÁBAN

Gálos Borbála¹, Mátyás Csaba¹ és Jacob Daniela² -¹Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Környezet- és Földtudományi Intézet, Sopron, ²Climate Service Center – eine Einrichtung am Helmholtz-Zentrum Geesthacht, Germany, bgalos@emk.nyme.hu

A felszínborítás változás klimatikus hatását a REMO regionális klímamodell segítségével számszerűsítettük. A 2071–2090-es időszakra vizsgáltuk, hogy Európa potenciális mértékben történő beerdősítésén milyen irányban és mértékben befolyásolhatók az A2 kibocsátási forgatókönyv alapján előrejelzett nyári hőmérséklet- és csapadéktendenciák. A modellszimulációk eredményei alapján az erdőtelepítés a mérsékelt övben hűvösebb és csapadékosabb viszonyokhoz vezetett. A legnagyobb klimatikus hatás Németország és Lengyelország északi részén, valamint Ukrajnában mutatható ki. Ezek a területek a klímaváltozással járó hőmérsékletnövekedés 0,5 °C-kal, a csapadékmennyiség csökkenés több mint 50%-kal mérsékelhető, amennyiben van elegendő vízmennyiség a talajban. Az erdőtelepítés a nyári, forró és hőszegény időszakok gyakoriságának csökkenését eredményezte. A felszín-légkör kölcsönhatás regionális léptékű elemzésével meghatározhatók azok a területek, ahol a felszínborítás és földhasználati klimatikus, vagy politikai okokból történő változása döntő szerepet játszik az éghajlatváltozás hatásainak enyhítésében. Ezáltal az eredmények alapot szolgáltathatnak a jövőre vonatkozó földhasználati politika kialakításához.

A PÉCZELY-FÉLE KLÍMAOSZTÁLYOZÁS MÓDOSÍTOTT ALKALMAZÁSA AZ ERDÉSZETI GYAKORLAT SZÁMÁRA

Vig Péter, Király Géza, Rozovits Ferenc és Szalai Áron - Nyugat-magyarországi Egyetem, EKKFI, Sopron vig.peter@chello.hu

Az erdőtervezés, de különösen a termőhelyfeltárás számára kívánunk segítséget nyújtani a terep topoklimatikus mintázatainak megismerését segítő módszerünkkel. Az alapötlet Budikotól származik, aki egy térség ariditási indexét a felszín sugárzasi egyenlegének és az oda hulló évi csapadékösszeg elpárologtatásához szükséges energianak hányadosaként képezte. Péczely György ezzel a paraméterrel a terület vízellátottságát, a tenyészidőszak középhőmérséklettel pedig a hőellátottságát jellemezte klímaklasszifikációjában. A két fenti érték szorzatával egy olyan folyamatos értéksort kapunk, amely a hűvös-nedvestől a meleg-száraz klimatikus viszonyokig az éghajlati összetételt önmaga fejezi ki. A módszer előnye, hogy a klimatikus rendszer iniciáló paraméterén, a globálisárgyázson alapul, amely a rendelkezésünkre álló terepmodellről leolvasható. Egy állomásra jellemző lokális mezoklíma a mért hőmérséklet- és csapadék adatok alapján határozható meg, a topoklíma jellemzéséhez szükséges adatokhoz pedig interpoláció segítségével jutunk. A módszert lokális mezoklíma nagyságrendben számos állomásra teszteltük, a finomabb felbontású validálását a Soproni-hegyvidéken végeztük el. A módszer az erdészeteink által használt DigiTerra Map adatfeldolgozó programmal kompatibilis, így a gyakorlat számára is hasznos információkat adhat.

A KÁMONI ARBORÉTUMBAN MŰKÖDŐ ERDÉSZETI FÉNYCSAPDA MACROLEPIDOPTERA ANYAGBÓL SZÁRMAZÓ EGYEDEK ÉS FAJOK SZÁMÁNAK KAPCSOLATA A HŐMÉRSÉKLETI MINIMUMOKKAL

Puskás János és Nowinszky László - Nyugat-magyarországi Egyetem, Savaria Egyetemi Központ, pjanos@gmail.com; howinszky@gmail.com

A Kámoni Arborétumban, 1962 és 1970 között az Erdészeti Tudományos Intézet Jermy-típusú fénycsapdát üzemeltetett. A kilenc év fogási eredményeiből az összes Macrolepidoptera fajt a Természettudományi Múzeum Állattárában Kovács Lajos meghatározta. Mivel a rovarok poikilotherm lények, testhőmérsékletük mindig azonos a környezet hőmérsékletével. Feltételezhető tehát, hogy a hajnalban mérhető hőmérsékleti minimum értékek befolyásolhatók az éjszaka aktív és fényre repülő Macrolepidoptera egyedek és fajok számára. A Kámoni Arborétumban gyűjtött felbecsülhetetlen tudományos értékű anyagból megvizsgáltuk tehát, igazolható-e ez a feltételezés. A különböző aspektusokban különböző fajok rajzanak tömegesen és eltérő a hőmérséklet is. Ezért különválasztva dolgoztuk fel a tavaszi-, a koránnyári- és nyárvégi-, valamint az őszi aspektusban naponként befogott egyedek és fajok adatait, a napi minimum hőmérsékletekkel összefüggésben. Eredményeinket ábrázoltuk és meghatároztuk az összefüggések szignifikancia szintjét. Eredményeink azt bizonyítják, hogy minden aspektusban alacsony hőmérsékleti minimumok mellett alacsony mind a befogott egyedek, mind a fajok száma. Magasabb minimum értékeken ezzel szemben emelkedik a befogott egyedek és fajok száma is. Az összefüggés lineáris vagy exponenciális függvénnyel jellemezhető.

ERDŐSÜLT ÉS KÜLÖNBÖZŐ MÉRTÉKBEN BEÉPÍTETT KISVÍZGYŰJTŐK LEFOLYÁSA SOPRON PÉLDÁJÁN

Kalicz Péter, Gribovszki Zoltán, Csáfordi Péter, és Kucsara Mihály

- Nyugat-magyarországi Egyetem, EKKFI kaliczp@emk.nyme.hu

A természetes, háborítatlan vízgyűjtők csapadék-lefolyási folyamatai jelentősen különböznek a városi területektől. Hidrológiai szempontból a legjelentősebb eltérés a burkolt felületek eltérő aránya. Az esővizet át nem eresztő háztetők, utak, parkolók mellett lefolyási szempontból csak alig kedvezőbbek az olyan erősen igénybe vett, tömörödött területek, mint a parkok és a közterek. Az ezek miatt lecsökkenő beszívókapacitás és tározási tényező egyaránt hozzájárulnak a fagyos lefolyás növekedéséhez. A felszín összefüggő csapadékvíz kezelésének általános gyakorlata ma még egyértelműen a minél gyorsabb elvezetés. A nagy intenzitású záporok alatt jelentős mennyiségű vizet nyílt árkokban, vagy csapadékcsonk segítségével összegyűjtjük és a lehető legrövidebb úton elvezetjük általában egy vízfolyásba. A fenti folyamatok tanulmányozásához mintaterráktól a Sopron városát átszelő Rák-patakot választottuk ki. A teljes évesében magyar területen található, erdősült vízgyűjtőn már a múlt század 80-as éveinek második felétől folynak erdészeti hidrológiai vizsgálatok. A hidegvíz-völgyi ki-sérletű vízgyűjtő mérésait egy futó TÁMOP (4.2.1.B-09/1/KONV) pályázat kere-tében belül kibővítettük és kiterjesztettük a városi patakszakaszra is. A vizsgálat-ba bevont vagy újonnan létrehozott, összesen hét mérőpontot a hossz-szelvény

mentén egyenletesen osztottuk el, figyelembe véve a beépítettség változásait. Minden mérőponton a patakmederbe telepítettünk egy automata vízszint-írórt. Az ezek szolgáltatott folyamatos vízállás idősorok mellett kétheti rendszerességgel mintavételünk mennyiségi és minőségi paramétereit, ami további összefüggések feltárására ad lehetőséget. A monitoring tevékenység során rendszeresen végzett vízsebesség-mérések és keresztmetszély-felvétel segítségével előállított vízhozamgörbékkel a folyamatosan mért vízszintek vízhozamra alakíthatók. Az előadásban bemutatásra kerülnek a már több mint egy éve folyó mérés-sorozat eredményei. A regisztrált adatok lehetőséget adnak a természetes állapotot mutató erdő, külterületi illetve lazan beépített és városi jellegű területek lefolyási viszonyainak összevetésére.

KISVÍZFOLYÁSOK NAPI VÍZHOZAMINGADOZÁSA ALAPJÁN EVAPOTRANSPIRÁCIÓ BECSLÓ MÓDSZER VALIDÁLÁSA
Gribovskij Zoltán¹, Kalicz Péter¹ és Szilágyi József^{2,3} ¹Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Geomatikai, Erdőfeltérési és Vízgazdálkodási Intézet, Vízgazdálkodási Tanszék, ²Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Vízépítési és Vízgazdálkodási Tanszék ³School of Natural Resources, University of Nebraska, Lincoln, NE, USA, zgribo@emk.nymu.hu

A vegetáció okozta napi vízhozam-ingadozás a sekély talajvízű területeken és a kisvízfolyások alapvízhozamában gyakran tapasztalható jelenség a nyári időszakban. A vízhozam-ingadozás különösen erőteljes, ha az adott területen valamilyen erdőtársulás található. A napi ingadozás jellegzetes menete sok hasznos információ forrása lehet, különösen alkalmas például az evapotranspiráció becslésére. A vízhozamokban, elsősorban a kisvízes időszakokban tapasztalható ingadozás elsősorban a kisvízgyűjtőkön érzékelhető és segítségével a vízfolyás menti zóna növénytakarásainak a talajvízfelvétele egy általunk fejlesztett új módszer alapján számítható. Az új módszer a vízmérleg egyenletet és a lineáris tározó modellt használja fel a számításokhoz. Az új módszer igényli a vízfolyás menti zóna vízgűjtőszintű geometriai jellemzőinek (szélesség, hossz) ismeretét, de nem igényel semmiféle talajfizikai paramétert. Az új eljárással sikerrel határoztuk meg a vízfolyás menti területek talajvíz evapotranspirációját, a Soproni-hegységben található, hidegvíz-völgyi kísérleti vízgűjtő lefolyási adatainak felhasználásával. Az új módszer felhasználhatóságát egy véges elem alapú numerikus modell segítségével is teszteltük. A numerikus eredmények alapján a kimunkált módszer a patakmederben vagy nem sokkal alatta elhelyezkedő vízzáró réteg, ún. sekély víztartók esetén alkalmas a becslésre, és inkább csak kisvízfolyások felső szakaszain alkalmazható. A leginkább befolyásolják a módszer eredményeit a talajfizikai paraméterek. A vízfolyás menti zóna környezetében kialakuló áramlék és a módszer hipotetikus áramképeinek megfelelőessége a gyökérzónában válog fizikai félésségű talajok esetében nyújt pontos eredményt. A durvább, homokos és a finomabb agyagos szövetű talajokban nem teljesül a módszer egy-egy alapfeltételezése, tehát korrekcióra szorul. Szerencsére a modellben beadott és az új módszerrel kapott párolgási értékek lineáris korrelációja igen magas, így a korrekció egy talajtípustól függő konstans szorzó bevezetésével megelethet.

AVARINTERCEPCIÓ VIZSGÁLATOK A SOPRONI-HEGYSÉGBEN
Zagyvainé Kiss Katalin Anita, Gribovskij Zoltán, Kalicz Péter és Kucsara Mihály - Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Geomatikai, Erdőfeltérési és Vízgazdálkodási Tanszék, kisvizsi@freemail.hu

A Soproni-hegységben hosszú ideje folynak vizsgálatok az erdő vízháztartására gyakorolt hatásával kapcsolatban. Az erdő őrási párolgatólagos felülettel rendelkezik, melyen keresztül a talajból felszívott nedvességet a légkörbe juttatja, valamint ez a felület, amellyel a légkörből kiváló csapadék először találkozik, és egy része megkötődik. A fák, cserjék lombján átjutó csapadék az aljnövényzettel és/vagy az avarral találkozik újra megfoghatóvá, és csak a megmaradó hányad jut vissza a talajba, hogy onnan a növények elpárologtassák, vagy a talajvizet gyarájtsák, s csak kis része adódik hozzá a lefolyáshoz. Természetesen ezeken a felületeken a vízmegkötő képessége véges. Az egyes felületek víztartó kapacitásának számszerűsítésével pontosabb képet kaphatunk az erdő lefolyás-módosító szerepéről. Az erdő klímamódosító hatásával, vízmegkötő szerepével kiterjedt irodalom foglalkozik. A hazai kutatások azonban hiányosak az avar hidrológiai szerepével kapcsolatban, pedig lényeges elemét képezheti az erdő vízforgalmának. Kutatásunk során a 2005-2008 közötti időszakban vizsgáltuk három fajt (KTT, B, LF) esetén az avar víztartalmának változását. Elemeztük az egyes avarszint-alkotók víztartalmának egymáshoz viszonyított arányát bükk és kocsánytalan fajták állományokban. Meghatároztuk az avar telítődési és kiürülési görbéjét mindhárom faj esetén. Ezekkel a vizsgálatokkal komplexebb tehető az állományok vízforgalmáról alkotott ismeretünk is, melyet jól hasznosíthat a természetvédelem, az erdőgazdálkodás és a vízügy is.

ALFÖLDI KOCÁNYOS TÖLGY ERDŐÁLLOMÁNY TERMŐHELYÉNEK TALAJNEDVÉSSÉG-VÁLTOZÁS DINAMIKÁJA KEDVEZŐTLEN KÖRNYEZETI FELTÉTELEK MELLETT A PÜSPÖKLADÁNYI FARKASSZIGETEN
Rásó János, Csiba Imre, Kamandiné Véghe Agnes, Keserő Zolt és Rédei Károly,
 Erdészeti Tudományos Intézet Püspökladány-Farkassziget
janosraso@gmail.com

Magyarország kontinentális éghajlati viszonyai között – és ez különösen igaz az alföldi területekre – a kedvezőtlen környezeti feltételekben elsősorban a szélsőséges hőmérsékleti és csapadék viszonyokat értjük. Ezen időjárási jelenségek megkötődött előfordulási valószínűségét prognosztizálják a klimatikus modellek. A csapadék szélsőséges mennyisége és eloszlása növekvő tendenciát mutat, melynek negatív hatása az erdőgazdálkodásban is megmutatkozik. A püspökladányi Farkassziget védett státuszú erdőterület, melyben az erdőfelújítás csak természetközeli módszerekkel történhet. Az alkalmazásra kerülő egyik módszer, az úgynevezett egyenlően bontás alapú csoportos felújítás módszere. Ennek során elszórtan, 1-1,5-szeres fmagasságnál átmérőjű területről termelik ki a fákat az állományból. Az így keletkezett úgynevezett lékekben megváltoznak a

termőhelyi jellemzők – pl. a felszín besugározottsága, a talaj párolgásos vízvesztése – amelyek hatással vannak a talajnedvességi viszonyokra, ezzel együtt a lékekben megtelepedő újulat megmaradásáé. A töltetvíz hatástól független alföldi erdőállományoknál a gyökérzónával összefüggő táplálék és vízfelvétel bonyolult folyamatainak megértéséhez elengedhetetlen az adott termőhelyi talajnedvesség dinamikájának megismerése és megértése. Ennek érdekében indítottuk hosszú távú kutatási programunkat, melynek célja a kocsányos tölggy erdőállományok természetközeli módú felújítási lehetőségeinek vizsgálata a változó klimatikus jellemzők mellett.

NÉGY ERDEI FAFAJ (BÜKK, KOCÁNYTALAN TÖLGY, LUCFENYŐ ÉS ERDEIFENYŐ) MESTERSÉGESEN ELŐIDÉZETT SZÁRAZSÁG STRESSZRE ADOTT VÁLASZREAKCIÓINAK VIZSGÁLATA

Móricz Norbert, Drüsler Áron, Eredics Attila, Heffentraeger Gábor, Rasztovits Ervin és Bidló András - Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Környezet-és Földtudományi Intézet, calvus17@gmail.com

Világsszerte széleskörű kutatás folyik a klímaváltozásnak az erdőtakaróra gyakorolt hatásai feltárására. A legveszélyeztetettebb erdőségek az elterjedés alsó, szárazodással fokozottan érintett területein vannak, így pl. Magyarországon az erdős-tyepp öv határán. Egy erre a célra kialakított mintaterületen 2012 nyarától a csapadék részleges intercepciójával szimuláljuk a térségben várható aszályos periódusokat, és stresszreakcióit kiváltó hatásukat. A tervezett vizsgálatok kiválasztott fajok a közönséges bükk (*Fagus sylvatica* L.), a kocsánytalan tölggy (*Quercus petraea*), a lucfenyő (*Picea abies*) és az erdei fenyő (*Pinus sylvestris*). A terpe méresek magukban foglalják a fontosabb meteorológiai paraméterek, a talajnedvesség valamint a növekedési és élettani jellemzők (pl. térfogatváltozás, növekedés, fenológia, LAI, nedváramlás, levélzet vízellátottsága, reflektanciája) megfigyelését, melyet biokémiai analízisek (szénhidrátok, fenoloidok) egészítenek ki. A növekedésben és az egészségi állapotban bekövetkezett változások – beleértve a mortalitás fellépését is – az abiotikus stressz tényezőkkel és az élettani indikátorokkal korrelálva folyamatmodellként építünk fel. Nemzetközi viszonylatban is új eredmények várhatók az erdei fák szárazsági stresszre adott reakcióiról, az indikátorok korai felismerésre való használhatóságáról, a stressz-tolerancia határaitól, a mortalitás fellépéséről, de esetleg a betegség-predispozíció és a stressz kapcsolatairól is.

IDŐJÁRÁSI FLUKTUÁCIÓK HATÁSA ZONÁLIS FAFAJOK ÖKOFIZIOLÓGIAI FOLYAMATAIRA

Mészáros Ilona¹, Kanalas Péter¹, Fenyvesi András², Kis József¹, Ander István², Futó István², Oláh Viktor², Szöllősi Erzsébet², Lakatos Ágnes¹, Tóth György Dániel¹ és Demeter Zita¹ - ¹Debreceni Egyetem Természettudományi és Technológiai Kar Növénytan Tanszék, ²MTA Állománykutató Intézet, Debrecen, immeszaros@unideb.hu

A hazai erdővegetációban meghatározó cseres-tölgyesek két fajának klímateranciját befolyásoló ökofiziológiai folyamatokat finom időfelbontású, folyamatos in situ mérésére alkalmas monitorozó rendszerekkel és „kampányzerű” mérések során vizsgáltuk a siktőküti LTER kutatási területen. A fajok időjárási fluktuációra adott válaszüreakcióinak az értékelése során a kontrasztos időjárású évek, és éven belül pedig a száraz-csapadékos időszakok eredményeit vetettük össze. Szárazság- és hő-stressz felléptekor a fiziológiai zavarok jó indikátorának bizonyult a klorofill-tartalom és az Fv/Fo és Fv/Fm klorofill fluoreszcencia paraméterekkel becsült potenciális fotokémiai aktivitás csökkenése. Aszályos időszakban a Q. petraea vízforgalma erősebb sztóma-szintű szabályozást mutatott, mint a csertölgyé. Ezt erősítették meg a leveleiben mért magasabb delta 13C (kiseb negatív) értékek. Dendrométerekkel követtük nyomon a törzsek radiális növekedését. Ezek a 10 perces időfelbontású mérések lehetőséget adtak a transzpirációval összefüggő napi kontrakciók, és a törzs (fa) vízdeficitének a megállapítására is. Száraz, aszályos időszakokban a Q. cerris törzsében a kisebb amplitúdójú vízdeficit változások nagyobb törzsbéli vízkimarást utaltak. A ním nap-pali nedváramlásának a középértéke a csertölgy esetében rendszerint magasabb volt. Nyári időszakban, a szárazság-stressz erősödésével mindkét faj esetében csökkent a nedváramlás intenzitása és szoros összefüggésben változott a potenciális evapotranspirációval. A kutatásokat az OTKA K68397 és K101552, a TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0024 és a Life08 ENV/IT/000399 támogatta.

FAFajok VÍZTARTALÉKAINAK VÁLTOZÁSAI SZÁRAZSÁG ÉS CSAPADÉK HATÁSÁRA

Béres Csilla és Németh László - NYME, TTK, Kémia és KörnyezettanTanszék, csberes@ttk.nyme.hu; nemethl@ttk.nyme.hu

Fák vízszállító és vízmegtartó képességét vizsgáljuk több éve. Jelen munkánkban a kocsánytalan tölggy (*Quercus petraea*), a csertölgy (*Quercus cerris*), a bükk (*Fagus sylvatica*) és a közönséges gertyán (*Carpinus betulus*) száraz periódus utáni vízfelvevő képességét hasonlítjuk össze. A kísérlet olyan mintaterületen vezetjük, ahol a négy faj egymás közelében előfordul, hogy az abiotikus különbségeket minimumra csökkentjük (Fiad, Somogy megye). A kísérlet időpontjait augusztus elejétől választottuk, amely időszakban, az előző évek mérései alapján, a fák vízhiányos állapotban voltak. A nagymennyiségű csapadékot öntözéssel biztosítottuk. Mértük az öntözés előtt és után a törzsön a lombkoronába szállító víz sebességváltozását (heat balance módszerrel, mely saját fejlesztésű készlet), valamint meghatároztuk öntözés előtt és után a fatörzsben lévő víz térbeli lokalizációját (CT, MRI módszerekkel). Az öntözés után a kocsánytalan tölggy reagált leggyorsabban a talajra juttatott vízre, ami a fa nagymértékű vízhiányára utal. Ezt a törzs komputertomográfus felvételei is bizonyítják. A bükk és gertyán esetében rendkívül gyorsan töltődtek fel a törzsi víztartalékok. Mindkét fajnál nagyon vékony a vízszállítási terület a tölggyekhez képest. A gertyán rendelkezik a legkevesebb törzsben tárolt vízzel. Az eredmények hozzájárulnak a fajok vízfelvétele és a víztartalékainak megismeréséhez, melyek a szárazsághoz való alkalmazkodóképességüket is megérthetjük. Ezek az adatok a globális klímaváltozással kapcsolatos új erdőtelepítésekhez is útmutatást szolgáltathatnak.

A CARPATHCC PROJEKT: A KÁRPÁTOK SÉRÜLÉKENYSÉGVIZSGÁLATA
Szalai Sándor - Szent István Egyetem, szalai.sandor@mkk.szie.hu

A Kárpát Konvenció az utóbbi időben egyre aktívabbá vált, több stratégiát is kidolgoz a régióra. A Kárpátokra is el kell készíteni az alkalmazkodási stratégiát, amelynek részei a különböző éghajlatváltozási és hatásvizsgálatok. Az Európai Unió két projektet finanszíroz, amelyek a Kárpátok sérülékenységgel foglalkoznak: a CARPIVIA-t és a CarpathCC-t. A Carpivia áttekintést ad a jelen helyzetéről, kijelöli a fő hiányosságokat, míg a CarpathCC megkísérli ezeket a hiányosságokat kitölteni. A cél az ökoszisztéma szolgáltatások áttekintése, ezek lehetőségei szerinti értékelése és rangsorolása. A természeti környezet vizsgálata miatt a fő céltérületek az erdő, a nem mezőgazdasági célú rét és a vizes élőhelyek. A CarpathCC hat kisebb, egymással összefüggő projektből áll. Az első a víz és az általa okozott problémák (aszály, áradások stb.). A második az ökoszisztémák, amelyek közül hangsúlyosan az erdőt említi ki. A harmadik munkacsoport témája a termelési rendszerek, ezen belül a mezőgazdaságban és a turizmusban az ökoszisztéma szolgáltatások mennyiségi becsülésére történik kísérlet. Külön munkacsomag foglalkozik az alkalmazkodási tevékenységekkel, amelyeket hatékonyságuk szerint csoportosítottunk. Az érdekcsoportokkal való kapcsolattartást az ötödik alprojekt végzi. Az 1-5 alprojekt eredményeit 5 kiemelt körzetben integráltan alkalmazzuk.

A TÖLGYEK SZÁRAZSÁGTOLERÁNCIÁJA ÉS A NITROGÉNELLÁTOTSÁG

Berki Imre, Mórincz Norbert és Rasztovits Ervin - Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Környezet- és Földtudományi Intézet
iberki@emk.nyme.hu

A klímaváltozás hatásai kapcsán világszerte kutatják, hogy a hőmérséklet és a csapadékmennyiség változása, valamint a légkör növekvő szén-dioxid koncentrációja milyen irányban és mértékben módosítja a különböző fafajok egészségi állapotát és növekedését. A bőséges csapadékelátottságú kontinensrészekben a hőmérséklet növekedése és a több szén-dioxid egyértelműen nagyobb produktív eredményez. Az ipari és közlekedési eredetű nitrogén többlet szintén fokozza a fák produktív állapotát, viszont gyomosítja az erdő aljnövényzetét. A vízhiány miatt bekövetkező növekedésgátlás és korona pusztulás az illető fafaj szárazságtoleranciájának mértékétől függ. E toleranciát más fontos feltételek is befolyásolják, pl. a termőréteg vastagsága, tápanyag ellátottság. E vizsgálatunkban azt kutatjuk, hogy a tölgyesek szárazságtoleranciáját milyen mértékben befolyásolja a különböző mértékű nitrogénellátottság. A Zalai dombságtól a Nagyalftól északi előteréig húzódó klímadiagens mentén 30 különböző nitrogénellátottságú kocsánytalan tölgy állományban vizsgáljuk a fák egészségi állapotát, hektáronkénti egyedszámát és faterfogását. E kutatásból várható eredmények többek között felhasználhatók lesznek a különböző forgatókönyvek alapján várható klíma előre előre gyakorolt hatásának pontosabb előrejelzésében. Az ebben a témakörben készített modellek paramétereiben többnyire szerepel a nitrogénellátottság foka. E tényező fákra gyakorolt hatását csak akkor lehet pontosítani, ha számszerűsítjük, hogy adott nitrogén-ellátottság mennyiben növeli az aszály toleranciát a produktív és a túlélés tekintetében is.

SZIKI KOCSÁNYOS TÖLGY ÁLLOMÁNYOK TERMÉSZETKÖZELI FELÚJÍTÁSI KÍSÉRLETEI A KLÍMAVÁLTOZÁS HATÁSAI MELLETT

Kamandiné Végh Ágnes, Csiba Imre és Keserű Zsolt - Erdészeti Tudományos Intézet Püspökladány-Farkasrét, vegha@erti.hu

Alföldi ökológiai körülmények között az elmúlt évtizedekben a kocsányos tölgyeket fényigényük, fiatalkori lassú növekedésük és vadkárral szembeni érzékenységük miatt elsősorban tarvágások felújításával újították fel. A 2009. évi erdő-törvény kiemeli a fenntartható gazdálkodás fontosságát és előírja a védett területeken a természetközeli erdőgazdálkodást. A sziki kocsányos tölgyesek – egyébként is csekély mértékű – természetes felújulását a klímaváltozás nagymértékben befolyásolhatja negatív irányban. Az előre jelzett hőmérsékletemelkedés, valamint a talajak szárazodása kedvezőtlen irányba tolhatja el a kocsányos tölgyesek felújuló képességét, elegyarányát, valamint minőségét romlást okozhat. Az ERTI püspökladányi állomásán, természetes felújítási kísérleteket hozott létre a probléma feltárására, valamint tanulmányozza a kísérleti erdő területén lévő szukcesziós folyamatokat. Az eddigi eredmények arra engednek következtetni, hogy sziki kocsányos tölgy állományok természetközeli módon nehezen újíthatók fel belenyúlás nélkül. Az ápolás és az elegyarány beállítása szinte elengedhetetlen. A kedvezőtlen ökológiai feltételek továbbromlása következtében a felújítani kívánt fafajok pótlása is létfontosságú lehet. Az invazív fafajok eltávolítása, a vadkárok elkerülése is komoly megmértetéseket jelentenek.

AZ ÁTMÉRŐ-NÖVEKEDÉS ÉS AZ IDŐJÁRÁS KÖZÖTTI ÖSSZEFÜGGÉS EGY IDŐS BÜKKÖSBEN

Führer Ernő¹, Edelényi Márton², Jagodics Anikó³, Jereb László², Horváth László³, Möring Andrea³, Pödör Zoltán⁴ és Szabados Ildikó¹ - ¹Erdészeti Tudományos Intézet, Ökológiai és Erdőművelési Osztály, ²Nyugat-magyarországi Egyetem, Faipari Mérnöki Kar, Informatikai és Gazdasági Intézet, ³Országos Meteorológiai Szolgálat, ⁴Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Matematika Intézet, fuhrere@erti.hu

Az erdészeti gyakorlatban régóta ismert, hogy egy adott termőhelyen az időjárás jelentősen befolyásolja a fák évenkénti növekedését. A magyarországi természet-földrajzi adottságok között a kapcsolat jellemzően már számosan foglalkoztak, de számszerűsített eredmények csak részlegesen állnak rendelkezésre. 1985-től 2007-ig a Soproni-hegységben az Erdészeti Tudományos Intézet kísérleti parcelláján egy idős bükkös 7 kimagasló és uralkodó törzsén hetenként végeztek kerületméréseket. A mérési adatokat a havi csapadék- és hőmérséklet összefüggésében értékeltük. A legfontosabb megállapításaink az alábbiak:

- A vonatkozó időszak klímaadatai a kérdéses időszakban nem tekinthetők homogénnek, egy egyértelmű felmelegedő tendencia figyelhető meg.
- Az éves növekedés 80-90%-a május-augusztus hónapokban képződik, szeptemberben és ritkábban októberben csak akkor figyelhető meg növekedés, ha a

fő növekedési időszakban a szervesanyag-képzés a kedvezőtlen időjárás miatt alacsony.

- Az éves átmérő-növekedés nem csak a tárgyév, hanem az azt megelőző 2 év időjárásától is függ.
- A tárgyévi növekedést elsősorban az áprilisi és júniusi csapadék nagysága, valamint június átlaghőmérséklete befolyásolja.
- A tárgyévet megelőző év esetében a csapadéknak jelentősége csak májusban van, a júniusi és novemberi hőmérséklet hatása a rügyfejlődés befolyásolásán keresztül azonban markánsan érvényesül.
- A tárgyévet két évvel megelőző évben a rügykezdemény kialakulására, majd fejlődésére a júniusi és a novemberi csapadéknak, valamint az októberi hőmérsékletnek van szignifikáns befolyása.
- Amíg a csapadék nagysága pozitív hatást, addig a hőmérsékletemelkedés növekedéscsökkenést eredményez.

A kapott eredmények aláhúzzák az időjárásnak a fák növekedésének szabályozásában játszó meghatározó szerepét. Így az eredmények alapján egy kedvezőtlen klímaváltozási szcenárió esetén a fák növekedésének lassulására, azaz a szervesanyag-képzésének csökkenésére kell számítanunk.

A HŐMÉRSEKLET ÉS A CSAPADÉK HATÁSA A BÜKK NÖVEKEDÉSÉRE

Manninger Miklós¹, Edelényi Márton², Pödör Zoltán³ és Jereb László¹ - ¹Erdészeti Tudományos Intézet, Ökológiai és Erdőművelési Osztály, ²Nyugat-magyarországi Egyetem, Faipari Mérnöki Kar, ³Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, manninger@erti.hu

Az intenzív erdészeti monitoring keretében a kijelölt mintaterületeken az Erdészeti Tudományos Intézet komplex szervesanyag- és vízforgalom vizsgálatokat végez, melyek kiterjednek a csapadék és a hőmérséklet, valamint a növekedés mérésére is. Jelen értékeléshez a szentpéterföldi (Zalai-domság) és a gyöngyöslomosi (Mátra) bükkös mintaterületek 2000 és 2011 közötti évekre vonatkozó heti gyakoriságú csapadékmérési, valamint kerületnövekedési adatait, illetve a helyi automata mérőállomások hőmérsékleti adatait használtuk fel.

Tekintettel az összefüggések későbbi általánosítási lehetőségére, az alkalmazott módszer kiterjeszthetősége, a csapadék és hőmérsékleti alapadatokból első lépésben havi adatokat (csapadékösszeg, illetve középhőmérséklet) képeztünk. A növekedési alapadatokból kirajoltuk az éves növekedés-menetet, s erről határozunk meg különböző növekedési jellemzőket, így a növekedés kezdő és zárónapját, a növekedés mértékét és a növekedés időtartamát a teljes, valamint a főnövekedési időszakra. Ezekből a jellemzőkből újabb paramétereket, indexeket (pl. a főnövekedés mértékének és időtartamának hányadosa) képeztünk a teljes és a főnövekedési időszakra egyaránt. Az így előállított növekedési jellemzőket a fák magassági osztálya, növekedési erője alapján csoportosítva is vizsgáltuk. Az előbbieknél alapján felállított adatbázis értékelésére kifejlesztettünk egy olyan lineáris korreláció-elemzésen alapuló módszert, amely tartalmazza a szokásosnak tekinthető eljárásokat (auto- és keresztkorreláció) is. Az eljárás az aktuálisan vizsgált adatok szélességének, valamint az időbeni eltolásának változtatásával vizsgálhatóvá teszi különböző hosszúságú időszakok késleltetett hatásának elemzését is. Jelen értékelésben az időszakok hosszát, illetve az eltolás mértékét 1 és 16 hónap között változtattuk, ami azt jelenti, hogy az összefüggések keresése két vegetációs időszakra (az előző év májusától az adott év augusztusáig) terjed ki. Az összefüggés-vizsgálatok eredményei ellentmondások. A szignifikáns eredmények egy része logikai, fiziológiai szempontok alapján igazolható, de vannak olyanok is, melyek ismeretünkkel nem magyarázhatóak. Előfordulnak olyan esetek is, amikor a várt összefüggések nem kapnak igazolást. Ezek a tapasztalatok arra hívják fel a figyelmet, hogy a növekedés és a környezeti paraméterek összefüggéseinek feltárásához önmagukban nem elegendőek a széles körben alkalmazott havi csapadék, illetve hőmérsékleti adatok.

GYORS, TÖMEGES FENYŐPUSZTULÁS A MÁTRAFÜREDI ERDÉSZET TERÜLETÉN

Janik Gergely¹, Nagy András², Koltay András¹, Reményfi Rita², Dudás Béla², Lovász Ágnes², Hírka Anikó¹, Szűcs Levente¹ és Csóka György¹ - ¹Erdészeti Tudományos Intézet, Erdővédelmi Osztály, ²Egeredő ZRT,

Mátrafüredi Erdészeti, janikg@erti.hu

2012 kora áprilistól kezdődően a Mátrafüredi Erdészeti területen gyors lefolyású, feltűnő és fokozódó mértékű pusztulást észleltünk erdei- és feketefenyvesekben. Az elpusztult faegyedek vizsgálata során a pusztulásért felelőssé tehető biotikus okot (rovar, kórokozó) nem tudtunk azonosítani. Egyidejűleg lombos fafajokon (kocsánytalan tölgy, juharok, gyertyán) is észleltünk pusztulást. A probléma volumene mindenképpen indokolta a részletes felmérést. A Mátrafüredi Erdészeti területén 68 olyan erdőrészlet található, amelyben az erdei- és/vagy feketefenyő elegyaránya meghaladja a 20%-ot. Ezen erdőrészletek közül véletlenszerűen kiválasztottunk 25-öt. Ezekben részletesen felvettük a bekövetkezett pusztulást. A felvételzés során 4 kategóriába soroltuk a törzseket: 1 - frissen pusztult, 2 - 50% feletti tűvörösdés, illetve tűhiány, 3 - 50% alatti tűvörösdés, illetve tűhiány, 4 - tűntelmentes. A frissen pusztult fák aránya az egyes erdőrészletekben 0 és 32,7% között változott. Az 1-es és 2-es minősítésű törzsek együttes aránya egyes erdőrészletekben meghaladta a 70%-ot. A károk leginkább a déli kitettségű, sekély termőrétegű termőhelyeken, az erdőszegélyen, illetve záradásos nyílásokban jelentkezték. A pusztulás legjelentősebb kiváltó okának a 2011-es szélsőségesen aszályos, különösen annak 2. felét tartjuk. A 2010-es, 1000 mm-es meghaladó csapadékkal szemben 2010-ben mindösszesen 402 mm hullott Mátrafüreden. A 2. felében (július-december) a csapadékmennyiség csupán 166 mm volt. Tovább súlyosbítja a helyzetet, hogy a 2012-es év első négy hónapja is csapadékszegény volt. Ennek megfelelően arra számítunk, hogy aszályos nyár esetén a leromlási folyamat, illetve a pusztulás folytatódni fog. Ezen túlmenően gyengültségi köröközök és kártevők tömeges fellépésére is számítani kell.

AZ IDŐJÁRÁSI TÉNYEZŐK HATÁSA A TÖLGY BÚCSÚJÁRÓ LEPKE
(*THAUMETOPOEA PROCESSIONEA L.*) POPULÁCIÓINAK
FLUKTUÁCIÓJÁRA

Csóka György¹, Pödör Zoltán², Hírka Anikó¹, Führer Ernő² és Szócs Levente¹ - ¹Erdészeti Tudományos Intézet, Erdővédelmi Osztály, ²Erdészeti Tudományos Intézet, Ökológiai és Erdőművelési Osztály, ³Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Matematikai Intézet, csokagy@erti.hu

A tölgycsúcsjáró lepke (*Thaumetopoea processionea L.*) tölgyeseink régóta ismert meglekdelő lombfogószója. Magyarországi fő tápnövénye a cser, de hernyói más tölgyfajokon is kifejlődhetnek. Abundancia-dinamikája jellemzően „krónikus”, azaz népessége egy adott helyen hosszabb ideig is magas lehet, és nem mutat olyan drámai változásokat, mint pl. a tipikusan ciklikusan fellépő gyapjaslepke (*Lymantria dispar L.*). Éves hazai kárterületei az utóbbi 20 évben növekvő trendet mutatnak. Ezzel egyidejűleg egész Európában számottevő terjeszkedést mutat, és olyan helyeken is tömegesen jelenik meg, ahol az utóbbi évszázadban egyáltalán nem fordult elő. Magyarországi erdővédelmi jelentősége nem kiemelkedő, habár Európa több országában fapusztulásokat is okoz ismétlődő kártétel. Sokkal jelentősebb az idősebb hernyók humán-egészségügyi hatása. A hernyózörök ugyanis erősen csalánzó hatásúak, súlyos bőrgyulladásokat okoznak. Három nyugat-magyarországi erdészeti fénycsapda (Acád, Sopron, Szalafő) éves fogási adatait (mint függő változókat) vetettük össze lineáris korrelációanalízist alkalmazva havi csapadékösszeg és átlaghőmérséklet adatokkal, valamint két ismert aszályindex (PAI és FAI) értékeivel, illetve a faj életmódját pontosabban figyelembe vevő indexekkel (mint független változókkal). Vizsgáltuk a tárgyév, illetve a megelőző évek időjárásának hatásait is. A vizsgálatok egyértelmű következtetése az, hogy az aszályosság mértéke, különösen pedig a május, június és július hónapok aszályossága szignifikáns pozitív hatással van a faj népességére. Azaz növekvő gyakoriságú és mértékű aszályos időszakok bekövetkezése esetén a faj további terjeszkedésével és kárterületének további növekedésével kell számolnunk.

MESTERSÉGES MADÁRODÚK HŐMÉRSÉKLETJÁRÁSÁNAK VIZSGÁLATA

Barki Márta - Nyugat-magyarországi Egyetem Roth Gyula Gyakorló Szakközépiskola és Kollégium, barkim@emk.nyme.hu

Odulók madaraink egy része a változó erdőgazdálkodás és fészkelési feltételek miatt arra kényszerült, hogy elfogadjon, elfoglalja a nekik készített mesterséges madárodúkat. Ezek az odúk csak kezdetben készültek fatörzsből, ma már inkább deszka, eternit, műanyag odúkkal találkozhatunk. Még az ezzel foglalkozókat is megosztja, hogy ezek közül melyik a legjobb. Erre a fontos kérdésre keressük a választ úgy, hogy kísérleteink, vizsgálataink nemcsak az üres odúkra, hanem a benne fészkelő madarak életére is kiterjednek. A munkát mesterséges odútelepeken (soproni Botanikus kertben, ill. a községi Chernel-kertben) végeztük 2006. és 2011. között. Az odútelepek összesen 130 odújában leggyakrabban a szénecinege (*Parus major*) fészkel, így a vizsgálatokhoz ezeket a fészkeléseket használtuk. Kérdések, melyekre a kutatás során választ várunk:

1. A különböző anyagú és állapotú (nedves, száraz) odúnál milyen a felmelegedés, lehűlés sebessége? Melyik odú típusnak a legjobb a hőtartó képessége?
2. Milyen mértékben fűtik fel a madarak télen az éjszakázásra használt odúkat?
3. A fiókák fejlődésük során mennyire fűtik fel az odút?
4. Mikor van nagyobb jelentősége az odút erő külső sugárzásnak, első vagy másodkölts idején?
5. A költés eredményességére hatással van-e az odú helye, fűtöttsége? A költés eredményességét befolyásolja-e a külső illetve az odúban mért hőmérséklet?

ERDEI FÁK ÉVES NÖVEKEDÉSMENETÉNEK KÖZELÍTŐ LEÍRÁSA FÜGG-
VÉNYSÉKKEL

Edelényi Márton¹, Pödör Zoltán², Jereb László¹ és Manning Miklós³ - ¹Nyugat-magyarországi Egyetem, Faipari Mérnöki Kar, ²Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, ³Erdészeti Tudományos Intézet, Ökológiai és Erdőművelési Osztály, manningm@erti.hu

Az erdei fák éves növekedésmenete általában a telítődési folyamatoknak megfelelően alakul. A görbét alapvetően három fő szakaszra oszthatjuk: az igen rövid, lassú kezdeti növekedés, az intenzív növekedés (ez a főnövekedési időszak) és végül a befejező (ismét lassú) növekedés szakaszára. A görbe inflexiój pontján a folyamat jellege megfordul, és az addigi gyorsuló növekedési folyamat egy egyre lassuló növekedésbe megy át. A poszter olyan függvényeket mutat be, melyek ilyen típusú jelenségek leírására alkalmasak. A vizsgálatra kiválasztott növekedési adatok az Erdészeti Tudományos Intézet által működtetett intenzív erdészeti monitoring gyöngyösszolymosi (Mára) bükkös mintaterületén 2002 és 2011 között végzett heti kerületnövekedési mérésekből származnak. A függvényillesztéshez hat kimagasló vagy uralkodó magassági osztályú fát választottunk ki. Az adatokra a megfelelő görbe illesztése nehéz és műveletintézős probléma. A numerikus közelítő megoldások közül a Gauss-Newton-módszert alkalmaztuk. Az egy inflexiój pontú telítődési függvények közül a logisztikus, a Gompertz- és az általánosított Richards-függvényeket használtuk fel. A három vizsgált függvény rangsorolásra az Akaike módosított információszám kritériumán alapuló w súlyt alkalmaztuk, az illeszkedések jósgát pedig a négyzetes hibaösszeggel (RSS) mértük. A vizsgált telítődési függvények mindegyike jó eredményeket adott, mégis a Richards-függvény tűnik a legjobbnak mind az Akaike-súly, mind az RSS alapján. Az illesztett függvények segítségével a növekedési adatok további elemzése (pl. hiányzó adatok kipótlása, kiugró értékek megjelölése) egyszerűbbé válhat. Az előállított görbe jellegzetes szakaszainak, pontjainak (pl. intenzív növekedés kezdete és vége, inflexiój pont) meghatározása segítséget nyújthat a növekedés és a környezeti tényezők összefüggéseinek vizsgálatához is.

A NAGYALFÖLDRE JELLEMZŐ ERDÉSZETI KLÍMAOSZTÁLYOK TERÜLE-
TENEK VÁRHATÓ VÁLTOZÁSA

Führer Ernő¹, Horváth László², Jagodics Anikó¹, Möring Andrea² és Szabados Ildikó¹ - ¹Erdészeti Tudományos Intézet, Ökológiai és Erdőművelési Osztály, ²Országos Meteorológiai Szolgálat, fuhrere@erti.hu

A Nagyalföld a Kárpát-medence legmélyebben fekvő összefüggő területe, Magyarország legmelegebb és legszárazabb klímadozottságokkal rendelkező téja. Természetes erdőálltsága ennek megfelelően a legalacsonyabb. Mivel a feltételezett klímaváltozás éves viszonylatban változó, de folyamatában melegebb és csapadékos szegényedő tendenciájú, ezért az ún. szárazsági határ kitolódása miatt az Alföldön nőni fog a nem erdősíthető területek és a nem őshonos fafajokkal történő erdőstítések aránya. Vizsgálataink során (OTKA 80305 és 80335 sz. projektek) az erdészeti szárazsági index (FAI) segítségével lehatároltuk az erdészeti klímaosztályok területét. A FAI képletében szereplő hőmérséklet- és csapadék-adatok azokra a periódusokra vonatkoznak, amelyek a fák növekedési viszonyait (V-VII. hónapok) és általános vitalitását (VII-VIII. hónapok) a leginkább befolyásolják. Ezt követően meghatároztuk az egyes erdészeti tájak átlagos erdészeti szárazsági indexe (1961–1990) és a tájak akácosainak átlagos fatermőképessége közötti összefüggést. Az akác az árteri tájak kivételével az Alföldön nagy területet foglal el és a növekedéséhez szükséges nedvességet elsősorban a csapadék szolgáltatja. Végül a REMO regionális klímamodell A1B kibocsátási forgatókönyve alapján becsültük a klímaosztályok eltolódását. Kutatásunk eredményei alapján megállapítható, hogy a klímaváltozás előrejelzésénél figyelembe vett bázisidőszak (1961–1990) hőmérsékleti viszonyai átlagban kedvezőbbek, mint a szárazéves (1901–2000) periódusé. Az erdők szervesanyag-képzése vonatkozásában az értékelésbe vont alföldi tájak akácosainak fatermőképessége és a tájakra vonatkozó FAI értékek között szoros szignifikáns összefüggést mutattunk ki. Az alkalmazott klímaváltozási szcenárió szerint az évszázad közepén (2036–2065) az Alföldet a mainál kissé kevesebb csapadék, és jóval magasabb hőmérséklet fogja jellemezni. A gyertyános-tölgyes klíma eltűnik az Alföld északi részéről is, és cseres klíma veszi át a helyét. A Nyírségben még megmarad a cseres klíma, a többi tájra viszont az erdős sztyepp klíma lesz a jellemző, de a jelenleginél szélesebb időjárási körülményekkel. A kritikus időszakban (július–augusztus) várható több mint 1°C-os hőmérséklet-emelkedés még gyakoribb aszályokhoz fog vezetni, ebből adódóan a faállományok károsodása, vitalitásának csökkenése általános jelenség lehet.

A CSERTÖLGY ÉS A KOCSÁNYALTAN TÖLGY VÍZFORGALMI JELLEMZŐ-
INEK VIZSGÁLATA A SÍKFÖKÜTI KUTATÁSI TERÜLET
ERDŐÁLLOMÁNYÁBAN

Kanalas Péter, Fenyvesi András, Oláh Viktor, Szöllősi Erzsébet, Ander István és Mészáros Ilona - Debreceni Egyetem Természettudományi és Technológiai Kar Növénytan Tanszék, immeszaros@unideb.hu

A hazai cseres-tölgyes erdőállományokban a 70-es évek végén erős tölgypusztulás kezdődött, amely a 80-as évek elején érte el a maximumát. A vizsgálatunk helyszínén, a síkfőküti hosszú távú ökológiai kutatási területen, a pusztulás mértéke az országos átlaghoz képest súlyosabb volt. A pusztulás időbeli üteme összefüggést mutatott az aszályos évek gyakoriságával. Munkánk során az erdőállomány két domináns fafajának, a kocsányaltan tölgynek (*Quercus petraea* [Matt.] Liebl.) és a csertölgynek (*Quercus cerris L.*) a nedváramlást vizsgáltuk a 2011. évi vegetációs időszakban. Méréseinket 3-3 mintafán végeztük az intenzív törzsnövekedés befejeződését követően. A mintafákat az erdő eltérő állomány szerkezetű részén választottuk ki. A xilém nedváramlást Granier-féle hődisszipációs módszerrel vizsgáltuk, a törzsek radiális változásait finom időfelbontású dendrométerekkel követtük nyomon. Mindkét faj esetében megállapítható volt, hogy a nedváramlás napi menete függ a fák szociális helyzetétől. A vizsgált kocsányaltan tölgyfák nedváramlásának a maximuma a szomszédos fák lombkoronájának árnyékoló hatásától függően jelentős időbeli eltolódásokat mutatott. A csertölgy fájánál a nagyobb magasság és lazább lombkorona miatt az árnyékoló hatásnak nem volt jelentős befolyásoló szerepe nedváramlás napi dinamikájára. A fák törzének nappali zsugorodása az állomány nagyobb denzitású részén mindkét fájnál nagyobb mértékű volt száraz periódusban, mint nedvesebb feltételek között. A fák nedváramlásának nappali középértéke a levegő vízgőz telítettség hiányával (VPD) szoros korrelációban változott. A nedváramlás a fotoszintetikusan aktív radiációval szintén erős pozitív korrelációt mutatott, míg a potenciális evapotranspirációval gyengébb összefüggésben változott. A vizsgálatunk során mindkét fájnál jelentős éjszakai áramlás mértékű, amelynek erőssége 22 óra és hajnali 4 óra között a VPD-vel lineáris összefüggést mutatott. Ez a jelenség az éjszakai feltöltődés mellett a gázcsere nyitottságával összefügg és/vagy a kutikuláris transzspirációnak tulajdonítható. A munkánkat az OTKA K68397 és K10152, valamint a TAMOP-4.2.2/B-10-1-2010-0024 sz. pályázatok keretében végeztük.

A KOCSÁNYALTAN TÖLGY (*QUERCUS PETRAEA* (MATT.) LIEBL.) ÉS A
CSERTÖLGY (*QUERCUS CERRIS L.*) ÉVGYŰRÜSZÉLESGÉGI VÁLTOZÁSA A
TÖLGYPUSZTULÁS IDŐSZAKÁBAN

Nyitrai Balázs, Kis József, Kanalas Péter, Oláh Viktor, Szöllősi Erzsébet, Szabados Ildikó és Mészáros Ilona - Debreceni Egyetem, Természettudományi és Technológiai Kar Növénytan Tanszék, immeszaros@unideb.hu

Magyarországon a kocsányaltan tölgy pusztulása az 1970-es évek végén kezdődött és 5–10 éven belül súlyos károkat okozott. Számos kutatás irányult a jelenség okainak feltárására, de keveset tudunk az állományok éves növekedésében bekövetkező változásokról. Az évgyűrűvizsgálatokra alapozott dendroklimatológiai elemzések közelebb vihetnek a pusztulás következményeinek a megértésére. Vizsgálatainkat az 1972-ben alapított síkfőküti hosszú távú ökológiai kutatási területen (LTER) végeztük. A területen található erdőállomány két domináns fafaja a kocsányaltan tölgy és a csertölgy. A tölgypusztulás mindkét fajt érintette, de mértéke nagyobb volt a kocsányaltan tölgynél (60%), mint a csertölgynél (20%). 2010 novemberében 81 kocsányaltan tölgy és 18 csertölgy egyedből növedécsap mintákat vettünk. A két faj 100 évet átélő kronológiájából 20 évet választottunk ki (1973–1993) azzal a céllal, hogy képet kapjunk a tölgypusztulás időszakában a növekedés és a klimatikus tényezők összefüggéseiről. Az ökológiai és klimatológiai körülmények hatásainak az elemzéséhez két időjárási paramétert (havi középhőmérséklet és havi csapadékösszeg) és különböző indexeket (Goussiel-Bagnouls, Ellenberg és Pálfi) használtunk. A növekedés és az időjárási változók közötti kapcsolat elemzéséhez 16 hónap hosszúságú periódust vettünk

figyelembe, amely a növekedés előtti év júniusától a következő év szeptemberéig tartott. 1976 és 1989 között a cserőtölgy szignifikánsan nagyobb évgyűrűreket képzett a kocsánytalan tölgyhöz és az ezt megelőző évekhez képest is. A korrelációs elemzés kimutatta, hogy az előző és adott évi, magas nyári hőmérséklet negatív hatással van a növekedésre, míg a csapadék pozitív korrelációt mutatott a növekedéssel, különösen az előző év őszi és az adott év tavaszi időszakok esetében. A kocsánytalan tölgy pusztulása miatt megváltozott versengési viszonyok és forrásfelhasználás kedvezően hatott a cserőtölgy növekedésére, ugyanakkor ebben az időszakban a kocsánytalan tölgy évgyűrűszélessége nem növekedett. Kutatásainkat az OTKA No.68397 és a Life08 ENV/IT/000399 támogatta.

A LEVÉLEXPANZIÓ TAVASZI LEZAJLÁSA IDŐS KOCÁNYTALAN TÖLGY-FAK (QUERCUS PETRAEA [MATT.] LIEBL.) TÖBBÉVES LEVÉLMORFOLÓGIAI ÉS KLOROFILL FLUORESCENCIA ADATSORAI ALAPJÁN

Oláh Viktor, Szöllősi Erzsébet, Kanalas Péter, Nyitrai Balázs, Kiss József, Lakatos Ágnes, Tóth György Dániel és Mészáros Ilona - Debreceni Egyetem, Természettudományi és Technológiai Kar, Növényzeti Tanszék
olavhivtor@unideb.hu, immeszaros@unideb.hu

A lombfakadás és a levélexpanzió, illetve a mozgóteszt élettani folyamatok alapvető szerepet játszanak a lombhullató erdők szezonális működésében. A zárt erdőterületekben elsősorban a domináns fák asszimiláló levélfelületének a kiterjedése és az asszimiláló hatékonysága határozza meg az életközösség energia- és szénmérlegét, illetve az alsóbb lombkoronaszintek életfeltételeit. Egyes rendkívüli biotikus és abiotikus zavaró hatásoktól eltekintve a lomblevelek kifejlődésének kezdeti szakasza elsősorban az időjárási körülményektől függ. Habár az egyedi levél, illetve a lombkorona (LAI) szintjén zajló levélexpanzió szezonális dinamikáját régóta vizsgálják és számos modellt dolgoztak már ki a trendek előrejelzésére, a fotoszintetikus folyamatok szintjén a fejlődés időbeli lefutása kevésbé ismert. Jelen munkánkban a síkfőküti LTER terület középhegységi cseres-tölgyes állományának négy kifejlett kocsánytalan tölgy (*Quercus petraea* [Matt.] Liebl.) egyedén végeztünk, több vegetációs szezonon átnyúló levélfejlődés vizsgálataink eredményét foglaljuk össze. A levélexpanzió és a 2. fotorendszer kvantum hasznosítási hatékonyságának a jellemzéséhez mértük a levélfelület és –tömeget, illetve az ún. sötétadaptált klorofill fluoreszcencia paramétereket. A vizsgálatainkat a 2003–2009 közötti periódusban, a lombfakadás kezdetétől július elejéig végeztük, a fák felső („fénylevelek”) és alsó („árnyéklevelek”) lombkoronaszintjében. Az eredményeink alapján a levélnövekedés kezdeti szakaszában a klorofill fluoreszcencia paraméterek változása a levélfelülethez és –tömeghez hasonlóan a hőösszegetől függött. A legszorosabb kapcsolatot az év 100. napjától összegzett, 11 °C-os küszöb hőmérséklettel számolt hőösszeg esetén találtuk. A levélfelület és a specifikus (száraztömegre vonatkoztatott) levélfelület a fény- és árnyéklevelek esetében közel azonos időbeli lefutást mutatott, és egyszerre érte el a nyári értéket. A klorofill fluoreszcencia paraméterek alapján az árnyéklevelek fotoszintetikus működése közel kétszer gyorsabb fejlődést mutatott és ezzel hamarabb is érte el a nyárra jellemző állapotot, mint a fénylevelekben. Az árnyéklevelek fiziológiai változása szoros összefüggést mutatott a lombkorona felső szintje általi árnyékoló hatás kifejlődésével. A munka az OTKA K68397 és K101552, a TAMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0024 sz. pályázatok keretében készült.

VESZÉLYES TÉLI CSAPADÉKFAJTÁK KLIMATOLÓGIAI VIZSGÁLATA ÉS ELŐREJELZÉSI LEHETŐSÉGEI

Somfalvi-Tóth Katalin¹ és Gulyás Krisztina² -¹Országos Meteorológiai Szolgálat, ²ELTE Földtudományi Intézet, toth.k@met.hu, gulyas.christina@gmail.com

A légköri jegesedés az egyik legösszetettebb és legváltozékonyabb időjárási jelenség, ezért megfigyelése, klimatológiai vizsgálata és előrejelzése is kihívás elé állítja a szakembereket. Magyarországon a légköri jegesedés megfigyelésére 1966 óta a Csomor Mihály vezetésével kiépített zúzmamamérő-hálózatot használjuk. Erre az adatbázisra alapozva választ kerestünk arra, hogy az elmúlt 30 év során hogyan alakult a tapadó hó és ónos eső előfordulási gyakorisága, területi eloszlása hazánkban. Elmondható, hogy a tapadó hó szempontjából legveszélyeztetettebb terület a nyugati, délnyugati országrész. Ónos eső esetében már árnyaltabb képet kaptunk. A dolgozat második részében e két veszélyes jelenség előrejelzési lehetőségeit vesszük számba. Az áramellátás biztonsága, valamint az erdőségekből keletkező károk miatt fontos annak előrejelzése, hogy adott időjárási körülmények között mekkora tömegű hó, illetve jég jelenhet meg a tértárgyakon. Esettanulmányok segítségével megkíséreltük rekonstruálni, hogy adott időjárási esemény során mekkora folyóméterre eső többlet-terhelés jelenhetett meg a felsővezetéseken.

ELTÉRŐ IDŐJÁRÁSI FELTÉTELEK HATÁSA EGY CSERES-TÖLGYES ÁLLOMÁNY DOMINÁNS FAFAJAINAK LEVÉL BIOKÉMIAI ÉS FIZIOLÓGIAI JELLEMZŐIRE

Szöllősi Erzsébet, Oláh Viktor, Kanalas Péter, Kis József, Nyitrai Balázs, Hepp Anna és Mészáros Ilona - Debreceni Egyetem, Természettudományi és Technológiai Kar Növényzeti Tanszék, immeszaros@unideb.hu

Két egymást követő, időjárási feltételekben eltérő vegetációs periódusban (2009, 2010) tanulmányoztuk a kocsánytalan tölgy (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) és a cserőtölgy (*Quercus cerris* L.) néhány levél fiziológiai és biokémiai paramétereit a síkfőküti LTER területen. A csapadékösszeg és az átlag hőmérséklet a két vegetációs periódusban (DOY 91-304): 299 mm és 17,9 °C 2009-ben és 671 mm és 16

°C volt 2010-ben. A két év klimatikus feltételeinek komplex jellemzésére a De Martonne ariditási indexet (I_{DM}) használtuk, melynek értékei 2009-ben a száraz és félszáraz 2010-ben a nedves és kissé nedves tartományba estek. Kora tavasszal a rügyfakadás után alacsony volt a két faj fény- és árnyékszintjében a levelek szárazanyagra vonatkoztatott klorofill tartalma (CHL a+b) és specifikus levéltömege (LMA), ami a levelek fejlődésével gyorsan növekedett, ellentétben a klorofilla vonatkoztatott össz-karotinoid (CAR) tartalommal, ami a levélfejlődés kezdetén mutatott magasabb értékeket mindkét fajnál. A szárazabb 2009. évi vegetációs periódusban a levelek prolin (Pro) tartalma magasabb volt, mint a csapadékos 2010. évben. A Pro és CAR koncentráció csökkent DOY 140-160-ig és a nyári értékek alakulásában viszont fontos szerepe volt a lombkorona pozíciójának és stressz tényezők (szárazság, hőstressz) hatásának. A fák magasabb fényintenzitásnak és hőmérsékletnek kitett fényszintjében nagyobb volt a levelekben a CAR-tartalom és a fotoprotektív xantofill ciklus pigment-készlet (Violaxantin+Antheraxantin+Zeaxantin=VAZ), mint az árnyékszintben. 2009 nyarán a szárazság hatására a fénylevelekben 20%-kal nagyobb VAZ pool képződött, mint 2010-ben. A két faj közül a cserőtölgy leveleiben a VAZ pool magasabb, ami hatékony védelmet biztosít a stressz idején fellépő fényfeszültséggel szemben mindkét lombkorona szintjében. Kutatásainkat az OTKA K68397 és a Life08 ENV/IT/000399 támogatta.

AGROMETEOROLÓGIAI ÉS TALAJVIZSGÁLATOK A KÖSZEGI SZŐLŐBEN

Németh László, Zentai Zoltán és Puskás János - NYME Földrajz és Környezettudományi Intézet, nemethl@ttk.nyme.hu; zoltan@ttk.nyme.hu; pjanos@gmail.com

A községi szőlő- és bortermelők körében régóta megfogalmazott igény volt arra vonatkozólag, hogy a gyakorlatban hasznosítható agrometeorológiai és talajvizsgálati kutatásokat szervezzenek a tudományos háttérrel (eszközök, kutatási tapasztalatok stb.) rendelkező szakemberek. A 2011. évben megkezdődtek a vizsgálatok. November 3-án elhelyeztük a meteorológiai műszereket, illetve talajmintákat tettünk a helyszíneken, Köszeg 4 különböző szőlőterületén. A mintavételeket az azonos dűlőkben általában 2 helyszínen terveztük. A tervezett vizsgálatok: Levegő-hőmérséklet mérés különböző kitettség szerint, a talajtól 10 cm, 60-80 cm és 200 cm magasságban, valamint hőmérséklet és relatív nedvességtartalom mérés a szőlőtőkén a termes magasságban óránkénti mintavétel. Talajmintavétel, talajvizsgálatok a hőmérséklet mérések helyszínén vett mintákból.

– Műszeres vizsgálatok: talaj, illetve szükség esetén a bor nyomelem tartalmának meghatározása (ICP AES és röntgen fluoreszcens vizsgálatok)

– Hőfényspektrum készítése

A hőmérők által mért adatok első számítógépes rögzítése 2012. március 10-én történt. Az adatok feldolgozása során vizsgáltuk a hőfok gyakoriságot, hőösszegeket számítottunk a talajtól mért magasság, illetve a területek szerint. Május 12-én újabb kiolvasást végeztünk, valamint bővítettük a mérési helyek számát és relatív nedvességtartalom mérőeszközöket is tettünk ki. Augusztus elején terveztük a következő adatkiolvasást, a mérési eredményeket a konferencián mutatjuk be. A méréseket a TAMOP - 4.2.1.B-09/1/KONV pályázat támogatásával beszerzett műszerekkel végeztük.

GEOTERMIKUS SUGÁRIRÁNYÚ FŰRÁSSAL A FÖLDHŐ HASZNOSÍTÁSÁRA KIALAKÍTOTT SZONDA VIZSGÁLATA

Németh László, Zentai Zoltán és Béres Csilla - NYME Földrajz és Környezettudományi Intézet, nemethl@ttk.nyme.hu; zoltan@ttk.nyme.hu; csberes@ttk.nyme.hu

A földhő hőszivattyúval történő kinyerésére leggyakrabban alkalmazott eljárásokban a hőt a talajban vagy vízszintesen elhelyezett talaj kollektorok felhasználásával, vagy hosszú függőleges furatokból nyerik. Az új fűrási eljárások és fűrástechnikák tovább bővítik a lehetőségeket. Egy ilyen megoldás a geotermikus sugárirányú fűrás (GRD® = Geothermal Radial Drilling). Az eljárás lehetővé teszi a földhő szondák kialakítását, egy kis aknából sugárszerűen minden irányban és hajlásszöggel, akár az épületek alatt is. A fűrás jellemzői az alábbiak: szonda-beépítés bármely irányban (5 fokként) és szögben (35°-tól 65°-ig). Tudatos ráfűrás a nedves, vízvezető talajrétegekre, a mélyen fekvő talajvízrétegek zavarása nélkül. A furathosszak (max. 40 m) alkalmazkodhatnak a terület geometriai kialakításához és a helyi talajviszonyokhoz. Egy szombat helyi Kft. a GOP pályázat támogatásával vásárolt egy radiális fűrógépet. A céggel együttműködést hoztunk létre a szondafejlesztésre. Részt vettünk a cég telephelyén, egy geotermikus sugárirányú fűrási talajszonda rendszer (GRD®) kialakításában. Az együttműködés keretében vizsgáljuk a rendszer hőszivattyúval való terhelhetőségét és a hő napugárázsból történő pótlását. A szonda-beépítés vizsgálatának főbb szempontjai, a talajhőmérséklet alakulása:

- Változása a mélység függvényében, terheletlen függőleges fűrás
- Éves változása az idő függvényében, terheletlen függőleges fűrás
- Terheletlen szonda környezetének hőmérséklete
- Különböző terhelésű szondák környezetének hőmérséklete
- Szondák egymásra hatásának vizsgálata különböző terhelés esetén, függőleges fűrások

A mérésekhez on-line talajhőmérséklet mérőt terveztünk, a legyártott eszközt kalibráltuk, beüzemeltük, a mérőhelyeket részben kialakítottuk. Jelenleg hőmérsékletméréseket végzünk. Kutatási eredményeinkről poszterünkben számolunk be. A kutatást a TAMOP - 4.2.1.B-09/1/KONV pályázat támogatásával végeztük.

METEOROLÓGIAI VILÁGNAP 2013 AZ IDŐJÁRÁS MEGFIGYELÉSE AZ ÉLET- ÉS VAGYONVÉDELEM SZOLGÁLATÁBAN

WORLD METEOROLOGICAL DAY 2013 WATCHING THE WEATHER TO PROTECT LIFE AND PROPERTY

Sáhó Ágnes

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



A Meteorológiai Világszervezet (WMO) megalkulásának 63. évfordulóját március 25-én, hétfőn ünnepelte a magyar meteorológus társadalom az Országos Meteorológiai Szolgálat székházában.

A Szolgálat felé egyre kitüntetettebb figyelem fordul egyrészt a szélsőséges időjárási helyzetek okozta társadalmi igény, másrészt az egyre intenzívebb fejlesztési feladatok miatt. Ezt jelzi többek között, hogy az intézményt

működtető tárca részéről a vidékfejlesztési miniszter,

A meteorológia területén adható legrangosabb kitüntést, a *Schenzl Guidó Díjat* idén Anda Angéla professzor asszony, a Pannon Egyetem Georgikon Kar tanszékvezető egyetemi tanára és Práger Tamás kandidátus, címzetes egyetemi docens, az OMSZ nyugalmazott főosztályvezetője kapta.

Kiváló szakmai munkája elismeréseként *Pro Meteorológia Emlékérmét* kapott Klaibán Sándor az OMSZ Éghajlati Osztályának munkatársa, Löwinger Endre, az OMSZ Rendszerüzemeltetési Osztályának vezetője, Puskás János, a Berzsenyi Dániel Főiskola tanára, valamint Radics Kornélia meteorológus a Magyar Honvédség Geoinformációs Szolgálatának őrnagya.

Miniszteri elismerő oklevéllel jutalmazták Pongráczt Ritát az ELTE Meteorológiai Tanszékének adjunktusát és Tölgyesiné Puskás Mártát az OMSZ Könyvtárának meteorológiai tanácsadóját.



Fejes Edina bemutatja a Múzeumot
Fazekas Sándor miniszternek



Bonta Imre tájékoztat a megjelenítő programokról.
Klug Lajos vezérigazgató FÖKEFE,
Fazekas Sándor (háttal), Illés Zoltán államtitkár

Fazekas Sándor is megtisztelte látogatásával a jeles eseményt, személyesen köszöntötte a szakma képviselőit, s adta át a miniszteri díjakat és elismerő okleveleket a kitüntetetteknek. Köszöntő beszédében a miniszter úr elismeréssel szólt a Szolgálat szakmai munkájáról, s látogatása révén bepillantást nyerve az állami meteorológiai feladatok ellátásának hátterébe is, köszönetre és tiszteletre méltónak nevezte a munkatársak erőfeszítéseit, s a nehéz helyzetekben való helytállásukat.

Gratulálunk a kitüntetetteknek és további eredményes munkát kívánunk a szakterületükön!

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

Özveggy Bartók Béláné, aki Füzérkomlóson 44 éve vezeti a csapadékmérő állomást; Bognár Lászlóné káldi észlelő, aki 43 éve végzi ezt a munkát, Kalmár Pál, aki Jászapátiból érkezett, s 41 éve végzi a méréseket valamint Tóth Zoltán, aki 49 éve vezeti a királyegyházai állomást.

Az OMSZ elnöke köszönő szavakkal elismerte és oklevéllel jutalmazta öt olyan klímaállomás vezetőjének munkáját, mely ettől az évtől kezdve már a korábbi formában nem működhet tovább. Az állomások:

- Öregcsertői Meteorológiai Állomás,
vezetője Iván Ferenc;
- Szolnok-Alcsiszigeti Állomás,
vezetője Kostyó István;
- Tiszaroffi Meteorológiai Állomás,
vezetője Kasza Imréné;
- Sopronhorpácsi Meteorológiai Állomás,
vezetője Nagy István és
- Máza Állomás,
vezetője Völgyi Ernő.

Horváth László a Szolgálat Tudományos Tanácsának képviselőjeként Szakirodalmi Nívódíjjal tüntette ki az év legszínvonalasabb szakmai publikációját. Lábó Eszter: *Validation studies of precipitation estimates from different satellite sensors over Hungary, Analysis of new satellite derived rain rate products for hydrological purposes* című cikke 2012-ben jelent meg a Journal of Hydrology hasábjain.

Dévényi Dezső örökösei a kétévente adható Dévényi Dezső Numerikus Prognosztikai Emlékérmét ez évben Pieczka Ildikó tanársegédnek ítélték. A díjat Major György akadémikus adta át.

A Világnap szakmai előadásában, mely a „Profik és amatőrök, a megfigyelés múltja, jelene és jövője” címet kapta, Horváth Gyula, az OMSZ Megfigyelési Főosztályának vezetője bemutatta a világ- és a hazai időjárási megfigyelő- és mérőhálózatának felépítését, működését. Rámutatott a profi és amatőr meteorológiai szolgáltatás legfőbb ismérveire és a kettő közötti különbségekre, valamint vázolta a folyamatban lévő és tervezett fejlesztési feladatokat, melyek két fő vonulata a megfigyelés további automatizálása és az irányítottan és megbízható alapon működő amatőr mérőhálózat kialakítása.

Köszönjük minden vendégnek, minden érdeklődőnek, hogy jelenlétével emelte a nap sikerét és ünnepélyességét. További eredményes és együttműködő munkát kívánunk minden, a meteorológia különböző szakterületein érintett munkatársunknak.

A Meteorológiai Világnap keretében átadásra kerülő miniszteri elismeréseket nem minden évben maga a miniszter nyújtja át. Ebben az évben azonban Fazekas Sándor vidékfejlesztési miniszter személyesen köszöntötte a díjazottakat, s megjelenése a Szolgálatnál nem korlátozottan szorososan a kitüntetésátadásra, hanem megragadta az alkalmat arra, hogy körülnézzen a Kitaibel Pál utcai épületben és tájékozódjon az itt folyó munkáról. A minisztert elkísérte Illés Zoltán környezetügyért felelős államtitkár, valamint a miniszter sajtófőnöke és személyi titkára is. A Szolgálatot felkereső népes „minisztériumi küldöttségben” ott volt Klug Lajos is a FÖKEFE, a meteorológiai szolgáltatásokat hasznosító egyik legnagyobb intézmény vezetője is.

A kitüntetettekről készült csoportkép a 87. oldalon látható.



Dobosi Erzsébet az aktuális előrejelzést ismerteti



Horváth Gyula szakmai előadását tartja

AMBRÓZY PÁL TEMETÉSÉN 2013. JÚLIUS 24-ÉN A KELENFÖLDI EVANGÉLIKUS TEMLOMBAN (BUDAPEST BOCSKAI ÚT 10.) ELHANGZOTT BÚCSÚZTATÓ

Tisztelt Gyászoló Család! Gyászoló Gyülekezet!

A meteorológus közösség nevében kívánok búcsúzni doktor Ambrózy Páltól, a kiváló szakembertől, a Központi Meteorológiai Intézet egykori igazgatójától, az igaz embertől, mint volt munkatársa és mindvégig barátja.

Ambrózy Pál korán eljegyezte magát a meteorológiával. Még gimnazistaként kezdett érdeklődni az időjárási jelenségek iránt, majd teljesen elkötelezte magát a meteorológia tudománya mellett, élethivatásául választotta.

1955-ben szerzett diplomát az ELTE meteorológus szakán. Dinamikus meteorológiával foglalkozó kutató csoport vezetője lett. Itt kerültem közvetlen munkatársi kapcsolatba vele, amelyből életre szóló barátság született. Irányításával készültek Magyarországon először objektív, numerikus előrejelzések. E területen végzett egy évtizedes tevékenységének kiemelkedő produktuma „Az időjárás dinamikusan előrejelzésének alapjai” c. kiadvány, amelynek szerkesztője és részben szerzője is volt. Munkáját mindig nagy alaposág, megfontoltság, precizitás jellemezte.

A vezetés korán felismerte rendkívüli képességeit, pozitív emberi vonásait, ezért előbb az OMSZ Titkárságának élére, majd 1974-ben a Központi Meteorológiai Intézet igazgatójává nevezték ki. E pozícióban elismerést vívott ki magának. Olyan légkört tudott teremteni intézetében, hogy beosztottai jól érezték magukat. Igazgatósága alatt új alapokra helyeződött az adatfeldolgozás, jelentősen fejlődött az éghajlatkutatás, megkezdődött az éghajlatváltozás vizsgálata. Részt vett Magyarország Nemzeti Atlaszában és Éghajlati Atlaszában összeállításában. Említésre méltó oktatói tevékenysége, a Bajai Vízügyi Főiskolán és a Budapesti Műszaki Egyetemen tartott kollégiumokat.

1963 és 1990 között tagja volt a Magyar Tudományos Akadémia Meteorológiai Bizottságának, 1964-től pedig haláláig az OMSZ tudományos folyóirata, az Időjárás Szerkesztő Bizottságának. Nagy gondot fordított a meteorológia népszerűsítésére. 1979-től három évtizeden át az OMSZ szakmai tájékoztatójának, a Léggör Szerkesztő Bizottságának elnöke volt. Ő maga is több mint száz cikkel emelte a folyóirat színvonalát. 1991 és 2006 között betöltötte a Magyar Meteorológiai Társaság elnöki tisztét, majd annak társelnöke lett. 2006-ban az elméleti meteorológia és a klimatológia terén végzett több mint öt évtizedes munkája elismeréseként a „Magyar Köztársaság Arany Érdemkeresztje” kitüntetésben részesült.

Ambrózy Pál egészen kivételes személyiség volt, a lelki adományok gazdagságát birtokolhatta. A békesség, a türelem, a kedvesség, a jóság, a hűség, a szelídség, mind hozzátartozott egyéniségéhez. (vö. Gal 5,22). Életvitelét bölcsesség jellemezte, távol állt tőle minden szélsőség. Senkivel szemben nem érzett haragot, de még ellenszenvet sem. Megértéssel volt beosztottai iránt, nagyra becsülte munkájukat, törődése közvetlen munkatársain túlmenően a vidéki észlelőkre is kiterjedt.

Ha említett lelki tulajdonságait tömören akarjuk kifejezni, azt mondhatjuk, a szeretet embere volt. Megélte azt, amit névadója, Pál apostol oly szépen fogalmazott meg a korintusiakhoz írott első levelében: „A szeretet türelmes, a szeretet jóságos, nem féltékeny, nem kérkedik, nem fuvalkodik fel, nem tapintatlan, nem keresi a magáét, nem gerjed haragra, a rosszat föl nem rója, nem örül a gonoszságnak, de együtt örül az igazsággal, mindent eltűr, mindent elhisz, mindent remél, mindent elvisel.” (1Kor 13,4-7).

Jó volt vele találkozni. Még több mint két évtizeddel nyugdíjazása után is hetente bejárt volt munkahelyére, így a meteorológusok új nemzedéke is ismerte, tisztelte őt. Figyelemmel kísérte szakterületének alakulását, rajta tartotta szemét kedvelt folyóiratán. Eljárt a Meteorológiai Társaság rendezvényeire, érdeklődéssel hallgatta a fiatal munkatársak beszámolóit.

Őt műtéten esett át, de ez egyáltalán nem törte le életkedvét, ugyanolyan kiegyensúlyozott maradt, mint korábban volt. Az utolsó műtéttől felépülve, tavasszal, örvendezhettünk, hogy visszatért nyugdíjas közösségünkbe. Reméltük, hogy évek óta tartó, türelemmel viselt súlyos betegségét sikerül legyőznie. Június közepén még szeretett családjá körében megünnepelhette 80. születésnapját. Még telefonon felköszönthettem, terveztük a személyes találkozást az OMSZ székházában. De erre már nem kerülhetett sor. Még két hét sem telt bele, hogy érkezett a lesújtó, döbbenetes hír: Pali meghalt. Most is igaznak bizonyult az ősi mondás: „Amilyen az élet, olyan a halál.” Ő a békesség embere volt, ehhez méltóan békében ment el.

Mély fájdalom tölt el mindnyájunkat, hogy többé nem láthatjuk rokonszenves személyét. Nehezen tudja elfogadni az ember, hogy aki nem rég még köztünk járt, akit tiszteltünk, szeretünk, nincs többé. Mindnyájunkat lesújt a gyász. Mégis van vigasz. Elég, ha csak ismét névadójához, Pál apostolhoz fordulunk, aki meggyőződéséért a vértanúságot is vállalta. A már említett első korintusi levélben az elhunytak sorsával kapcsolatban nem végről, hanem győzedelmes folytatásról ír: „Romlásra vetik el, romlatlannak támad föl. Dicstelenül vetik el, dicsőségben támad föl. Erőtlenységben vetik el, erőben támad föl. Érzéki testet vetnek el, szellemi test támad föl.” (1Kor 15,42-44).

Ebben a hitben búcsúzunk tőled szeretett kollegánk, drága barátom. Teljes életet éltél: A maximumot nyújtottad családodnak, egész emberséggel viszonyultál munkatársaidhoz, teljes odaadással láttad el hivatásodat. Életed pályáját becsülettel végigjártad, hitedet megtartottad. Minden reményünk meglehet, hogy odaát elnyered az igaz élet koronáját. (vö. 2Tim 4,7). Emléked szívünkben él! Isten veled! Nyugodjál békében!

Tánczer Tibor

2013 TAVASZÁNAK IDŐJÁRÁSA

WEATHER OF SPRING 2013

Rajhónáné Nagy Andrea

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

Március. A havi középhőmérséklet az ország nagy részén 3-4 °C között alakult. Az 1971-2000-es normálhoz viszonyítva, az idei március hazánk egész területén hidegebb volt az átlagosnál. Délkeleten volt a legkisebb az eltérés, itt 0 °C és -1 °C közötti anomália jelentkezett. Az ország középső és délnyugati térségében -1 °C és -2 °C közötti volt az eltérés, míg az északi területeken -2 °C és -3 °C közötti anomália volt jellemző. A hónap első felében egy átlagosnál jóval melegebb periódus jelentkezett 5-e és 13-a között, ezután azonban egy igen erőteljes lehűlés következett, jóval átlag alatti középhőmérsékleteket eredményezve, mely, 1-2 enyhébb naptól eltekintve kitartott a hónap végéig. Március legalacsonyabb hőmérsékletét, -18,2 °C-ot 17-én mértük Vásárosnamény állomáson, mely

ladó csapadékú napok száma is normál felett alakult. Országos átlagban 7-7 havas, illetve hótakarós napot jegyeztünk (a sokévi 3, illetve 0 nappal szemben). Kékestetőn 17 havas és 31 hótakarós nap adódott. A legnagyobb hóvastagságot a hónapban 30-án, Kékestetőn mértük (106 cm), mely meghaladta a téli legnagyobb hóvastagságot (88 cm, Kékestető, február 24.).

A hónap legnagyobb csapadékösszege:

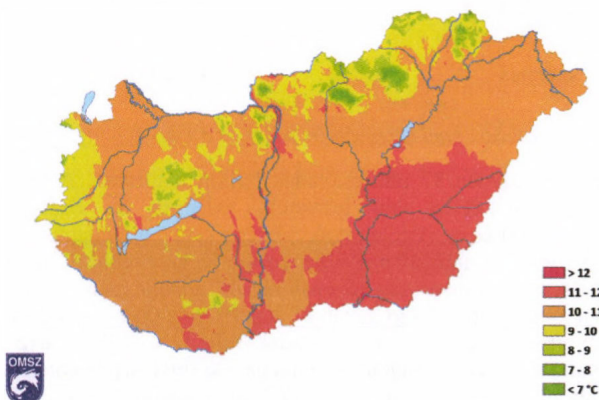
194,0 mm, Gacsály (Szabolcs-Szatmár-Bereg megye)

A hónap legkisebb csapadékösszege:

54,1 mm, Sopron Fertőrákos (Győr-Moson-Sopron megye)

24 óra alatt lehullott maximális csapadék:

46,0 mm, Pápa (Veszprém megye), március 30.



1. ábra: A tavasz középhőmérséklete

alulmúlta a 2012/2013-as tél legalacsonyabb mért hőmérsékletét (-18,1 °C, Nyírlugos, december 10.).

Országos átlagban 17 fagyos napot regisztráltunk (napi minimumhőmérséklet ≤ 0 °C), mely meghaladta a sokévi átlagot (12 nap). Zord nap nem jelentkezett a hónapban (napi minimumhőmérséklet ≤ -10 °C), mely a sokévi átlagnak megfelelő érték. Téli napot (napi maximumhőmérséklet ≤ 0 °C) kétszer jegyeztünk, mely egy nappal több a normálnál.

A hónap során mért legmagasabb hőmérséklet:

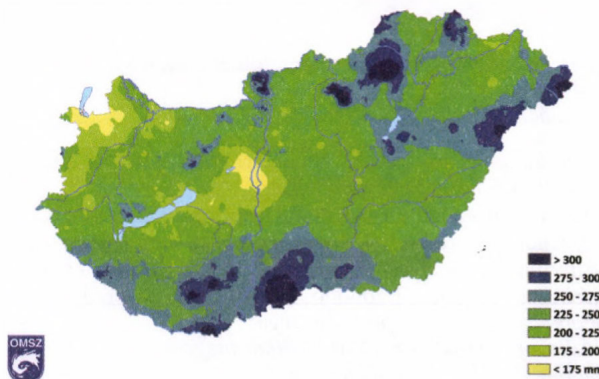
20,8 °C, Baja Csávoly (Bács-Kiskun megye), március 8.

A hónap során mért legalacsonyabb hőmérséklet:

-18,2 °C, Vásárosnamény (Szabolcs-Szatmár-Bereg megye), március 17.

A március rendkívül csapadékos volt hazánkban, az ország legnagyobb részén 100-150 mm-es havi csapadékösszegeket mértünk, azonban néhány helyen előfordultak 150-200 mm közötti értékek is. Az 1901-től kezdődő legcsapadékosabb márciusok közül csupán az 1937-es március (114,6 mm) előzi meg az ideit. Az ország nagy részén 3-4-szeres összegek jelentkezték, de a legkisebb eltérést mutató területeken (DNy-on, ÉNy-on és ÉK-en) is 1,5-2-szeres értékek adódtak. Sokévi átlagot meghaladó csapadékösszeget összesen 18 napon regisztráltunk, melyből 9 napon hullott 5 mm feletti csapadék.

A csapadékos napok száma (16 nap) jóval meghaladta a sokévi átlagot (9 nap), s az 1, 5, 10, valamint 20 mm-t megha-



2. ábra: A tavasz csapadékösszege, mm-ben

Április. A hónap középhőmérséklete hazánk nagy részén 11-13 °C között alakult. A normálnál melegebb értékek adódtak az ország egész területén. A legnagyobb pozitív anomáliák a Dunántúl egyes részein (főként északon és nyugaton) és Csongrád megyében jelentkezték, ezeken a területeken a +2 °C-ot is meghaladták a különbségek. Az országos átlagban vett áprilisi sokévi napi középhőmérsékletek a hónap első harmadában 9-11 °C között szoktak alakulni, majd az utolsó harmadban emelkednek 12 °C fölé. Ehhez képest idén a hónap elején 4-5 °C-os napi középhőmérsékletek voltak jellemzőek országos átlagban (sőt az első 1-2 nap ennél hidegebb volt), jóval elmaradva a normáltól. 7-étől gyors melegedés következett be, s néhány napon belül az átlagos értékek fölé emelkedett a hőmérséklet, s egészen a hónap végéig ki is tartott, nagy pozitív anomáliákkal. A hónap legvégén már a 20 °C-ot közelítették a középhőmérsékleti értékek (sőt 30-án meg is haladta), s ebben a nyári időjárásban több országos napi melegrekord is megdőlt.

Országos átlagban 2 fagyos nap fordult elő, ami alig marad el a sokévi átlagtól (3 nap). Nyári naptól (maximum ≥ 25 °C) azonban a normálnál (1 nap) jóval több, 6 jelentkezett.

A hónap során mért legmagasabb hőmérséklet:

32,6 °C, Kecskemét külterület (Bács-Kiskun megye), április 30.

A hónap során mért legalacsonyabb hőmérséklet:

-5,5 °C, Kékestető (Heves megye), április 1.

Az április havi csapadékösszeg az ország legnagyobb részén nem érte el a sokévi átlagot, jellemzően annak 60-100%-a hullott. Csak kis területeken jelentkezett ennél kisebb arány, a legcsapadékosabb ÉK-i és D-i országrészekeken pedig meghaladta a normál értéket a csapadék mennyisége (100-120%, néhol 120-140%). Április első és második fele teljesen eltérő képet mutatott csapadékoság szempontjából. A hónap elején folytatódott a márciusban tapasztalt csapadékos időjárás, az egész hónap csapadékosan ~98%-a 14-ig hullott le. Sokévi átlagot meghaladó napi csapadékösszeget ebben az időszakban,

ciklonális rendszer alakította hazánk időjárását, mely jelentős lehűlést hozott. A hónap közepén volt egy átlagot meghaladó időszak, de ezután ismét a normál alá esett a hőmérséklet.

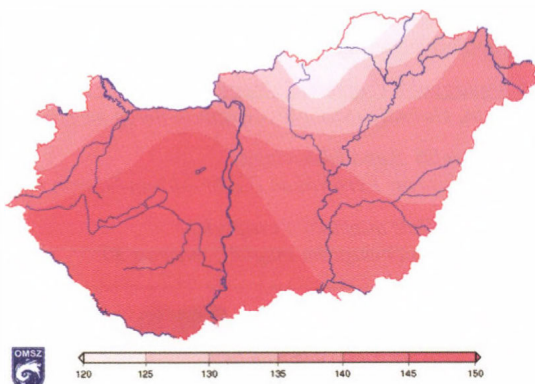
Hét nyári napot jegyeztünk a hónapban, mely 1 nappal marad el csupán a sokévi átlagtól. A normál szerint ilyenkor előforduló 1 hőségnap azonban nem jelentkezett.

A hónap során mért legmagasabb hőmérséklet:

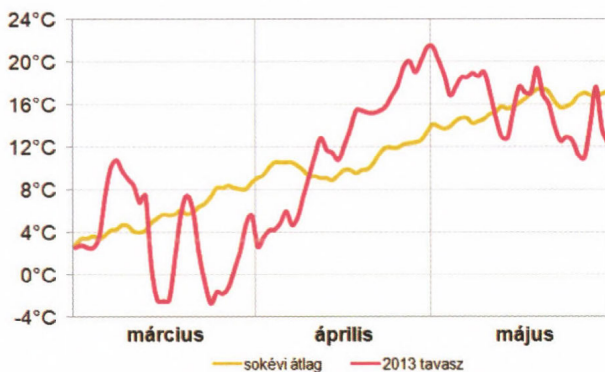
32,5 °C, Kelebia (Bács-Kiskun megye), május 2.

A hónap során mért legalacsonyabb hőmérséklet:

-1,7 °C, Kékestető (Heves megye), május 27.



3. ábra: A tavasz globálisugárzás összege, kWh/m²



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

országos átlagban összesen 5 napon regisztráltunk, melyből 2 napon hullott 5 mm feletti mennyiség.

Országos átlagban 7 csapadékos nap jelentkezett, mely elmarad a normál értéktől (10 nap), zivataros napot pedig nem regisztráltunk (a sokéves átlag 1 nap). Havas napból, a sokévi átlaggal megegyezően, 1 adódott, míg hótakarós napból 2.

A hónap legnagyobb csapadékösszege:

70,1 mm, Nyírábrány (Hajdú-Bihar megye)

A hónap legkisebb csapadékösszege:

10,7 mm, Harka (Győr-Moson-Sopron megye)

24 óra alatt lehullott maximális csapadék:

37,4 mm, Gyenesdiás (Zala megye), április 2.

Május. A havi középhőmérséklet 15-18 °C között alakult hazánkban, a legmelegebb az ország délkeleti térsége volt, itt 17-18 °C közötti értékeket regisztráltunk. Pozitív hőmérsékleti anomália jellemezte a hónapot az országban (0-1 °C), néhány kisebb terület volt ez alól csak kivétel a határszéleken (északkeleten, délen és északon egy-egy kis térségben 0 °C és -0,5 °C közötti hőmérséklet-különbség adódott). A legnagyobb eltérés a Körösök vidékén, valamint Szeged térségében jelentkezett, itt meghaladta a +1 °C-ot. A hónap nyáriás időjárással indult, több hőmérsékleti rekord is megdőlt. 11-étől egy

Országos átlagban 87 mm csapadék hullott májusban. A legtöbb csapadékot a déli területek, valamint az Északi-középhegység és az Alföld északi térsége kapta, a Dunántúl és a keleti térség szárazabbnak bizonyult, a legkevesebb, 50 mm alatti összegeket az ország középső részén, a Duna mentén, valamint északkeleten regisztráltuk. Az 1971-2000-es átlaghoz viszonyítva, közel 1,5-szeres csapadék hullott. A területi eloszlás változatos képet mutatott, a megszokottnál szárazabb és nedvesebb területek is adódtak. Országos átlagban, 1-2 nap kivételével, szinte minden nap hullott mérhető mennyiségű csapadék. 15 napon jelentkezett a normált felülmúló napi összeg, 5 napon pedig 5 mm-t meghaladó csapadék.

Országos átlagban 15 csapadékos nap volt, mely felülmúlta a 11 napos normált. Zivataros napból is átlag feletti értéket regisztráltunk. Öt nap adódott a sokévi 3-mal szemben.

A hónap legnagyobb csapadékösszege:

194,9 mm, Bánkút (Heves megye)

A hónap legkisebb csapadékösszege:

36,4 mm, Adony (Fejér megye)

24 óra alatt lehullott maximális csapadék:

84,9 mm, Katymár (Bács-Kiskun megye), május 6.

2013. tavasz időjárási adatainak összesítője

Állomás	Napsütés (óra)		Hőmérséklet (°C)						Csapadék (mm)			Szél Viharos napok
	Évszak összes	Eltérés	Évsz. Közép	Eltérés	Max.	Napja	Min.	Napja	Évsz. Össz.	Átlag %-ában	r ≥ 1 mm napok	
Szombathely	556,8	17,9	9,8	0,4	27,2	2013.04.30	-5,5	2013.03.28	192	131,2	28	11
Nagykanizsa	-	-	10,3	0,2	28,6	2013.05.01	-6,8	2013.03.28	211,4	123,3	26	7
Siófok	97,2	-487,9	11,1	0,4	29,3	2013.05.19	-6	2013.03.17	179,2	134,9	27	13
Pécs	592,6	22,1	10,8	0,1	28,5	2013.05.01	-6,4	2013.03.17	244,3	156,4	34	11
Budapest	618,3	68,6	11,1	0,2	29,6	2013.04.30	-7,1	2013.03.17	209,1	172,9	22	6
Miskolc	572,7	43,1	10,1	0,1	28,5	2013.04.30	-9,4	2013.03.24	297,8	217,8	37	6
Kékestető	482,4	-52,2	5,2	0,1	22,5	2013.05.01	-13,7	2013.03.24	366,7	171,5	38	17
Szolnok	602	24,9	11,1	0,2	29,5	2013.05.01	-12,3	2013.03.17	195,7	157,9	30	4
Szeged	614,3	58	11,6	0,6	31,6	2013.05.02	-9,2	2013.03.17	230,1	191,1	28	11
Nyíregyháza	-	-	10,8	0,4	31,7	2013.04.30	-9,7	2013.03.24	181	149,3	34	14
Budapest	615,3	39,7	11	0,5	29,9	2013.04.30	-12,7	2013.03.17	256,5	190,5	33	6
Békéscsaba	109,2	-455,4	11,4	0,6	30,6	2013.04.30	-8,7	2013.03.17	228	167,1	32	4



A 2013. évi Meteorológiai Világnap kitüntetettjei

Völgyi Ernő (Máza), Pieczka Ildikó (*Dévényi Dezső Numerikus Prognosztikai Emlékérem*), Kasza Imréné (Tiszaroff), Bognár Lászlóné (Káld), Kostyó István (Martfű), özv. Bartók Béláné (Füzérkomlós), Práger Tamás (*Schenzl Guidó díj*), Anda Angéla (*Schenzl Guidó díj*), Dunkel Zoltán (OMSZ elnök), Radics Kornélia (*Pro Meteorologia Emlékplakett*), Fazekas Sándor (VM miniszter), Illés Zoltán (VM környezetügyi államtitkár), Löwinger Endre (*Pro Meteorológia Emlékplakett*), Nagy István (Sopronhorpács), Tölgyesiné Puskás Márta (*Miniszteri elismerő oklevél*), Puskás János (*Pro Meteorológia Emlékplakett*), Tóth Zoltán (Királyegyháza), Lábó Eszter (*Szakirodalmi Nívódíj*), Klaibán Sándor (*Pro Meteorológia Emlékplakett*), Kalmár Pál (Jászapati)



*Anda Angéla a Pannon Egyetem professzora
átveszi a Schenzl Guido díjat*



*Lábó Eszter osztályvezető
a Szakirodalmi Nívódíjjal*

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, könyvismertetőt 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 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 fogadunk PDF-fájlt is, de csak PDF-fájllal nem foglalkozunk.

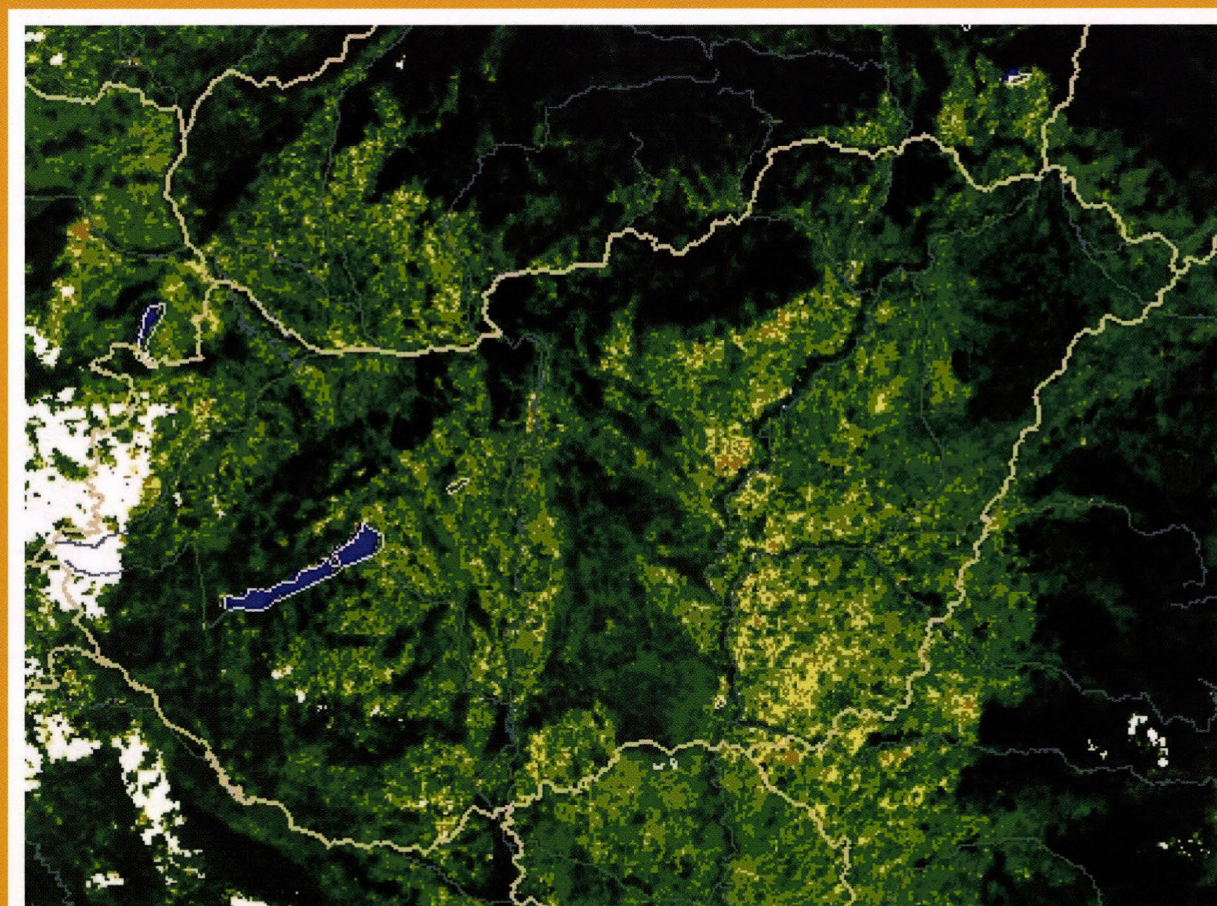
A közlésre szánt szöveg tartalmazza a magyar és angol címet, a szerző nevét, munkahelyét, levelezési és villanypostacímét. A *Tanulmányok* rovatba szánt szakmai cikkhez kérünk irodalomjegyzéket csatolni. Az irodalomjegyzékben csak a szövegben szereplő hivatkozás legyen. Az egyéb közlemények, szakmai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



L É G K Ö R

58. évfolyam

2013. 3. szám



KATKÓ BERTALAN

1932 – 2013

Kerekes András

MH GEOSZ, kerekesa58@gmail.com



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

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

Kedves emlékét szeretettel megőrizzük. Katkó Bertalan, nyugodjál békében!

SZERZŐINK FIGYELMÉBE

A LÉGKÖR célja a meteorológia tárgykörébe tartozó kutatási eredmények, szakmai beszámolók, időjárási események leírásának 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 fogadjuk 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 fogadjunk PDF-fájlt is, de csak PDF-fájllal nem foglalkozunk.

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

Felelős szerkesztő:

Dunkel Zoltán

a szerkesztőbizottság elnöke

Szerkesztőbizottság:

Bartholy Judit

Bihari Zita

Haszpra László

Hunkár Márta

Sáhó Ágnes technikai szerkesztő

Somfalvi-Tóth Katalin kislexikon

Szudár Béla

Térey János olvasószerkesztő

Tóth Róbert főszerkesztő-helyettes

ISSN 0 133-3666

A kiadásért felel:

Dr. Radics Kornélia

az OMSZ elnöke

Készült:

HM Zrínyi Térképészeti Kft.

nyomdájában

800 példányban

Megjelent: 2014. május

Felelős vezető:

Dr. Bozsonyi Károly

igazgató

Évi előfizetési díja 1760 Ft

Megrendelhető az OMSZ

Pénzügyi és Számviteli Osztályán

1525 Budapest Pf. 38.

E-mail: legkor@met.hu

AZ ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT ÉS A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG SZAKMAI TÁJÉKOZTATÓJA

TARTALOM

CÍMLAPON

Vegetációs index kép, OMSZ Műholdas Kutató Laboratórium

Kerekes András: **Megemlékezés Katkó Bertalanról**90

Szerzőink figyelmébe90

TANULMÁNYOK

Mészáros Ernő: **Az éghajlatkutatás kezdetei Magyarországon.**

A nagy előd: Berde Áron92

Hunkár Márta, Vincze Enikő és Németh Ákos: **A tavaszi felmelegedés néhány
vadnövény fenológiai reagálásában**98

Ács Ferenc, Breuer Hajnalka, Skarbit Nóra és Krakker Dávid: **Magyarország
éghajlata a XX. században különböző éghajlat-osztályozási módszerek alapján**106

Gerhátné Kerényi Judit és Gróbné Szenyán Ildikó: **2012. év száraz időszakának
vizsgálata műholdas adatok alapján**111

Hágen András: **A pestisjárvány és az éghajlatváltozás a XIV. században**115

Varga György: **A Kárpát-medence légköri ásványi porkoncentrációjának
alakulása a pleisztocén során**119

KÖZLEMÉNYEK

Somfalvi-Tóth Katalin: **Kislexikon**124

Roszik Róbert és Kiss Márton: **Zivataros július Sopronban és környékén**125

KRÓNIKA

Vincze Enikő: **2013 nyarának időjárása**129

A norvégok megbecsülik meteorológusaikat131

LIST OF CONTENTS

COVER PAGE

Vegetation index map, 1 September 2013 by OMSZ Satellite Research Laboratory

András Kerekes: **Memory of Bertalan Katkó**90

Instructions to authors of LÉGKÖR90

STUDIES

Ernő Mészáros: **Beginning of Climate Research in Hungary.**

The Great Pioneer: Áron Berde92

Márta Hunkár, Enikő Vincze and Ákos Németh: **Spring Warming in Response of
Some Wild Plant Phenology**98

Ferenc Ács, Hajnalka Breuer, Nóra Skarbit and Dávid Krakker: **Climate of Hungary
in the 20th Century according to Different Climate Classification Methods**106

Judit Gerhátné Kerényi and Ildikó Gróbné Szenyán: **Examination of Dry Period of
2012 using Satellite Pictures**111

András Hágen: **The Plague and the Climate Change in the 14th Century**115

György Varga: **Pleistocene Variations of the Aeolian Dust Concentration in the
Carpathian Basin**119

COMMUNICATIONS

Katalin Somfalvi-Tóth: **Pocket Encyclopaedia**124

Róbert and Márton Kiss: **Stormy July in Sopron and Its Neighbourhood**125

CHRONICLE

Enikő Vincze: **Weather of Summer 2013**129

Norwegians Respect Their Meteorologists131

AZ ÉGHAJLATKUTATÁS KEZDETEI MAGYARORSZÁGON. A NAGY ELŐD: BERDE ÁRON

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

Mészáros Ernő

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

„Általános kivált mezeigazdánk részéről azon panasz, hogy különböző években mind a hónapok mind pedig az évek hőmértékei közt honunkban oly nagy ingadozás uralkodik, hogy a' különböző években termelt borok erejéről ítélve, azt kellene hinnünk, hogy a' természet néha gondatlanul megfélemledik önmagáról, 's szeszélyt űzve saját szülőtteivel, most kedvezőbb égaljú vidékre édesgeti; majd büntető indulatait éreztendő kevésbé szerencsés vidékek sanyarúbb égaljába taszítja.”

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Berde a vízféle tünetekkel kapcsolatban két olyan kérdést is felvet, amelyek a XX. században kerülnek az érdeklődés középpontjába. Az egyik a mesterséges esőkeltetés, a másik a városok, ipartelek hatása a csapadékképződésre. „A felhágó légfolyam² hatásához számítandó még egy tünet, mely napjainkban nagy figyelmet keltet némely természetvizsgálókban, 's mely minthogy tetszés szerint előállítható, a' gyakorlati életnek előre kiszámíthatatlan hasznokat ígér. És ez abban áll, hogy nagy szárazság idejében mesterséges esőt csinálnak, minek segéd eszköze, nagy tüzek rakása.” Ezzel kapcsolatban persze nem tudományos bizonyítékokra, hanem „a' miveletlen amerikai népekre” hivatkozik, akik, pl. Paraguayban „... nagy tüzeket gyűjtanak midőn gabonáikat szárazság fenyegeti, mi által dörgés teljes zivatart létesítenek...”. Másrészt, mondja: „... különböző szemtanúk erősítik, miképp Manchester égálja fokként érezhető módosulásokat szenvedett, mint a' gyári ipar fejlődésében növekedett”. Ez utóbbi jelenséget a XX. században amerikai városokban végrehajtott tudományos programok is megerősítették.

A csapadékkeltetés feltételeiről nagyon kevés szó esik. Amiről olvashatunk, az viszont homályos, ami összefügg a szelek létrejöttének nem kielégítő ismeretével. Berde szerint a csapadék oka az, hogy a „szelek egymást elnyomják” (a pontos magyarázatot nem találjuk a szövegben). Két esetet különböztet meg. Az egyik a következő: „Ha az északi légfolyam nyomja el a' délit, a fellegképződés nyugoti széllel áll elő; a legtöbb zivatark, darázások, a' dühöngő hóföregetek ide tartoznak. Ezek az oly erős idők, melyek a levegőt meghűtik, 's melyek Ausztriából jönnek Magyarországra...³. Azonban ezen erős⁴ idők nem olyan rosszak, mint látszanak; mert ezekkel rossz idő után jó következik, még pedig az átmenet itt sebesen történik...”. A mai olvasónak kétsége sincs afelől, hogy ez tulajdonképpen egy hidegfront leírása. „Csupán” az kell, hogy a „nyomja el” állítmányt a „kiszorítja és megemeli” kifejezéssel helyettesítsük. A másik eset: „Egészen különböző esőzések jönnek létre, ha a' déli légfolyam nyomja el az északit; ezek délkeleti és déli szeleknél köszöntenek bé, még pedig elébb fenn a' magasban mutatják magukat, 's úgy szálnak alá”. Ha elfogadjuk az előző gondolatmenetet, akkor ez egy melegfront (?).

Berde néhány adatot közöl a Buda, Kolozsvár és Királyfejlérvár állomásokról mért csapadékmennyiségekről. Az értékek áttekintése nagyon nehéz, mivel Buda esetében hüvelyekben és vonalban, az erdélyi állomásokon „köb-hüvelyk” per „négysegzláb” (négyzet-láb) egy-

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

Égháború viszonyok. „Az ezen osztályba tartozó tünetek a légköri műfolyamatoknak legrettentőbbjei és legmeghatóbbjai közé tartoznak...”⁵ Nincs kizárva, írja Berde: „... hogy ez lopta az első tüzet a' földnek”, pontosabban az embernek. Az égháború „... oly csodálatos gyermeke a' természetnek, melynek szülője víz maga pedig tűz...”. A légtünetek eredetét akkor magyarázhatjuk meg: „... ha az égháború és eső azon egy értékét elismerjük, 's mindkettőnek okát a gőzsűrűsödésben keressük”. Végül: „... a gőzsűrűsödésnek nagyon hirtelen kell megtörténnie, hogy égháború jöjjön létre”. Vagyis a „... ritka égháborúk a felhágó légfolyamnak szüleményei”.

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

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

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

² Felhágó légfolyam: feláramlás.

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

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

⁵ Műfolyamatok, értsd folyamatok.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

⁷ Létműves: élő; létműtlen: élettelen.

⁸ A melegsugárzást ma kisugárzásnak mondanánk.

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

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

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

Végül Berde a betegségek és az égalji állapot összefü-gésével is foglalkozik, különös tekintettel a váltólázra. Egyebek között arra a következtetésre jut, „... hogy a' váltóláz okait ne a' posványok kigőzölgésében, hanem inkább a' nem egyforma hőmértékingadozásokban keres-sük.” Sőt „Az időjárás, a' fejünk felett emömlő légten-gerben mutatkozó tünemények igen nagy befolyást gya-korolnak még a' szellemi életre is. Ha az eget hetekig borítja fellegtakaró, végre mi magunk is borultak le-szünk, 's ha fen kiderül az ég, vele mi magunk is felderü-lünk”.

A Nagy Előd így azt sugallja, hogy étkezésünk, nemi éle-tünk, testi és szellemi állapotunk mind az égaljtól, a lég-körtől függenek. A könyv olvasójában önkéntelenül is felmerül a kérdés: lehet, hogy a meteorológia a legfonto-sabb tudomány?

Záró megjegyzések. Talán e rövid ismertetéssel is sike-rült érzékeltetnünk, hogy Berde Áron kora egyik legna-gyobb magyar tudósa, az utána következő meteoroló-gus/klimatológus nemzedékek előfutára volt. Merem re-mélni, hogy cikkem elolvasása egyeseket arra serkent, hogy a könyvbe belenézzenek.¹⁰ Olvasása valóban szel-lemi élvezetet nyújt, és tudományunk kialakulásának megértéséhez számos fontos adalékkal járul hozzá. Köz-vetve azt is bizonyítja, hogy a lég-tüneménytan, a légkör-tan az elmúlt százötven évben mekkorát fejlődött. Kép-zeljük el, hogy amikor a könyv íródott, az elméleti (di-namikus) meteorológia teljesen ismeretlen volt. Mint minden új dolog esetén, valószínű, hogy Berde Áronnak sok nehézséget kellett legyőznie ahhoz, hogy könyve el-készüljön és megjelenhessen. De, mint mondja: „... az akadályok remélhető fontos eredményü dolgoknál a' cse-lekvőségnek oltószerei nem lehetnek...”. Gondolata a mai utódok számára is példaértékű.

Irodalom

- Bacsó N. (1959): Magyarország éghajlata. Akadémiai Kiadó, Bu-dapest.
Bacsó N., Kakas J. és Takács L. (1953): Magyarország éghajlata. Országos Meteorológiai Intézet, Budapest.
Berde Á. (1847): Lég-tüneménytan s a két Magyarhon égaljviszo-nyai 's ezek befolyása a növényekre és állatokra. II. kötet. özv. Barráné és Stein, Kolozsvár.
Mészáros E. (2013): Meteorológia a XIX. század közepén. A nagy előd: Berde Áron. Benyújtva a Magyar Tudomány c. fo-lyóirathoz.
Péczely Gy. (1979): Éghajlattan. Tankönyvkiadó, Budapest.
Réthly A. (1937): Magyarország éghajlata. Magyar Királyi Orszá-gos Meteorológiai és Földmágnassági Intézet, Budapest.
Róna Zs. (1909): Éghajlat. II. Rész: Magyarország éghajlata. Kirá-lyi Magyar Természettudományi Társulat, Budapest.
Zaicz G. (2006): Etimológiai szótár. Magyar szavak és toldalékok eredete. Tinta Könyvkiadó, Budapest

⁹ Salétromsavanyos ammóniák: ammónium-nitrát.

¹⁰ A könyv digitális formában az Országos Meteorológiai Szolgálat Könyvtárában és a Széchenyi Könyvtárban is megtalálható. Itt mon-dok köszönetet Puskás Mártának (OMSz), aki a könyvet digitalizálta és rendelkezésemre bocsátotta.

A TAVASZI FELMELEGEDÉS NÉHÁNY VADNÖVÉNY FENOLÓGIAI REAGÁLÁSÁBAN

SPRING WARMING IN RESPONSE OF SOME WILD PLANT PHENOLOGY

Hunkár Márta¹, Vincze Enikő², Németh Ákos²

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

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

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

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

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

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

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

1. táblázat: A megfigyelt vadon termő növények

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

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

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

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

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

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

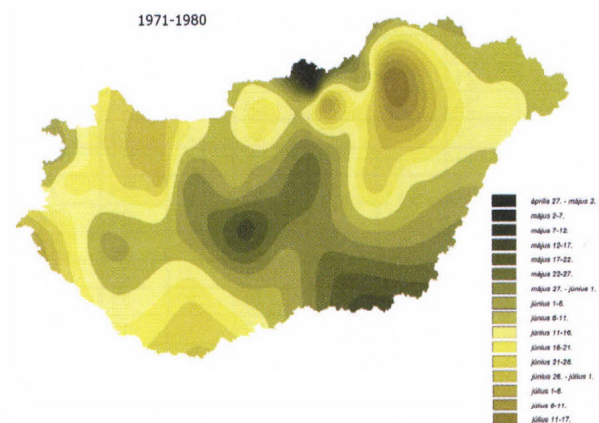
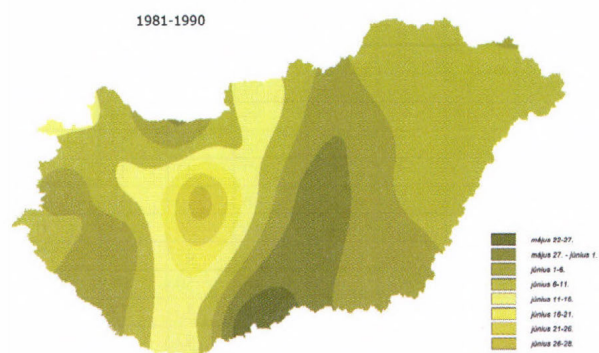
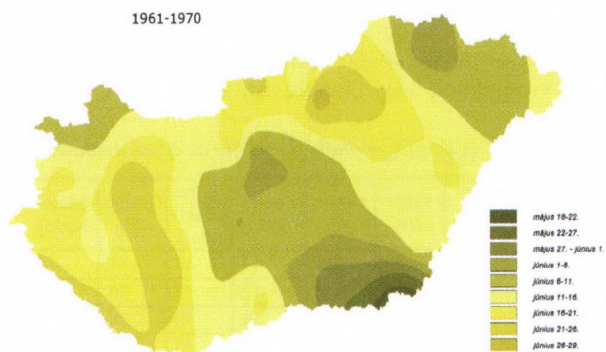
nem távolítottuk el, hanem az eredeti feljegyzések alapján visszakerestük az adat érvényességét, mivel az észlelők a fenológiai jelentőlapokon rendszeresen megjegyzésekkel látták el a megfigyeléseiket, különösen akkor, ha egy fenofázis a szokásosnál jóval hamarabb vagy később következett be. A kiugró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

2. táblázat: A megfigyelőhelyek száma az egyes években

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

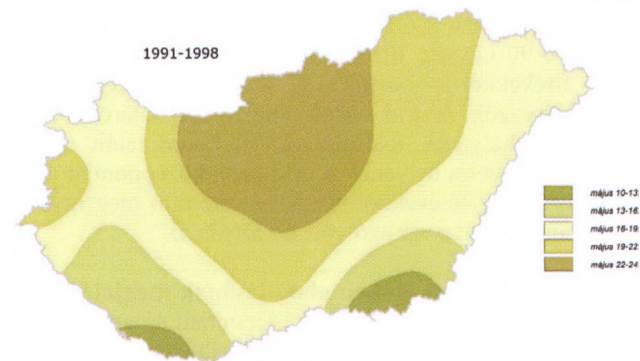
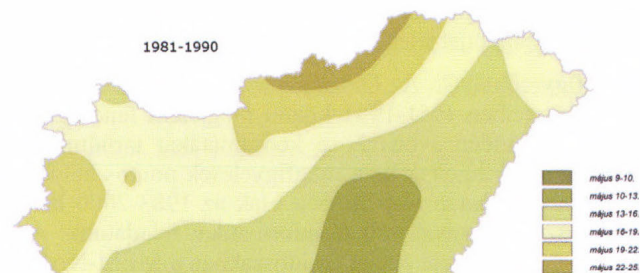
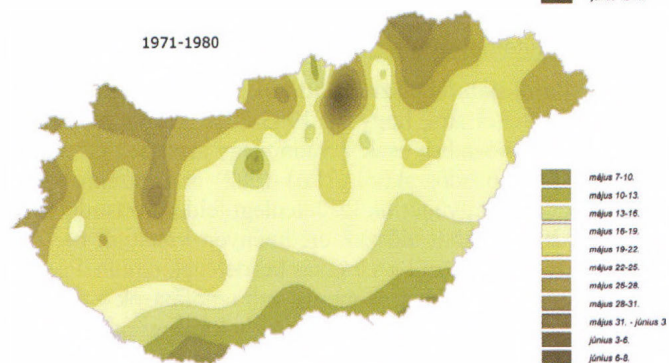
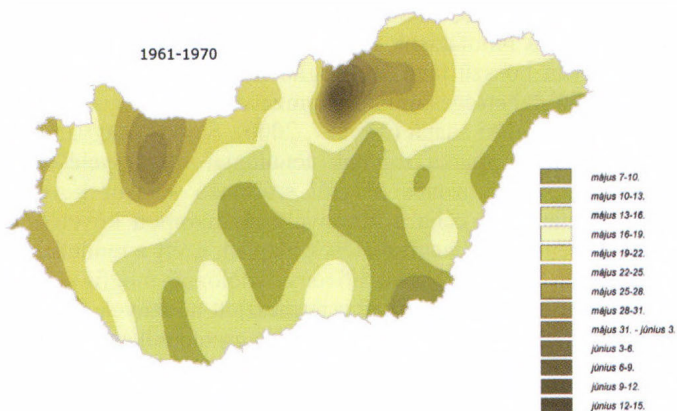
hosszú sorok megléte; ugyanakkor a hazai fenológia számára a mérőhálózatok periodikus újrászervezése és szét-hullása miatt éppen ennek a sokéves adatbázisnak a hiánya a legnagyobb probléma. A rendelkezésre álló adatok felhasználásának érdekében tehát más módszerhez folyamodtunk. Az évente változó számú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

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



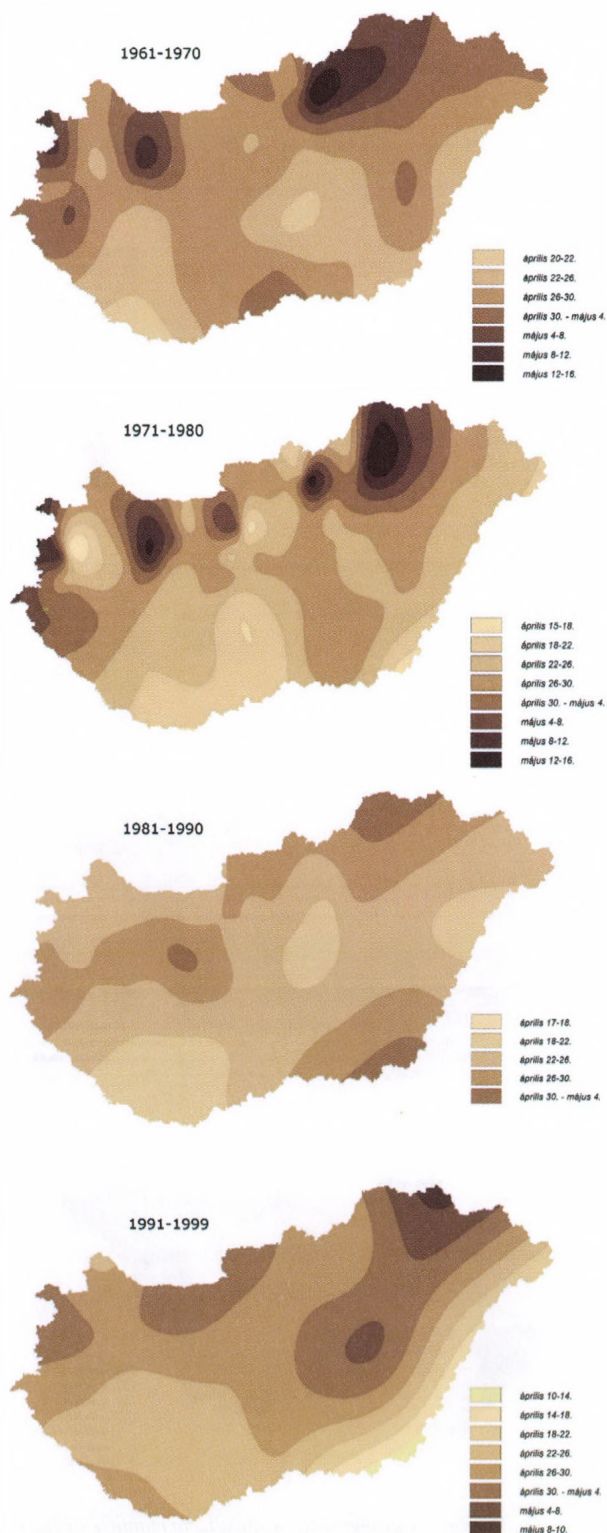
1. ábra: A kislevelű hárs (*Tilia cordata*) virágzás kezdete fenofázisának tízéves átlagtérképei 1961-1998 között

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



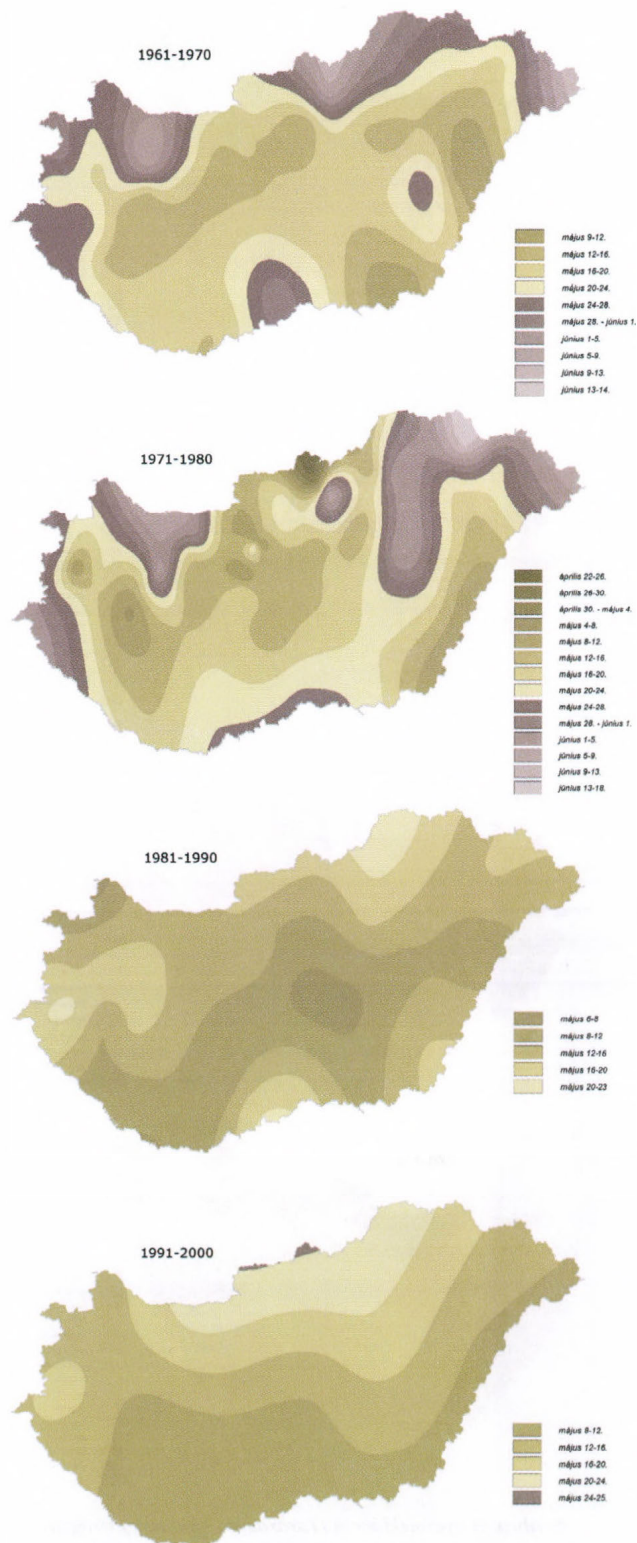
2. ábra: A fehér akác (*Robinia pseudoacacia*) virágzás kezdete fenofázisának tízéves átlagtérképei 1961-1998 között

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



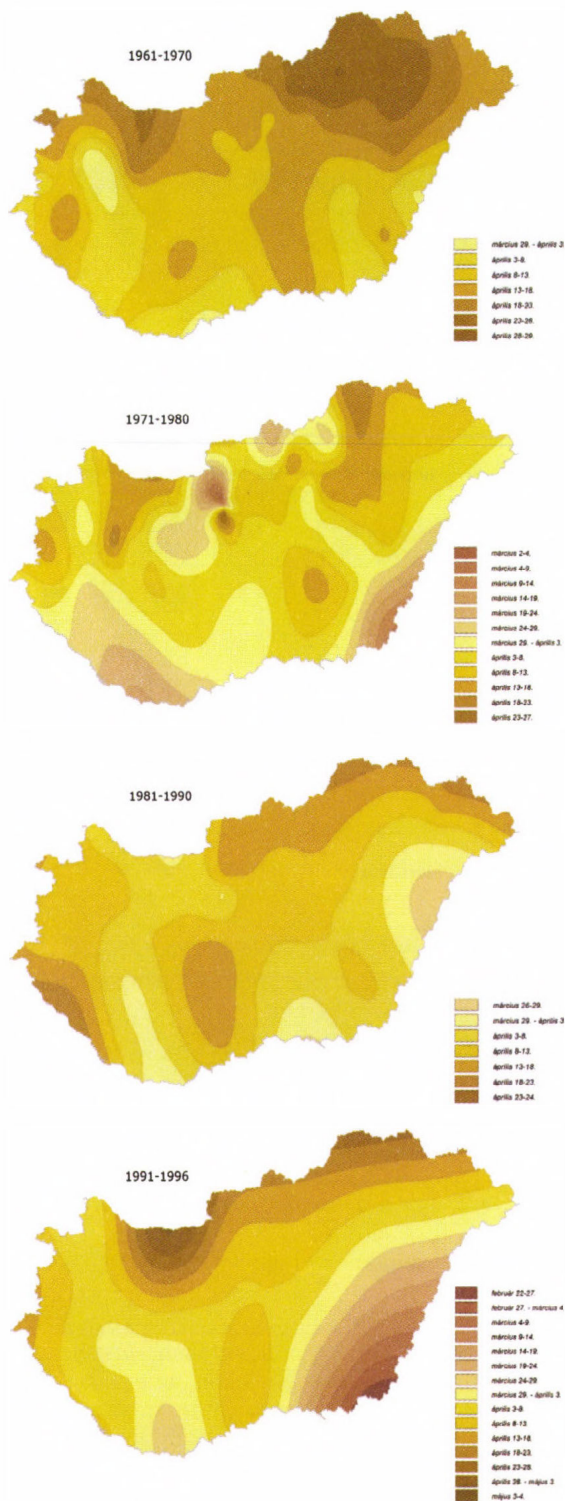
3. ábra: Az orgona (*Syringa vulgaris*) virágzás kezdete fenofázisának tízéves átlagtérképei 1961-1999 között

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



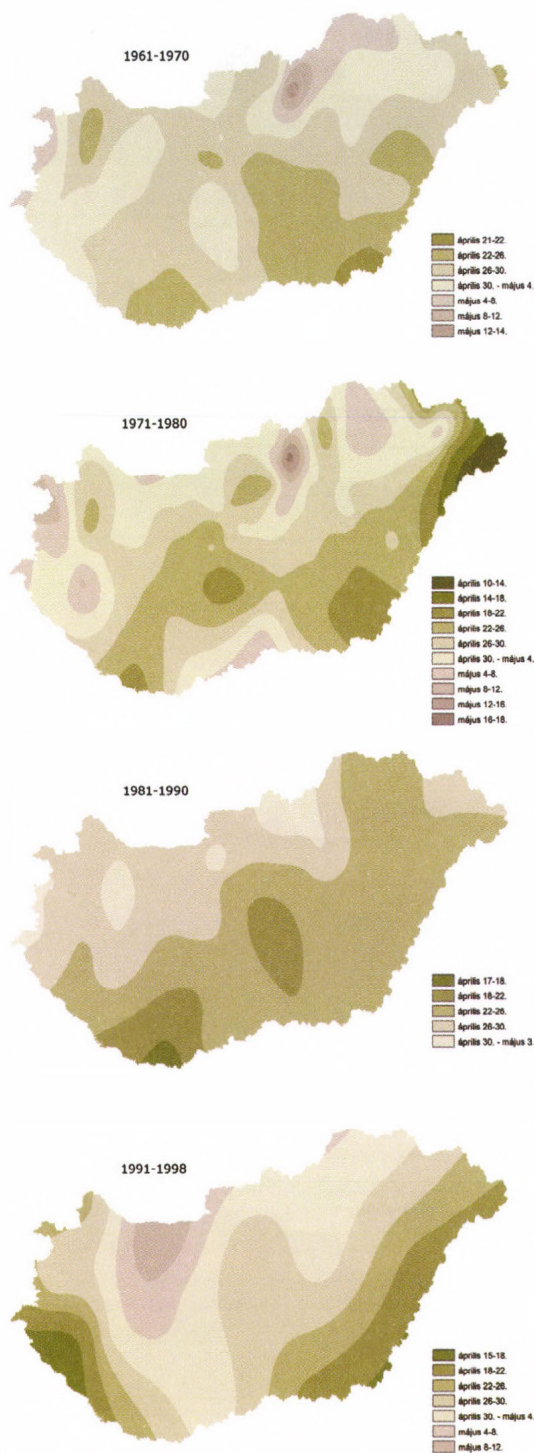
4. ábra: A fekete bodza (*Sambucus nigra*) virágzás kezdete fenofázisának tízéves átlagtérképei 1961-2000 között

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



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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

egységesen korábbi időpontok mutatkoznak mind a négy időszakban.

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

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

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

Orgona (*Syringa vulgaris*); 3. ábra

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

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

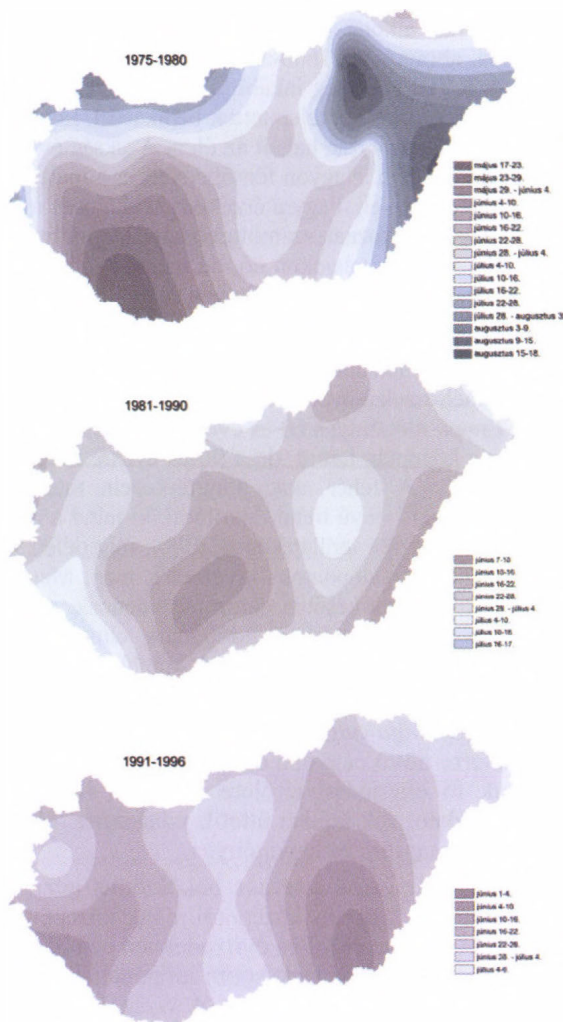
Fekete bodza (*Sambucus nigra*); 4. ábra

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

Gyermekláncfű (*Taraxacum officinale*); 5. ábra

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

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



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

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

Gyöngyvirág (*Convallaria majalis*); 6. ábra

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

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

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

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

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

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

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

Irodalom

- Dunay S., 1984: Növényfenológiai megfigyelések Magyarországon. *Léggör* 29, 2-9.
- Hunkár M., Vincze E., Szenyán I., Dunkel Z., 2012: Application of phenological observations in agrometeorological models and climate change research. *Időjárás*. 116. 195-209
- Menzel, A., 2000: Trends in phenological phases in Europe between 1951-1996. *Int. J. of Biometeorology*. 44. 76-81.
- More, D., Fitter, A.: Fák. Fürkész Könyvek. Gondolat Kiadó, Budapest, 1986. p. 210
- Post E., Stenseth NC, 1999: Climatic variability, plant phenology, and northern ungulates. *Ecology* 80:1322-1339
- Varga Z., Varga-Haszonits Z., Enzsölné Gerencsér E. és Milics G., 2009: A kislevelű hárs (*Tilia cordata* L.) fejlődésének bioklimatológiai elemzése. *Acta Agronomica Óváriensis*. 51 (2), 21-38.

Varga Z., Varga-Haszonits Z., Enzsölné Gerencsér E., Lantos Zs. és Milics G., 2009: A fekete bodza (*Sambucus nigra* L.) fejlődésének bioklimatológiai elemzése. *Kertgazdaság*. 41 (4), 66-79.

Varga Z., Varga-Haszonits Z., Enzsölné Gerencsér E., Lantos Zs. és Milics G., 2012: A fehér akác (*Robinia pseudoacacia* L.) fejlődésének bioklimatológiai elemzése. *Acta Agronomica Óváriensis*. 54 (1). 35-52.

Varga Z., Varga-Haszonits Z., Enzsölné Gerencsér E., Lantos Zs. és Milics G., 2010: A májusi orgona (*Syringa vulgaris* L.) fejlődésének fenológiai és bioklimatológiai elemzése. „Klima-21” Füzetek. 60. 22-35.

Walkovszky, A., 1998: Changes in phenology of the locust tree (*Robinia pseudoacacia* L.) in Hungary. *International Journal of Biometeorology*, (41): 155-160.

KISLEXIKON

POCKET ENCYCLOPAEDIA

folytatás a 124. oldalról

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Ács Ferenc¹, Breuer Hajnalka¹, Skarbit Nóra¹ és Krakker Dávid

¹ELTE, Földrajz- és Földtudományi Intézet, Meteorológiai Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A

E-mail: acs@caesar.elte.hu, breuer.hajni@gmail.com

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

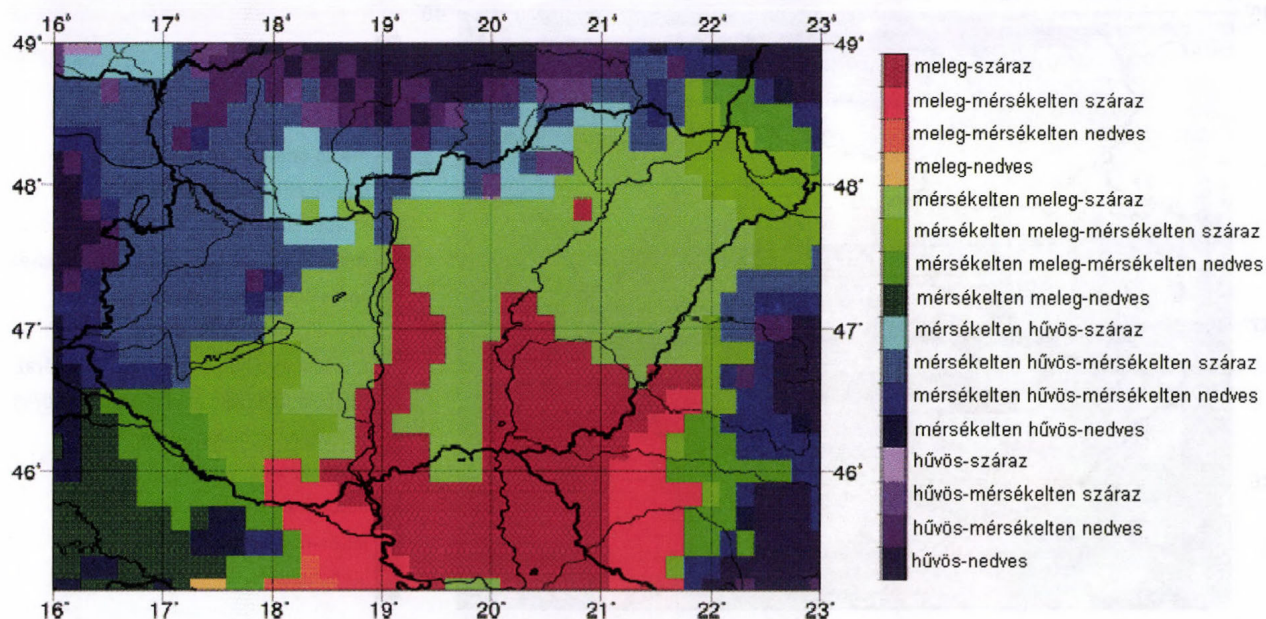
4. táblázat: A Péczely (1979) féle hőmérsékleti kategóriák

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

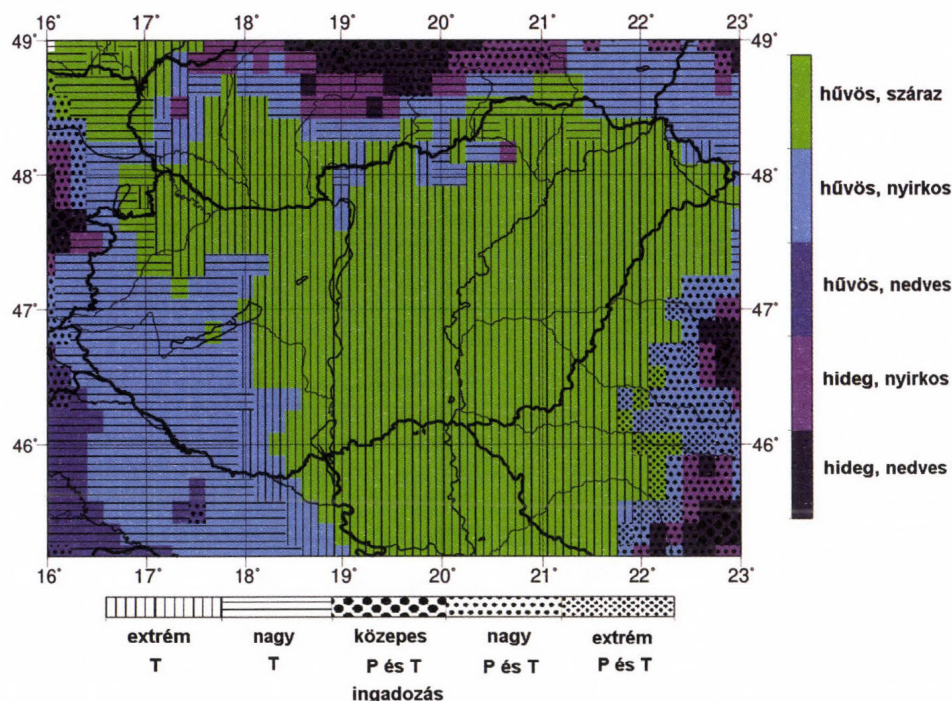
49° északi szélességi körök által lefedett tartomány. E tartomány összesen 1032 rácpontot tartalmaz. A száz éves idősor (1901–2000) hőmérséklet és csapadék értékeiből harminc éves átlagokat képeztünk, így összesen 71 db. harminc éves P , T átlagokat tartalmazó mezőt kaptunk.

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

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



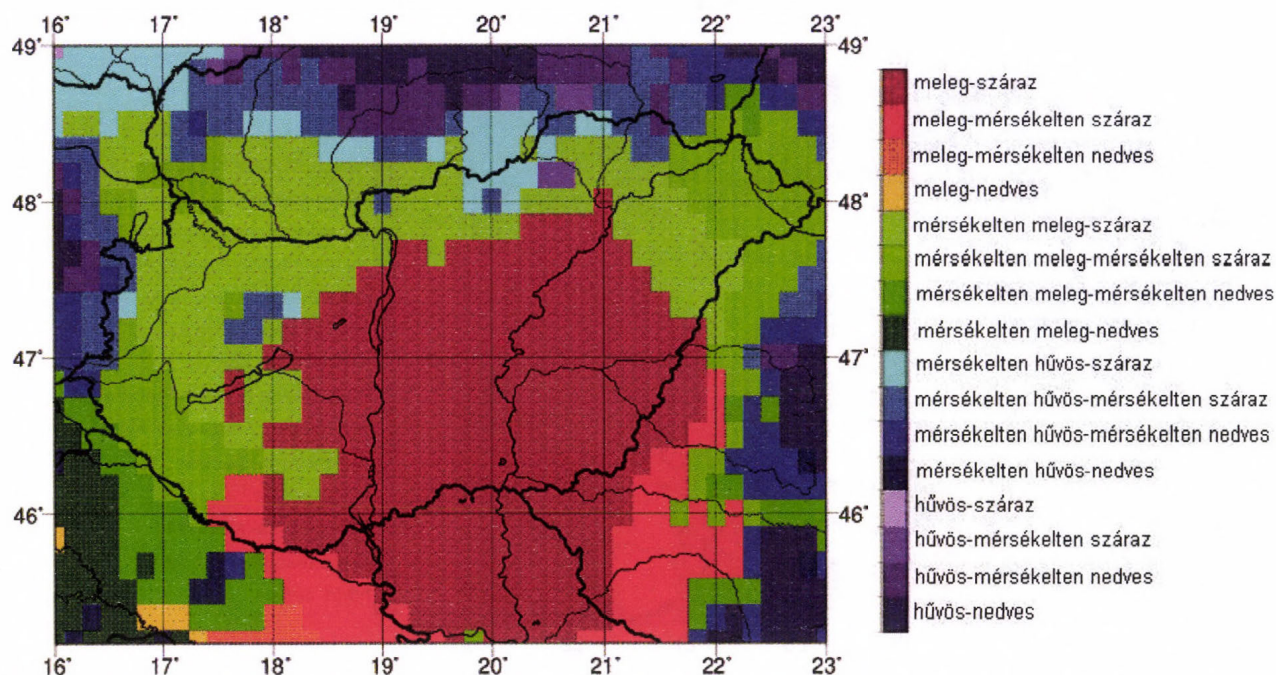
1. ábra: Magyarország éghajlata Péczely alapján az 1901–1930 közötti időszak átlagos évére vonatkozóan



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

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

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



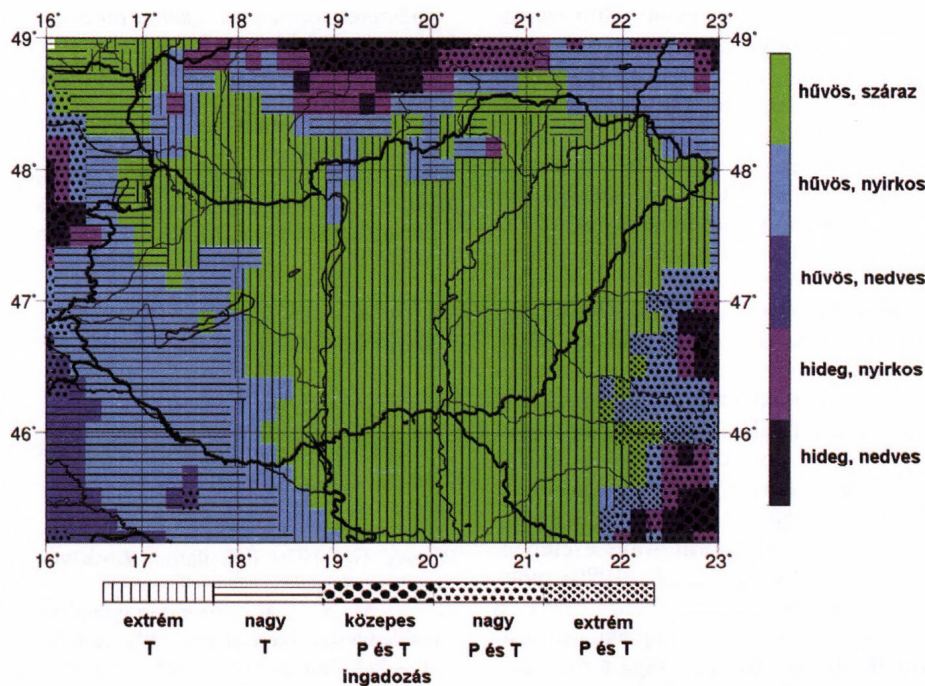
3. ábra: Magyarország éghajlata Péczeley alapján az 1971–2000 közötti időszak átlagos évére vonatkozóan

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Irodalomjegyzék.

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

2012. ÉV SZÁRAZ IDŐSZAKÁNAK VIZSGÁLATA MŰHOLDAS ADATOK ALAPJÁN

EXAMINATION OF DRY PERIOD OF 2012 USING SATELLITE PICTURES

Gerhátné Kerényi Judit, Gróbné Szenyán Ildikó

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

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

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

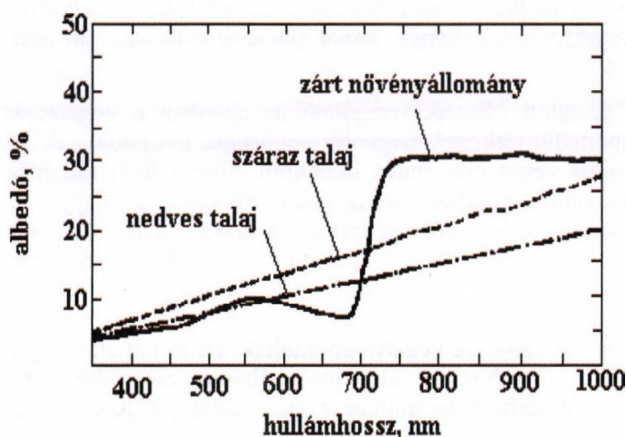
Bevezetés: A műholdak megjelenésével új lehetőség nyílt a felszíni vizsgálatok területén. A meteorológiai műholdak előnye, hogy időben folyamatos, homogén megfigyelési adatokat szolgáltatnak nagy területről. Tekintettel arra, hogy a növényzetről kapott bármilyen információ területileg változó, a pontszerű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

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

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

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

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



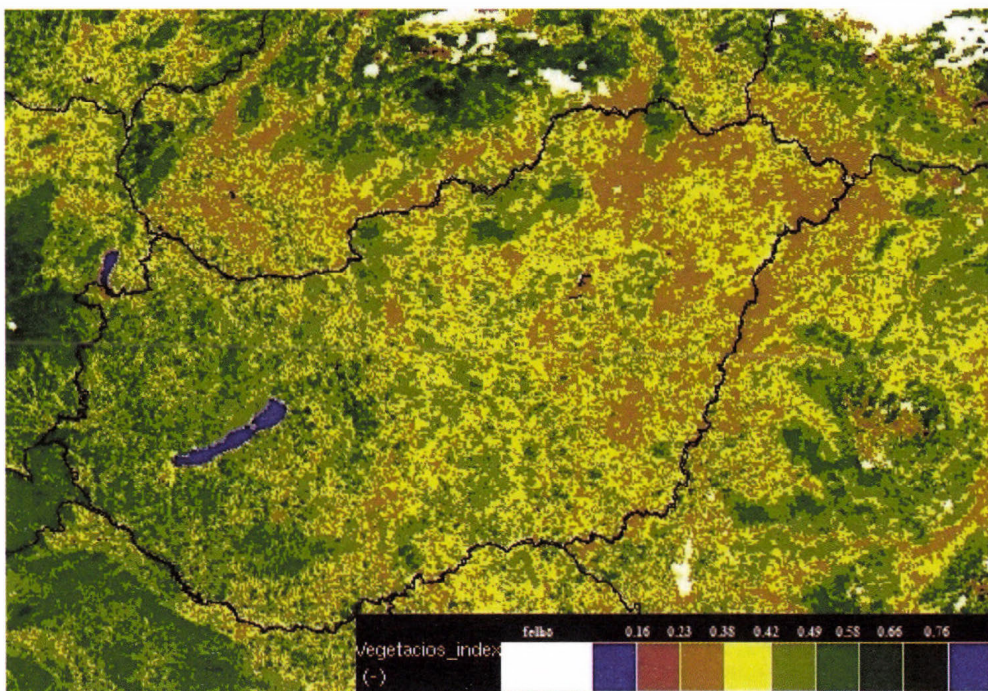
1. ábra: A zárt növényállomány, a száraz és a nedves talaj sugárzás visszaverése

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

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

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

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



2. ábra: 10 napos vegetációs index térkép Magyarország területére

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

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

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

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

A vegetációs érték számítása előtt a következő feladatokat kell megoldani:

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

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

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

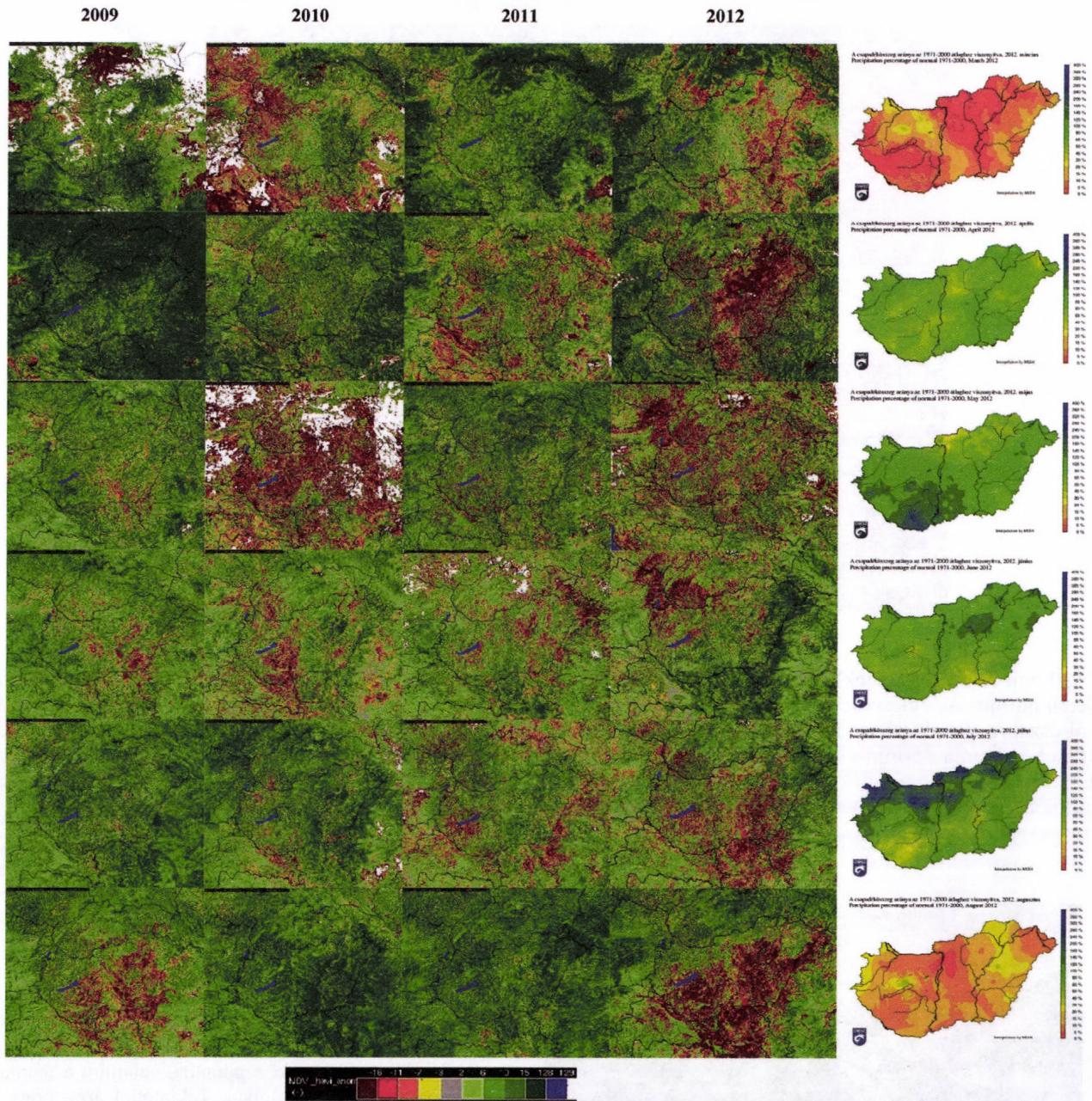
Egy adott időszak vizsgálatához azonban a vegetációs anomália-térképek nagyobb segítséget nyújtanak. A 10 napos vegetációs index képekből először havi térképek készíthetők, majd az így elkészült havi térképek alapján az elmúlt 10 éves adatsor felhasználásával határozzuk meg ezeket az anomália-térképeket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

2012 év időjárásának hatása a vegetációs index mezőre.

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

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

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



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

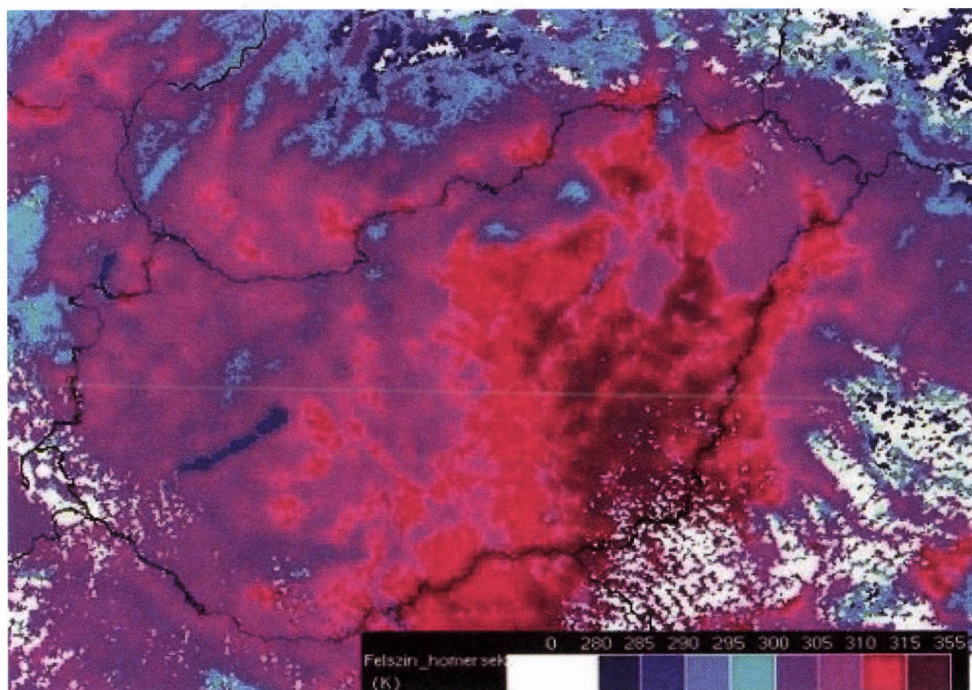
A hónap második felében több nap a 2 méteren mért levegő hőmérséklet napi maximuma 24 fokot is elérte. A műhold által mért talajfelszín hőmérséklet több napig 34 fok körüli értékeket (4. ábra) mutatott. E szélsőséges száraz idő a növényzet fejlődésében jelentősen megmutatkozott. E meleg, napos időszak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

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

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

enyhébb intenzitású.

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



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

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

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

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



5. ábra: 2012 augusztusában készült kép a kukorica állapotáról

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

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

A PESTISJÁRVÁNY ÉS AZ ÉGHAJLATVÁLTOZÁS A XIV. SZÁZADBAN

THE PLAGUE AND THE CLIMATE CHANGE IN THE 14TH CENTURY

Hágen András

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

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

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

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

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

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

Ez a folyamat egészen 1315-ig tartott, amikor is egy hét-éves inséges periódus köszöntött Európa lakosaira. Az éhínség különösen a Brit-szigetek, Oroszország, Skandinávia és a Földközi-tenger lakosait tizedelte meg. E népességsökkenés egyik oka a klímamoptimum idején fel-

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

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

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

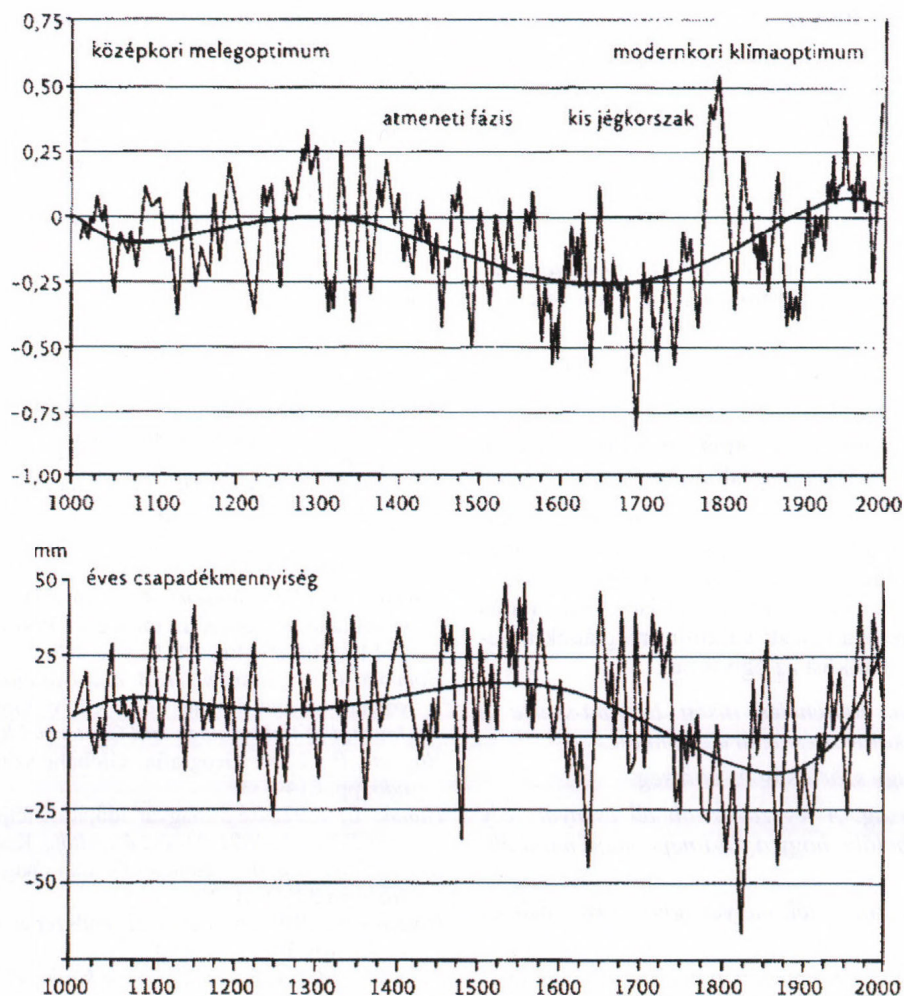
kén-dioxid, hidrogén-klorid és hidrogén-fluorid elegyből állnak. Ezek közül a kén-dioxid kémiaiilag a legaktívabb és egyben ezáltal a legpusztítóbb is. A robbanásos vulkánkitörés során a vulkáni gázok az atmoszférába jutnak, ahol a troposzféraiban reakcióba lépnek a vízgőzzel és kénsav-aeroszol jön létre.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

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

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

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

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



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

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

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

tanulmányait nyújtották az alapot.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

„1353. Európa. Nagy szárazság és éhínség.”

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

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

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

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

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

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

Irodalom

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

A KÁRPÁT-MEDENCE LÉGKÖRI ÁSVÁNYI PORKONCENTRÁCIÓJÁNAK ALAKULÁSA A PLEISZTOCÉN SORÁN

PLEISTOCENE VARIATIONS OF THE AEOLIAN DUST CONCENTRATION IN THE CARPATHIAN BASIN

Varga György

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

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

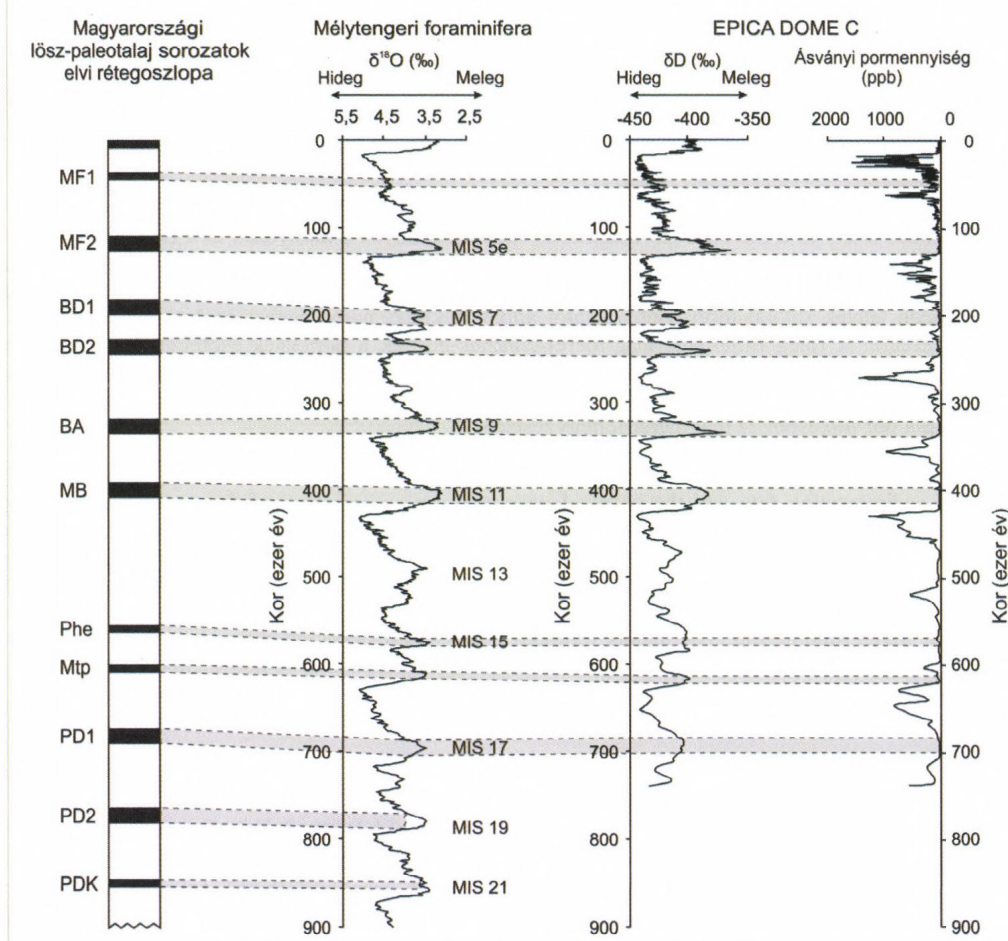
Abstract. The loess-palaeosol sequences are widely considered as the most important terrestrial archive of Pleistocene climate changes. The sedimentation rate and the physical properties (e.g. grain-size) of these aeolian dust deposits response sensitive to the environmental and climatic fluctuations.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

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

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

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

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



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

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

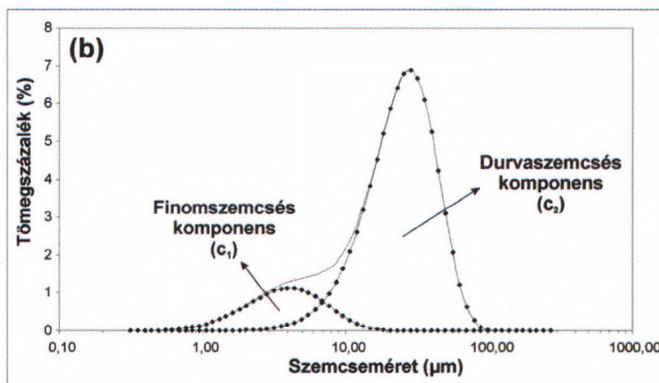
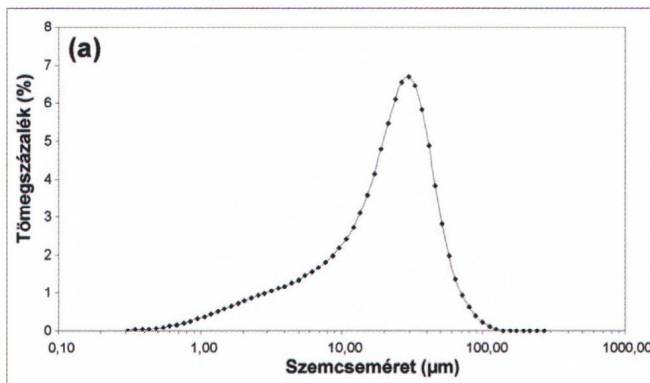
medence lösz-paleotalaj sorozatának mélytengeri mészvázások és antarktiszi jégmagok izotópgörbéivel való korrelációja lehetőséget teremt a bizonytalan abszolút koradatok mellett is a korrekt datálásra (Gábris 2007). A párhuzamosítás révén képet szerezhethetünk a hullóporos szedimentáció folyamatáról.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

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

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

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

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



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

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

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

$$\text{Szemcseeloszlás} = W_1 + W_2 = c_1 \times \left(\frac{a_1}{b_1^{a_1}} \right) \times x^{a_1-1} \times e^{-\left(\frac{x}{b_1} \right)^{a_1}} + c_2 \times \left(\frac{a_2}{b_2^{a_2}} \right) \times x^{a_2-1} \times e^{-\left(\frac{x}{b_2} \right)^{a_2}},$$

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

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

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

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

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

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

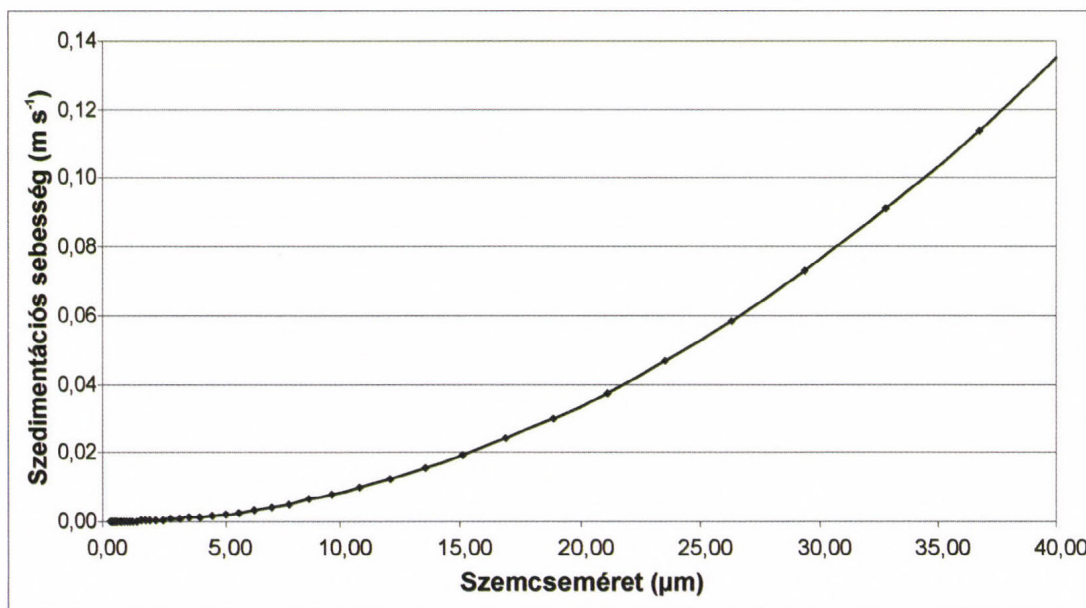
ahol d a szemcseméret, x_i a populáció i -edik mérettartománya, m_i az i -edik mérettartományba eső szemcsék tömegszázaléka. A szedimentációs sebesség meghatározásánál alkalmazott egyszerűsítések (gömbalak, kvarc-szemcsék) a végső eredményt nem befolyásolják döntően.

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

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

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

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



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

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

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

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

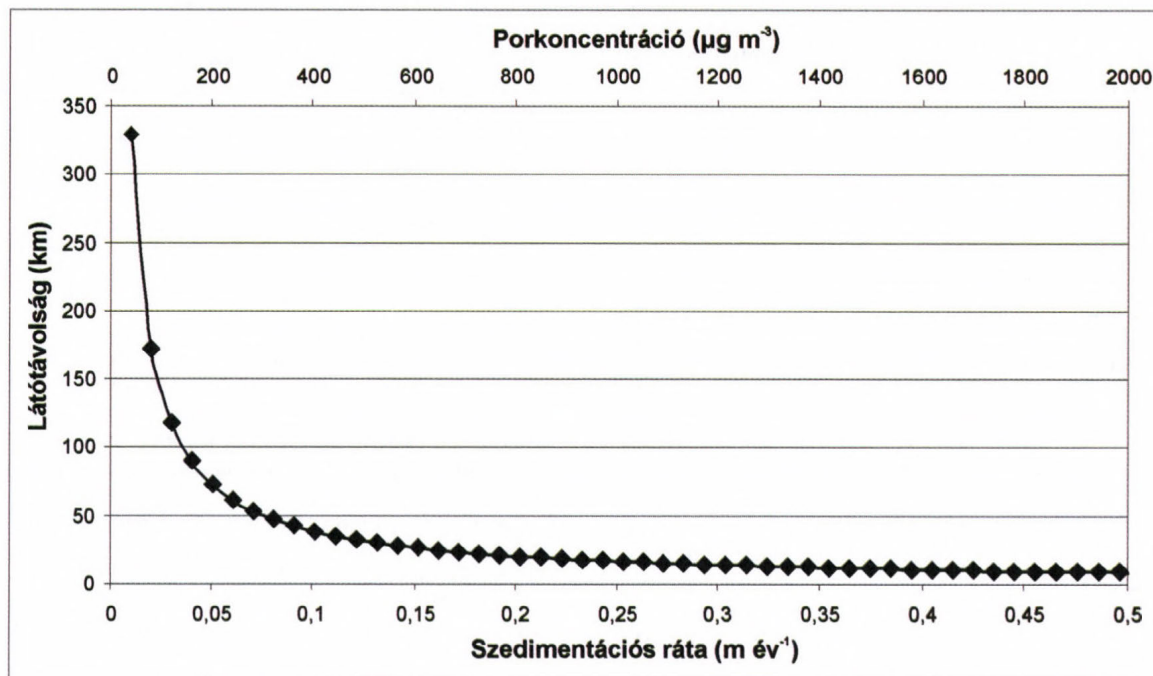
$$DF [\text{g m}^{-2} \text{s}^{-1}] = SR \times \rho.$$

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

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

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

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



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

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

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

lős viszonyokat:

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

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

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

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

Irodalom

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

KISLEXIKON

POCKET ENCYCLOPAEDIA

Somfalvi-Tóth Katalin

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

folytatás a 105.oldalon

ZIVATAROS JÚLIUS SOPRONBAN ÉS KÖRNYÉKÉN

STORMY JULY IN SOPRON AND ITS NEIGHBOURHOOD

Roszik Róbert¹, Kiss Márton²

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

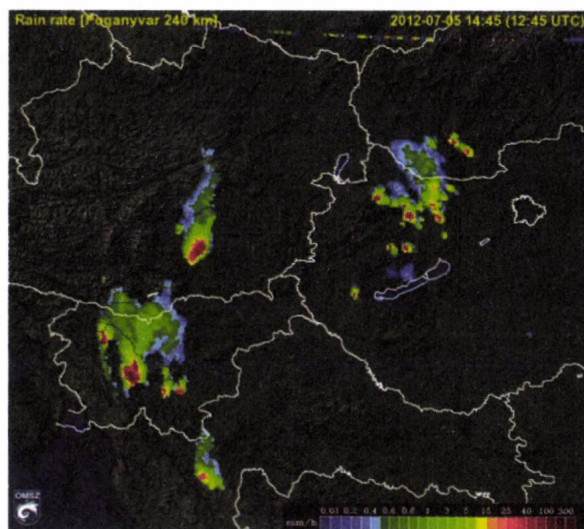
Az 1. táblázatban az évek mellett feltüntettük a havi csapadékösszeget és a zivataros csapadékösszegeket is,

2. táblázat: 2012. júliusi zivatarok csapadékai

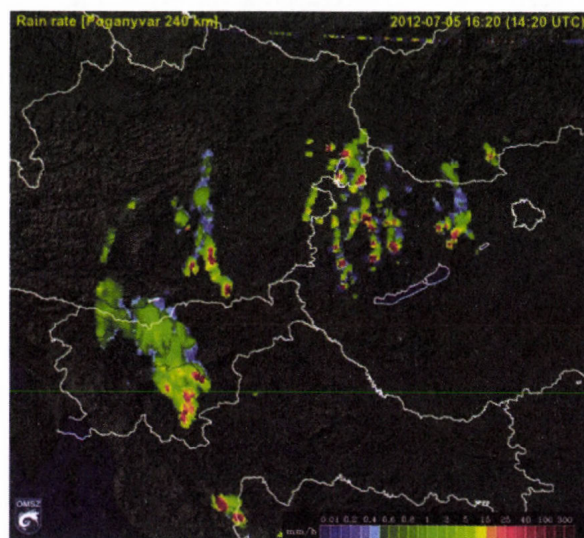
Napok	Napi csapadék	Zivatarból
07.03.	6,0	5,8
07.05.	60,1	55,7
07.06.	0,1	0,1
07.09.	5,1	4,4
07.10.	15,0	13,6
07.11.	31,6	20,0
07.13.	8,0	1,3
07.15.	11,0	0,6
07.19.	4,9	2,3
07.20.	36,4	30,5
07.24.	19,3	2,5
07.25.	38,7	14,5
07.26.	1,3	1,2
07.28.	7,3	7,0
07.29.	6,0	5,7
Összesen	250,8	165,2

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

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



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



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

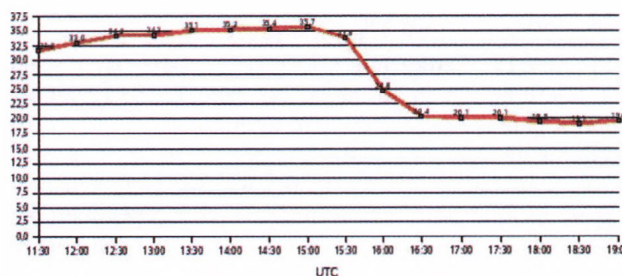


3. ábra: Gomolyfelhők Sopron felett 2012. július 5-én délután

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

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

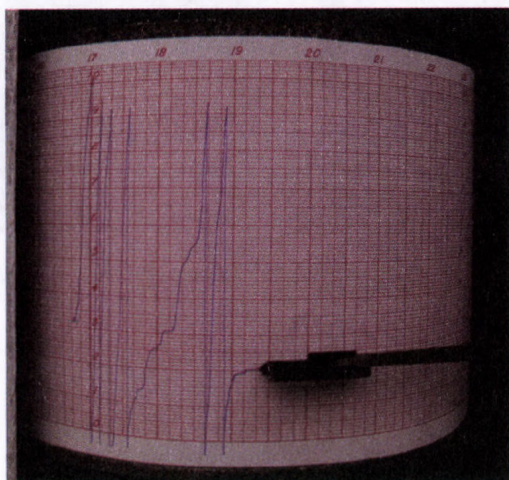
csapadékot adó zivatarcellák (2. ábra). 14 óra után erőteljes fejlődésnek indultak a gomolyfelhők. Egyre több mérsékelt függőleges kiterjedésű gomolyfelhő (*Cu med* - 3. ábra) képződött és gyorsan alakultak át tornyos gomolyfelhővé (*Cu cong*). A felhők szinte nyílegyenesen törtek felfelé. Az egyes gomolyok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



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

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

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



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



6. ábra: Elvonuló felhőzet.

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

2012.07.25. Szokatlan mozgást tanúsító zivatarcella.

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

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

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

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

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



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



8. ábra: Csapadékhullás miatt megduzzadt hegyi patak

2013 NYARÁNAK IDŐJÁRÁSA WEATHER OF SUMMER 2013

Vincze Enikő

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

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

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

A hónap során mért legmagasabb hőmérséklet:

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

A hónap során mért legalacsonyabb hőmérséklet:

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

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

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

A hónap legnagyobb csapadékösszege:

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

A hónap legkisebb csapadékösszege:

10,7 mm, Csongrád (Csongrád megye)

24 óra alatt lehullott maximális csapadék:

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

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

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

A hónap során mért legmagasabb hőmérséklet:

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

A hónap során mért legalacsonyabb hőmérséklet:

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

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

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

A hónap legnagyobb csapadékösszege:

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

A hónap legkisebb csapadékösszege:

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

24 óra alatt lehullott maximális csapadék:

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

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

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

A hónap során mért legmagasabb hőmérséklet:

40,6 °C, Győr-Likócs (Győr-Moson-Sopron megye), augusztus 8.

A hónap során mért legalacsonyabb hőmérséklet:

3,3 °C, Zabar (Nógrád megye), augusztus 16.

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

A hónap legnagyobb csapadékösszege:

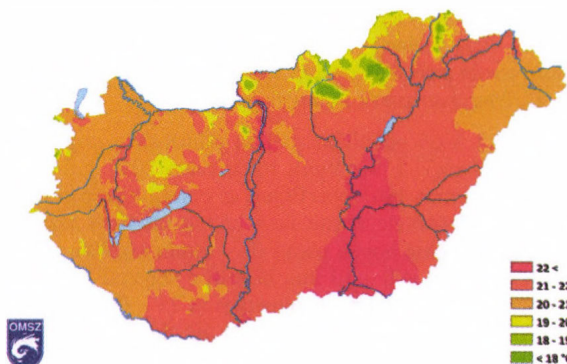
137,9 mm, Sopron Kertváros (Győr-Moson-Sopron megye)

A hónap legkisebb csapadékösszege:

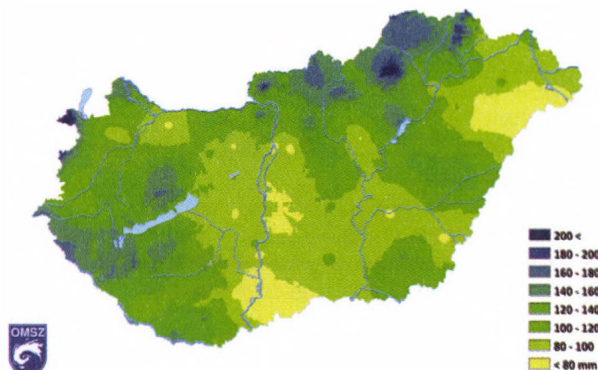
0,8 mm, Aggtelek (Borsod-Abaúj-Zemplén megye)

24 óra alatt lehullott maximális csapadék:

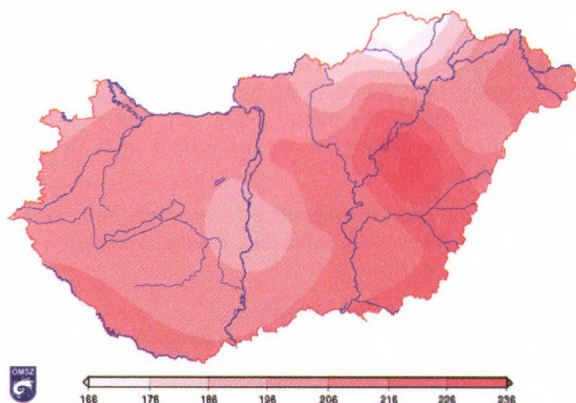
78,5 mm, Zirc (Veszprém megye), augusztus 27.



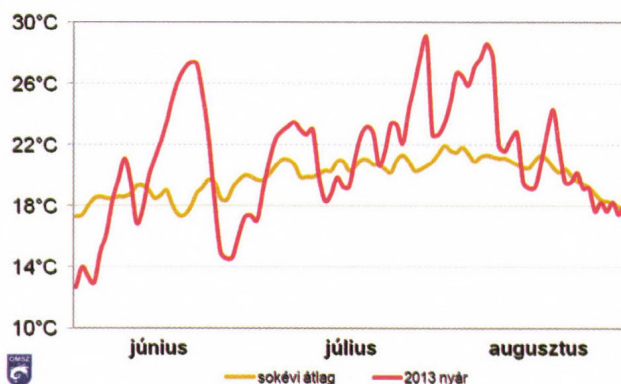
1. ábra: A 2013-as nyár középhőmérséklete (°C)



2. ábra: A 2013-as nyár csapadékösszege



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



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

2013. nyár időjárási adatainak összesítője

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

A NORVÉGOK MEGBECSÜLIK METEOROLÓGUSAIKAT

NORWEGIANS RESPECT THEIR METEOROLOGISTS

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

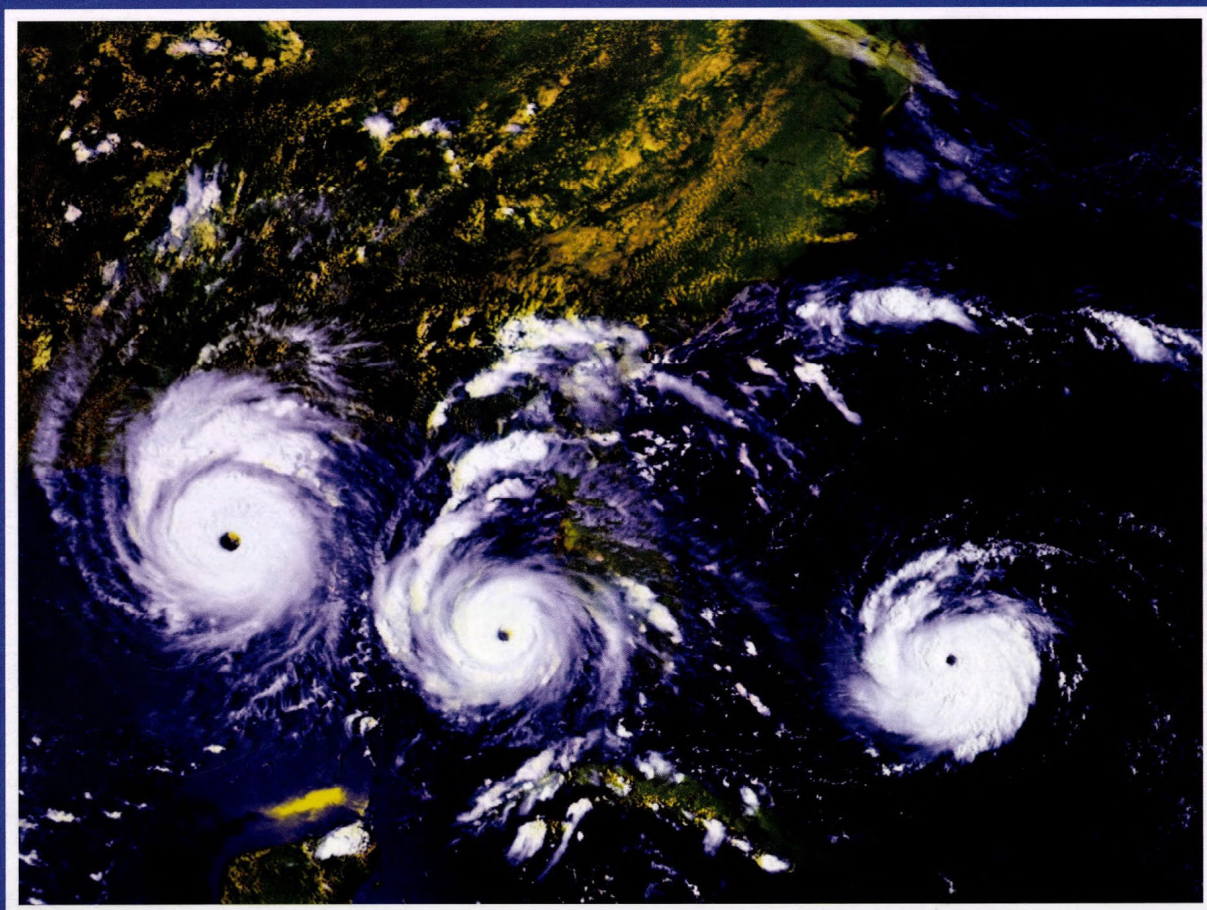




L É G K Ö R

58. évfolyam

2013. 4. szám





Tavaszi kökörcsin, Simon André felvétele

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

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

Felelős szerkesztő:

Dunkel Zoltán

a szerkesztőbizottság elnöke

Szerkesztőbizottság:

Bartholy Judit

Bihari Zita

Haszpra László

Hunkár Márta

Sáhó Ágnes technikai szerkesztő

Somfalvi-Tóth Katalin kislexikon

Szudár Béla

Térey János olvasószerkesztő

Tóth Róbert főszerkesztő-helyettes

ISSN 0 133-3666

A kiadásért felel:

Dr. Radics Kornélia

az OMSZ elnöke

Készült:

HM Zrínyi Térképészeti Kft.

nyomdájában

800 példányban

Megjelent: 2014. június

Felelős vezető:

Dr. Bozsonyi Károly

igazgató

Évi előfizetési díja 1760 Ft

Megrendelhető az OMSZ

Pénzügyi és Számviteli Osztályán

1525 Budapest Pf. 38.

E-mail: legkor@met.hu

AZ ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT ÉS A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG SZAKMAI TÁJÉKOZTATÓJA

TARTALOM

CÍMLAPON

Az Andrew hurrikán fejlődése, 1992. augusztus 23, 24 és 25-én

(GOES project; <http://earthobservatory.nasa.gov/IOTD/view.php?id=78948>)

Tavaszi kökörcsin, Simon André felvétele..... 134

Szerzőink figyelmébe..... 134

TANULMÁNYOK

Fejős Ádám és Tasnádi Péter: **Hogyan működnek a hurrikánok?**..... 136

Lelovics Enikő, Unger János és Gál Tamás: **A lokális klímazónák termikus sajátosságainak elemzése – szegedi esettanulmány**..... 142

Németh Ákos: **A Balaton térségének termikus komfort viszonyai és annak változásai**..... 145

Lázár Dóra: **Mikrocspadékok mérési módszerei és vizsgálata Magyarországon** ...150

Kovács Erik és Puskás János: **Az éghajlati paraméterek és a szőlő fenológiai vizsgálata Kerkamente, Muramente és Muravidék területén** 156

Zsikla Ágota: **A 2013. évi Balatoni és Velencei-tavi viharjelzési szezonról**..... 161

KÖZLEMÉNYEK

Radics Kornélia az Országos Meteorológiai Szolgálat új elnöke 164

KRÓNIKA

Lábó Eszter és Radics Kornélia: **A meteorológia iránti elkötelezettség a legmagasabb diplomácia szintjén, a WMO főtitkár látogatása**..... 165

Tóth Róbert: **Szakmai úton Kirgizisztánban** 168

Somfalvi-Tóth Katalin: **Kislexikon** 170

Tar Károly és Németh István: **Hegyfokj Kabos Szavalóverseny** 171

Vincze Enikő: **2013 őszének időjárása** 172

Az 58. évfolyam (2013) szerzői..... 174

Varga Miklós: **Történelmi arcképek – Réthly Antal** 175

LIST OF CONTENTS

COVER PAGE

The development of Andrew hurricane 23, 24 and 25 August 1992

(GOES project; <http://earthobservatory.nasa.gov/IOTD/view.php?id=78948>)

Meadow anenome in spring, André Simon, Hungary..... 134

Instructions to authors of **LÉGKÖR**..... 134

STUDIES

Ádám Fejős and Péter Tasnádi: **How do Hurricanes work?**..... 136

Enikő Lelovics, János Unger and Tamás Gál: **Evaluation of the Thermal Features of the Local Climate Zones – a case study in Szeged**..... 142

Ákos Németh: **Thermal Comfort Conditions and its Changes in Lake Balaton Region**..... 145

Dóra Lázár: **Measurement Methods and Examination of Microprecipitation in Hungary** 150

Ágota Zsikla: **About the Storm Warning Season of 2013 at Lake Balaton and Velence**..... 161

COMMUNICATIONS

The new President of Hungarian Meteorological Service: Kornelia Radics..... 164

CHRONICLE

Eszter Lábó and Kornélia Radics: **Commitment to Meteorology at High-Level Diplomacy, the Visit of Secretary General of WMO**..... 165

Róbert Tóth: **Mission to Kyrgyzstan** 168

Katalin Somfalvi-Tóth: **Pocket Encyclopaedia** 170

Károly Tar and István Németh: **Kabos Hegyfokj's Reciting Contest** 171

Enikő Vincze: **Weather of Autumn 2013** 172

Authors of Volume 58 (2013) 174

Miklós Varga: **Historical Portraits – Antal Réthly** 175

HOGYAN MŰKÖDNEK A HURRIKÁNOK?

HOW DO HURRICANES WORK?

Fejős Ádám, Tasnádi Péter

ELTE Meteorológiai Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A.

fejos.adam@gmail.com, tasi@ludens.elte.hu

Összefoglalás. A hurrikánokat gyakran légköri hőerőgépek is nevezik. Jelen írásban a hurrikánok termodinamikájának alapjait ismertetjük, kiemelt figyelmet szentelve a Carnot-ciklussal történő közelítésnek. Kitérünk a termodinamikai leírás vitatott kérdéseire és foglalkozunk a „szuperhurrikán” elmélettel és kritikájával. Végül felvetjük a véges idejű vagy *endoreverzibilis* termodinamika alkalmazásának lehetőségét a hurrikánok energetikájának leírásában.

Abstract. Hurricanes are often called the ‘heat-engines of the atmosphere’. In the present paper the basics of hurricane thermodynamics with advanced focus on the descriptions by Carnot-cycle is considered. A few controversial topics on the thermodynamic models including the ‘Super cane’ theory are also discussed. Finally the idea of applying a finite time or *endoreversible* thermodynamics to investigate the energetics of hurricanes is introduced.

Bevezetés. A trópusi ciklonok (hurrikánok) Európa időjárásában ugyan nem játszanak fontos szerepet, mégis érdemes megvizsgálnunk őket, mert pusztító hatásukról a sajtóban sokat hallunk, s elméleti leírásuk is igen tanulságos. A hurrikán a légkörben zajló folyamatok egyik legösszetettebb jelensége. Emanuel (1991) állítása szerint évente körülbelül 50 örvénylő rendszer alakul ki a trópusi vizek fölött, amely hurrikánná fejlődik, ezek közül jó néhány el is éri a szárazföldet. A pusztító erejű szelekkel és felhőszakadással járó hurrikánok mellett, hogy gyakran emberi áldozatokat is szednek, mindig igen komoly anyagi károkat okoznak. Mindemellett számunkra nem csak kuriózumok a trópusi ciklonok, hanem mivel gyakran átalakulnak mérsékelt égövi ciklonná, valódi, időjárásunkat is meghatározó légköri objektumok. Mik a feltételei a hurrikánok keletkezésének? Hogyan működik egy hurrikán? Milyen egyszerű módszerekkel írhatjuk le a hurrikánok termodinamikáját? Ezekre a kérdésekre keressük a választ az alábbi írással.

A hurrikán meghatározása és keletkezési feltételei. Azokat a trópusi vizek fölött keletkező ciklonális forgásiránnyal örvénylő rendszereket, melyek felszíni területén a szélesség legalább 32 ms^{-1} , a kialakulási helytől függően hurrikánnak/tájfunnak/trópusi ciklonnak nevezzük. Az ilyen pusztító erejű viharok kialakulásához és fennmaradásához koncentrált energiaforrás szükséges. Ez az energiaforrás nem más mint a Föld trópusi szélességein elhelyezkedő óceánok meleg tengervize. A hurrikán „csíra” a meleg (kb. 27°C -os, azaz 300 K hőmérsékletű) óceán felszín fölött keletkező nyomási depresszió, amelyben a felszínnel érintkező nedves légtömeg összeáramlik és adiabatikus emelkedésbe kezd. A beáramló levegőt a Coriolis-erő forgatja meg, ezért a hurrikánok az 5. és a 15. szélességi körök között keletkeznek, ahol a tengervíz nagyon meleg és a Coriolis erő is elegendően nagy. A ciklonális mezőben heves feláramlás kezdődik, amelyben a levegő lehül és páratartalma kicsapódik, létrejönnek a felhőkarok (1. ábra). A kicsapódáskor felszabaduló hő a levegőt melegíti, így az adiabatikus hűlés ellenére a trópusi ciklon középpontja meleg marad, kialakul a „forró torony”-nak nevezett képződmény, ami már a heves vihar előjele. A feláramló levegő a magasban széttartóvá válik, s emiatt forgásiránya anticiklonális lesz. A folyamatok részletes leírása nem lehet egy rövid cikk témája, ebben a dolgozatban csak a hurrikánok fizi-

kájának globális megértését segítő termodinamikai kérdésekre térünk ki.

A hurrikánok termodinamikája. A kilencvenes évek második felétől kezdve napjainkig heves vitát váltott ki a hurrikánok termodinamikájának tárgyalása. Kerry Emanuel, az MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) professzora szerint a trópusi ciklonokat légköri hőerőgépként kezelhetjük, hiszen energetikailag nem történik más, mint a tenger belső energiájának mechanikai munkává (rendezett kinetikus energiává) való átalakítása. Modellje szerint a hurrikánok működése jó közelítéssel magyarázható a (veszteséges) Carnot-ciklussal.



1. ábra: Az Andrew hurrikán fejlődése, 1992.08.23, 24 és 25-én GOES-7 adatok, készítő: Hasler, F., Jentoft-Nilsen, M., Pierce, H., Palaniappan, K. és Manyin, M. (NASA)

Az ideális (*reverzibilis*) Carnot-ciklus jól ismert, a bevezető termodinamika tankönyvekből (Budó, 1977) tudjuk, hogy a két adiabatából és két izotermából álló körfolyamatban végzett W munka a T_m hőmérsékletű meleg hőtartályból felvett Q_m , és a T_h hőmérsékletű hideg hőtartálynak leadott Q_h hő különbsége. A körfolyamat hatásfoka:

$$\eta_c = \frac{T_m - T_h}{T_m} \quad (1)$$

A kérdés már csak az, hogy milyen körülmények között zajlik az energiacsere és a levegő mozgásában hogyan különíthetők el a termodinamikai diagramon megjeleníthető folyamat szakaszai. Kérdéses, hogy mik a hőerőgép hőtartályai, mi a munkaközeg, és a végzett munka mire fordítódik?

A hurrikánok Carnot-ciklusának szakaszai. A 2. ábra Emanuel (1991) nyomán, a Carnot-ciklus részfolyamatait mutatja az idealizált, tengelyszimmetrikus hurrikán metszeti képén.

($a \rightarrow c$) A meleg tengerfelszín jó közelítéssel állandó hőmérsékleten tartja a levegőt, ami a konvergencia hatására elkezd beáramlani a hurrikán középpontja (c pont) felé. Az áramló levegő a hatalmas kiterjedésű óceán felett gyakorlatilag telítetté válik. A felszínen a konvergencia következtében már elkezdődik az örvénylő mozgás, ami a szinoptikus skálájú rendezett feláramlás alapvető feltétele.

($c \rightarrow o$) A telített meleg levegő az így kialakult áramlási rendszerben emelkedésbe kezd. Az emelkedő légréteg pályáját az abszolút impulzusmomentum megmaradása határozza meg [Emanuel, 1986], ugyanakkor a feláramlás jó közelítéssel nedves adiabatikus. Az adiabatikus feláramlásban a levegő lehül, csapadék képződik és heves zivatarok keletkeznek. A csapadékképződéskor, mint már említettük, hő szabadul fel, emiatt a ciklon magja meleg marad. Az emelkedő levegő mozgása lassul, kialakul a divergens zóna és a szétterülő levegő a kiáramlás során messze kerül a ciklon középpontjától (o pont). A sematikus kép szerint itt kezdődik az ereszkedő légmozgás és a hőleadás.

($o \rightarrow o'$) Ebben a magasságban a levegő jó közelítéssel azonos hőmérsékletű felhőelemek között tartózkodik, ráadásul a sztratoszféra alsó rétege miatt a hőmérséklet magassággal való változása igen csekély (itt vált előjelet a vertikális hőmérsékleti gradiens) és adott hőmérsékleten hőt ad le. Ezt a rövid szakaszt a modell szerint izotermikusnak tekintjük. Az izotermikus szakasz végét az o' jelöli.

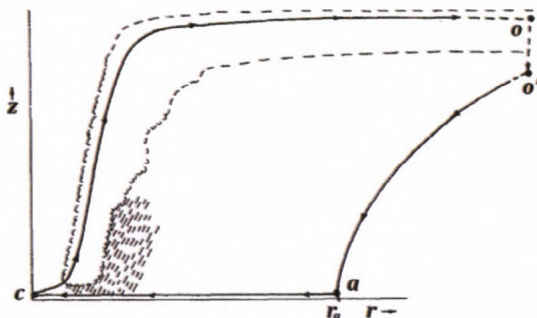
($o' \rightarrow a$) A körfolyamatot az $o' a$ szakasz zárja. A levegő ezen adiabatikusan áramlik lefelé, ugyanakkor – hasonlóan a ($c \rightarrow o$) szakaszhoz – az abszolút perdület megmaradása is teljesül.

A hurrikán Carnot-ciklusának határfoka. Amennyiben a valóságban nem lépne fel disszipáció illetve termodinamikai irreverzibilitás, akkor a kifejlett hurrikánban lévő levegőrészek ideális Carnot-ciklust írnának le, a körfolyamat hatásfokát az (1) összefüggés határozná meg.

A hurrikán esetén T_m (kb. 300 K) a meleg tengervíz hőmérséklete, míg T_h (kb. 200 K) a hideg hőtartálynak tekinthető tropopauza hőmérsékletét jelöli. Ideális esetben tehát ennek a ciklusnak a hatásfoka 1/3 lenne.

Érdekes azonban kissé részletesebben megvizsgálni a szokásos Carnot-gépek és a hurrikán Carnot-ciklusának sajátos vonásait. Az ideális Carnot-gépek két hőtartály között működnek, munkaközegük hőt vesz fel a meleg hőtartályból, és hőt ad le a hideg hőtartálynak. A kettő különbségét alakítja a gép valamilyen külső közegen végzett munkává. A Carnot-gépek hatásfoka azt mutatja meg, hogy a hőerőgép a felvett hőnek mekkora hányadát konvertálja munkává. Ebben az esetben azonban a ciklusban keletkezett munka a munkaközeg rendezett kinetikus energiájaként jelenik meg. A hőt maga a munkaközeg veszi fel és fordítja a levegő drift (vándorlási) sebességének növelésére. Figyelembe kell venni továbbá,

hogy a hurrikán forgásának stacionárius szakaszában a levegő mozgása azonban néhány napra jó közelítéssel stacionáriussá válik, azaz a disszipáció felemészti a



2. ábra: A hurrikán, mint Carnot-gép

munkát. Ekkor a szélesebbésség maximálisra válik és további kinetikus energia produkció nem jelenik meg a rendszerben. Amit a hurrikán termel, az azonnal disszipálódik.

Ezeket a problémákat elegánsan elfedi az, hogy az idealizált Carnot-körfolyamat végtelen lassan megy végbe, valódi teljesítmény tehát nem határozható meg.

Emanuel egyszerű modellje. A trópusi ciklonok életének érett szakaszában, mint említettük a felszíni szél már nem erősödik tovább, ilyenkor jó közelítéssel egyensúlyi áramlásról beszélhetünk. Emanuel (1986) tengelyszimmetrikus (az egyik horizontális koordináta mellőzését alkalmazó) modelljében a gradiens szél közelítést alkalmazta. Felhasználva, hogy a levegő emelkedése olyan adiabatikus folyamat, amelynek során az abszolút impulzusmomentum is megmarad, kapcsolatot talált a két hőtartály hőmérséklete és a hurrikán struktúrája, alakja között és egyszerű becslést adott a hurrikán maximális szélesebbésségére.

A szél erőssége általában a hurrikán középpontjához közel a határréteg tetején veszi fel maximumát, amit a mérések is alátámasztanak. A határréteg tetején mérhető szélesebbésség azért fontos, mert jól mutatja, hogy mekkora kinetikus energia disszipálódik, amikor a hurrikán a sima vízfelszínről a szárazföld fölé érkezik. Ez a hirtelen energia disszipáció hatalmas pusztítással járhat.

A maximális szélesebbésségre vonatkozó számítások bonyolultak (Bister and Emanuel, 1998), ezért itt csak a legfontosabb eredményeket foglaljuk össze. Emanuel az abszolút impulzusmomentum és a telített nedves levegő ekvivalens potenciális hőmérsékletének radiális irányú megváltozását fejezte ki és az utóbbi mennyiséget értelmeszerűen megfeleltette az entrópiának. Ezek átalakításával, valamint Ooyama (1969) határréteg lezárási módszerének alkalmazásával a határréteg tetején mérhető maximális szélesebbésség négyzetére, azaz az egységnyi légtömeg kinetikus energiájára a

$$\frac{1}{2} V^2 = \frac{T_m - T_h}{T_m} \frac{1}{2} \frac{c_k}{c_D} (k^* - k) \quad (2)$$

becslést kapta, ahol k^* és k a tengerfelszín feletti telített nedves levegő, illetve a határrétegbeli levegő fajlagos en-

talpiája, C_D és C_k a momentum és az entalpia kicserélődési együtthatói. A (2) egyenlet, bár levezetése nem egyszerű, fizikailag könnyen értelmezhető. Az egyenlet bal oldalán az egységnyi tömegű légtömeg kinetikus energiája áll, míg a jobboldal a felvett hő és a Carnot-hatásfok szorzata. A hurrikán Carnot-gépként történő felfogását ez jól indokolja, hiszen a levegő kinetikus energiája éppen a munkavégzést jelenti.

Az Emanuel-féle gondolatmenet itt úgy működik, mintha a Carnot-körfolyamat a stacionárius szakasz kezdetéig tartana, addig semmiféle disszipáció nem történne, így a felvett hőből kinetikus energiává konvertálódó rész éppen a maximális kinetikus energiát jelentené.

A „Supercane” (a hurrikánok leírása disszipáció figyelembevételével). A fenti tetszetős képet azonban elrontja, hogy a határreteg sem áramlástanilag, sem termodinamikailag nem ideális. A reverzibilis Carnot-körfolyamat kvázisztatikus, ami azt jelenti, hogy a ciklus végtelen hosszú idő alatt zajlana le. A hurrikán azonban folyamatosan „termeli” a kinetikus energiát, amelynek egy része a sűrűlőds hatására folyamatosan disszipálódik. A stacionárius szakaszban a disszipált energia megegyezik a termelt energiával. A hurrikánban végbemenő disszipációs folyamat azért különleges, mert a disszipált energia a meleg hőtartályba kerül vissza hő formájában.

Ennek alapján Bister és Emanuel érdekes következtetésre jutott. (Bister and Emanuel, 1998). Úgy gondolták, hogy mivel a határretegben fellépő disszipáció következményként, a felvett hő a meleg hőtartályba (tenger) jut vissza, a hatásfok számításakor ezzel csökkenteni kell a felvett hőt.

Az összes felvett hő ebben az esetben tehát nem más, mint a tengerből felvett és a disszipált hő különbsége. Minthogy a stacionárius szakaszban a teljes munka disszipálódik, a felvett hőt a munkavégzéssel kell csökkenteni. Összességében tehát felírhatunk egy hatásfokhoz hasonló, η' -val jelölt összefüggést, ahol a felvett hő helyére beírjuk a felvett hő és a munka különbségét:

$$\eta' = \frac{W}{Q_f - W} = \frac{1}{\frac{Q_f}{W} - 1} = \frac{1}{\frac{T_m}{T_m - T_h} - 1} = \frac{T_m - T_h}{T_h} \quad (3)$$

Ezzel a hatásfokkal Bister és Emanuel megismételte a maximális szélsébségre vonatkozó számítását és nem meglepő módon azt kapta, hogy a szélsébség képletben a Carnot-hatásfok helyére η' -t kell írni:

$$V^2 = \frac{T_m - T_h}{T_h} \frac{C_k}{C_D} (k^* - k) \quad (4)$$

Az $\eta' = \frac{T_m - T_h}{T_h}$ hatásfokot Bister and Emanuel (1998) *supercarnot*-hatásfoknak nevezte, amellyel a hurrikánok maximális szélsébségére adott becslés eredeti értéke éppen $\sqrt{\frac{T_m}{T_h}}$ szorosára nő. $T_m = 300$ K, és $T_h = 200$ K melletti $\sqrt{\frac{3}{2}}$ -szeresére.

Lehetséges-e a supercarnot-folyamat? A supercarnot hatásfok heves vitát váltott ki, hiszen azonnal látszik,

hogy a fogalom számos problémát rejt magában. A supercarnot-hatásfok csak abban különbözik a Carnot hatásfoktól, hogy nevezőjében a Carnot-hatásfokkal szemben nem a meleg, hanem a hideg hőtartály hőmérséklete áll. Ez a hurrikánok hőmérsékleti körülményei között látszólag nem jelent problémát, ha azonban a hideg hőtartály hőmérséklete tart a nullához (a hőtartályt egyre közelebbinek tekintjük a világhűrhez), akkor a supercarnot-hatásfok végtelenhez tart. Ez azt jelenti, hogy η termodinamikai értelemben nem lehet hatásfok.

A hatásfok kérdését kissé mélyebben vizsgálva felmerül a kérdés, hogy a disszipált hő figyelembevételkor miért csak a felvett hőt módosítjuk, miért nem tesszük meg ezt a munkavégzéssel is, hiszen a hurrikán stacionárius szakaszában már nincsen kinetikus energiatermelés.

Lényegében az utóbbi érv mentén fogalmazta meg kritikáját Makarieva and Gorshkov (2010), amikor a disszipációs elmélet termodinamikai hátterét mélyen elemezve arra a következtetésre jutott, hogy Bister és Emanuel gondolatmenete sérti a termodinamika törvényeit. Szerintük a stacionárius folyamatra vonatkozóan a disszipált hő visszatáplálása miatt a munkavégzés is zérus lesz, ezért értelmetlen a hurrikánokat Carnot-körfolyamattal modellezni.

Ezt az érvet Emanuel és munkatársai a munkavégzés és a disszipáció folyamatát jól elválasztó elméleti konstrukcióval cáfolták (Bister et al., 2011). Tekintsük úgy a hurrikán és a felszín kölcsönhatását, hogy nincsen sűrűlőds, helyette azonban a hurrikán területén kialakuló széllel szélkereket hajtunk, s a szélkerék által végzett munka teszi állandóvá a hurrikánban a szélsébséget. Ezután a szélkerékkel áramot fejlesztünk, amivel hősugárzót működtetünk. A hősugárzóval pedig a tengervizet fűtjük. Ez a konstrukció a munkavégzést és a munka disszipációját elválasztja egymástól, és a hagyományos termodinamikai terminológiával jól követhetővé teszi a hurrikán által folyamatosan disszipált kinetikus energiát (3. ábra).

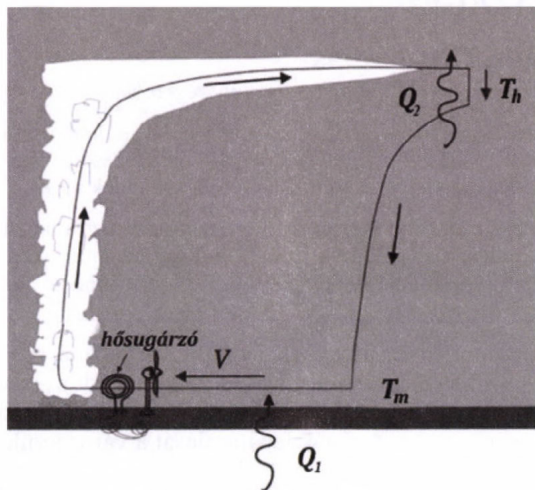
Ez az érv azonban semmiképpen sem vezethet a supercarnot-folyamatok létezésének elfogadásához, hiszen a supercarnot-hatásfok 1-nél nagyobb is lehet, ami fizikailag elfogadhatatlan.

Endoreverzibilis hőerőgépek. A hurrikánok termodinamikájának tárgyalásakor mindeddig nem vettük figyelembe a hőcserék irreverzibilitását és azt, hogy a folyamatok nem végtelen lassúak. A Carnot-ciklusban mindkét probléma kezelhetővé válik az endoreverzibilis termodinamika eszközeinek felhasználásával. De Vos, (1981) részletesen tárgyalja az endoreverzibilis Carnot-ciklus leírását.

Ahhoz, hogy a két hőtartályos hőerőgép a gyakorlatban működhessenek, azaz a körfolyamat véges idő alatt menjen végbe, a hőfelvétel és a hőleadás során a munkaközeg hőmérséklete nem lehet azonos a megfelelő hőtartály hőmérsékletével.

A valós folyamatban a munkaközeg hőmérséklete a hőfelvétel során alacsonyabb ($T_h > t_h$) illetve hőleadás során magasabb ($t_m > T_m$) mint a megfelelő hőtartályé (4. ábra). Ezek a folyamatok tehát irreverzibilisek. A reverzibilis Carnot-ciklusban a reverzibilitási feltétel ki-

mondja, hogy a körfolyamatban a redukált hő összege zérus (a felvett hő és a meleg hőtartály hőmérsékletének hányadosa megegyezik a leadott hő és a hideg hőtartály hőmérsékletének hányadosával). A módosított körfolya-



3. ábra: A hurrikán által disszipált kinetikus energia

matban ez a feltétel nem teljesül, ha a hőtartályok hőmérsékletét használjuk a redukált hő kiszámításakor. Kézenfekvőnek tűnik, hogy a reverzibilitási feltételt a munkaközeg hőmérsékletével írjuk fel.

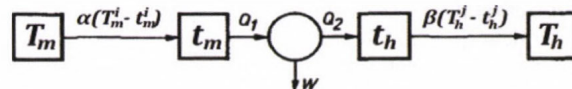
$$\frac{Q_1}{t_m} - \frac{Q_2}{t_h} = 0 \quad (5)$$

Ahogy a 3. ábráról is kiderül, az endoreverzibilis termodinamikai leírás során a hőtartályok és a munkaközeg közötti hőátadás mechanizmusát is meg kell adnunk. Egyszerűsége miatt kézenfekvő a hővezetési törvényt használni, azonban légköri folyamatok során ez nem mindig fedí a valóságot. A 3. ábra univerzális formulát tartalmaz, mellyel De Vos hőcserék leírására vonatkozó gondolatmenetét követhetjük végig.

Nézzünk rá a 3. ábrára, ahol i és j értékei szerint különböző típusú hőcsere lehetőségeket jellemezhetnek (De Vos 1981). Értékeik lehetnek $-1, 0, 1, 2, 3, 4$ és $+\infty$. A légköri modellek esetében plauzibilis feltevés, hogy csak a hővezetés (i vagy $j = 1$) és a hőszállítás (i vagy $j = 4$) jöhet szóba. A hőcsere általános egyenleteiben megjelenő α és β paraméterek értelemszerűen függenek a feltételezett hőcsere típusának választásától. Ezeknek a paramétereknek az együtthatókon (pl. Stefan-Boltzmann együttható) túl a hőcserében szerepet játszó felület nagyságát és a hőcsere időtartamát is tartalmazniuk kell. Megjegyezzük továbbá, hogy az i és $j = +\infty$ esetén visszkapjuk a reverzibilis Carnot-gép működésének leírását. Ez a leírás azonban két új ismeretlent (a munkaközeg hőfelvételi és hőleadási hőmérsékletét) vezet be a folyamat leírásába. Ezeket a változókat önkényesen illeszthetjük a természeti, vagy ipari folyamatokhoz. Amennyiben pontos illesztést akarunk választani, akkor a folyamat részleteibe kell belemennünk. A folyamat részleteinek ismerete nélkül is találhatunk azonban természetes kritériumot ezekre a hőmérsékletekre, ha a körfolyamat által adott teljesítményt kíván-

juk maximalizálni. A maximális teljesítményhez tartozó hőmérsékleti értékek nem biztos, hogy megvalósíthatóak az adott folyamatban, de felső korlátot szabnak a hőerőgép használhatóságára.

Ha definiáljuk a hőcserék típusát, lehetőség nyílik arra, hogy meghatározzuk a maximális teljesítményt, amivel megbecsülhető az egy ciklus alatti munka. E cikk szerzői feltették, hogy a tengerfelszín és a föllette áramló levegő



4. ábra: Az endoreverzibilis Carnot-gép sematikus képe, ahol T_m és T_h a hőtartályok, míg t_m és t_h a munkaközeg hőmérséklete amikor érintkezik a megfelelő hőtartállyal.

hőmérséklete jó közelítéssel azonos, azonban a hideg hőtartály és az adott hőmérsékleten hő leadó légréteg közötti hőcsere hőmérsékleti sugárzás útján jön létre. Ez a fentiek értelmében ekvivalens azzal, hogy $i = +\infty$ és $j = 4$. E feltételek mellett, ha az óceán 300 K hőmérsékletű, azt kaptuk, hogy a ciklus alatti maximális munka akkor maximális, ha a magasban kisugárzó levegő hőmérséklete körülbelül 228 K. Ez az eredmény egy újabb, feltehetőleg valósághűbb becslést ad a hatásfokra, ami kb. 1/4.

Összefoglalás. Ebben az írásban ismertettük a hurrikánok termodinamikájának elméleti leírását, kiemelt figyelmet szentelve a Carnot-ciklussal történő leírásnak. Az egy ciklus alatt termelt kinetikus energia becslése több ponton problémásnak bizonyult, Makarieva és Emanuel között érdekes vita zajlott, melynek főbb részleteiről beszámoltunk. A vitából okulva végül új javaslatot tettünk az idealizált hurrikán által egy ciklus alatt termelt maximális kinetikus energia becslésére.

Irodalom

- Bister, M. and Emanuel, K. A., 1998: Dissipative heating and hurricane intensity. *Meteor. Atmos. Phys.* 50, 233–240
- Bister, M., Renno N., Pauluis O. and Emanuel, K. A., 2011: Comment on Makarieva *et al.* 'A critique of some modern applications of the Carnot heat engine concept: the dissipative heat engine cannot exist'. *Proc. R. Soc. A* 467, 1–6
- Budó, Á., 1977: Kísérleti fizika I. Tankönyvkiadó, Budapest.
- De Vos, A. 1981: Efficiency of some heat engines at maximum-power conditions. *Am. J. Phys.* 53, 570–573.
- Emanuel, K. A., 1986: An air–sea interaction theory for tropical cyclones. Part I: Steady-state maintenance. *J. Atmos. Sci.*, 43, 585–605.
- Emanuel, K. A., 1989: The finite-amplitude nature of tropical cyclogenesis. *J. Atmos. Sci.* 46, 3431–56
- Emanuel, K. A., 1991: The theory of hurricanes. *Annu. Rev. Fluid Mech.* 23, 179–196
- Makarieva, A. M., Gorshkov, V. G., Li, B.-L. and Nobre, A. D., 2010: A critique of some modern applications of the Carnot heat engine concept: the dissipative heat engine cannot exist. *Proc. R. Soc. A* 466, 1893–1902.
- Ooyama, K., 1969: Numerical simulation of the life cycle of tropical cyclones. *J. Atmos. Sci.* 26, 3–40

A LOKÁLIS KLÍMAZÓNÁK TERMIKUS SAJÁTÓSÁGAINAK ELEMZÉSE – SZEGEDI ESETTANULMÁNY –

EVALUATION OF THE THERMAL FEATURES OF THE LOCAL CLIMATE ZONES – A CASE STUDY IN SZEGED –

Lelovics Enikő, Unger János, Gál Tamás

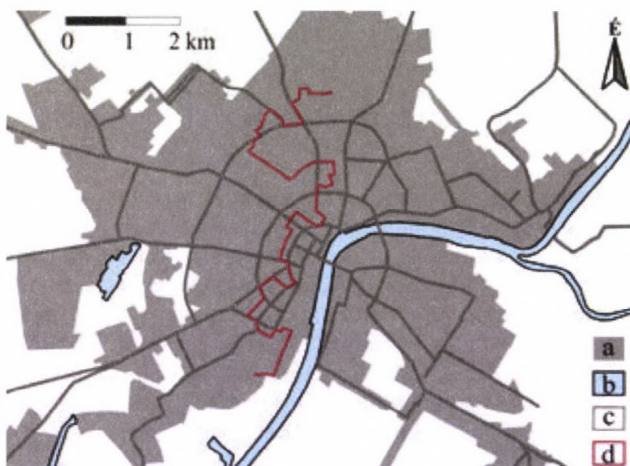
SZTE TTIK, Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék, 6701 Szeged, Pf. 653, lelovics@geo.u-szeged.hu

Összefoglalás. Vizsgálatunkban a szegedi, 2008-ban végzett városi mobil léghőmérsékleti mérések adatait hasonlítjuk össze a területre jellemző beépítettség jellegével, amit a meteorológiai mérőállomások környezetének objektív jellemzésére, elsősorban városklimatológiai alkalmazás céljára létrehozott Lokális Klímaazonok rendszerébe történő besorolással adunk meg.

Abstract. In our study the connection between air temperature of an urban area and the its built-up features was examined in Szeged. Air temperature was measured during a mobil measurement campaign in 2008. Built-up features were characterized with the usage of Local Climate Zones system, which was designed for objective characterization of the surroundings of weather stations.

Bevezetés. Definíció szerint a városklíma olyan helyi éghajlat, amely a beépített terület és a regionális éghajlat kölcsönhatásának eredményeként jön létre (WMO 1983). A városi hatások – melyek közül a legszembetűnőbb a

ban történtek ilyen mérések kétszer, méghozzá repülőgépről végzett hőkamerás felvételezéssel párhuzamosan (Rakonczai et al. 2009, Unger et al. 2010). Jelen vizsgálatunk során az LCZ zónák lehatárolását a város területén



1. ábra: A mintaterület a mérési útvonallal
(a: városias jellegű terület, b: vízfelület; c: főbb utak, d: mérési útvonal)

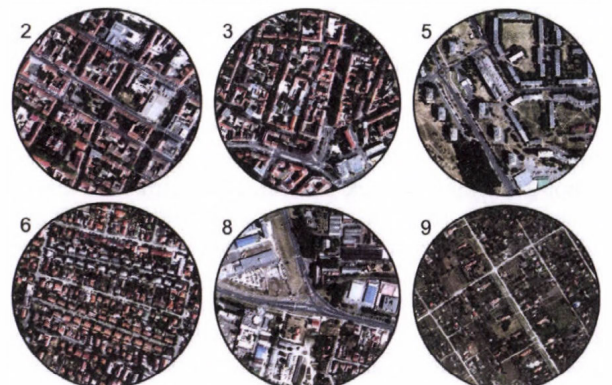


2. ábra: A Szegeden előforduló beépített LCZ típusok térképe
(2: kompakt, közepes; 3: kompakt, alacsony; 5: nyitott, közepes; 6: nyitott, alacsony; 8: kiterjedt, alacsony; 9: alig beépített) és a mérési útvonal (pirossal)

hőmérsékleti többlet, a városi hősziget – erősségét hagyományosan egy vagy több városi, illetve ahhoz közeli beépítetlen, és így vidékinek tekinthető helyen mért értékek különbségeként értelmezzük (Oke 1987). A különböző helyeken folyó vizsgálatokban nem csak a település méretéből és jellegéből adódnak a különbségek, hanem nagy jelentősége van annak is, hogy a vizsgált mérőhelynek milyen a lokális és mikroszkálájú környezete. Általában a mérőműszerek elhelyezése a helyi adottságok függvényében igen változatos (pl. lakótelep, iskolaudvar, park, leburkolt tér), ami az eredmények összehasonlíthatóságát megnehezíti (Stewart 2007). A mérőhelyek objektív, éghajlati szempontú jellemzésére többféle rendszer létezik, az egyik legújabb a Lokális Klímaazonok (Local Climate Zones, LCZ) rendszere (Stewart és Oke 2012).

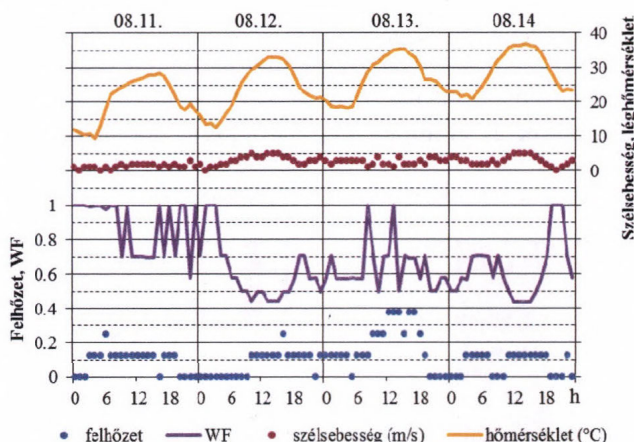
Szegeden az autókra szerelt szenzorokkal végzett mobil léghőmérsékleti méréseknek nagy hagyománya van (Unger és Sümeghy 2001). Legutóbb 2008 augusztusá-

térinformatikai módszerekkel végeztük el (Unger et al. 2013). Tanulmányunk célja, hogy (1) a két mérési napon kapott léghőmérsékleti értékeket összevessük a területre jellemző, beépített jellegű LCZ típusokkal, (2) feltárjuk



3. ábra Példák a vizsgált területen előforduló beépített LCZ kategóriákra

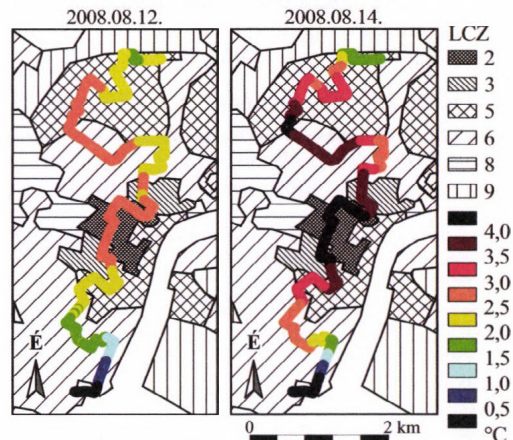
az adott típusú területek termikus reakcióinak különbségeit, és ezáltal végeredményben – szegedi adatokkal is alátámasztva – igazoljuk az osztályozás helyességét és szükséges voltát.



4. ábra: A Szegeden mért meteorológiai adatok 2008.08.11. és 2008.08.14. között

rül, a napi maximumhőmérséklet pedig 28–36 °C körül alakult.

A mérések időpontjának kiválasztásánál a mobil mérésekkel egyidőben zajló, repülőről történő hőkamerás fel-



5. ábra: A mérési útvonal menti hőmérsékleti többlet (°C) 2008.08.12. és 2008.08.14. 19:00 UTC-re vonatkozóan, valamint az érintett LCZ típusok

Vizsgált terület, hőmérsékleti mérések. Szeged az ország legalacsonyabban fekvő területén található, mentes a domborzat és a nagyobb víztömeg klímamódosító hatásaitól, ezért kifejezetten alkalmas a városklíma sajátosságainak tanulmányozására. Területét sokféle beépítettség jellemzi, a parkoktól a családi házakon keresztül a tízeemeletes panelházakig, a tömör házsorokkal és jelentős részben burkolt felszínű belvárostól a külvárosi raktárház- és ipari negyedekig.

2008 nyarán két alkalommal végeztünk mobil hőmérsékleti méréseket, a város egy É-D-i keresztmetszetét jelentő, 11,8 km hosszú útvonal mentén (1. ábra). Erre a célra két olyan időpontot választottunk ki (augusztus 12. és 14.), amikor ezeken és e napokat megelőző napokon az időjárási körülmények kedvezőek voltak a felszín klímamódosító hatásának érvényesüléséhez, azaz a szél gyenge és az égbolt enyhén felhős, ill. derült volt. Ebben az időszakban az egyetemi meteorológiai mérőállomás (Unger és Gál 2011) adatai alapján a besugárzás zavartalan (szabályos napi globálisugrási menet, 810–860 W/m²-es maximum értékekkel), a szél mérsékelt volt (a legnagyobb szélsebesség az időszakban 4,7 m/s, a mérések alatt pedig 3,1 m/s), míg a napi minimumhőmérséklet 17 °C kö-

vételezéshez kellett igazodni. Az alkalmazott hőkamerát (FLIR ThermoCam P65) nappal a direkt sugárzás zavaró hatása miatt, este 10 után pedig a térségben érvényes repülési tilalom miatt nem lehetett használni, így a mérések közvetlenül a naplemente (17:57 UTC) után, 18:30–19:30 UTC között zajlottak (Rakonczai et al. 2009). A kapott értékek feltehetően egy kissé alábecslését jelentik az egyes városi területek hőmérsékletnövelő hatásának, ugyanis a maximális termikus reakció általában a naplemente utáni 3–5 órás időszakban mutatható ki (Oke és Maxwell 1975).

A felszíni mérést a korábbi tapasztalatok alapján végeztük (Unger és Sümeghy 2001). A hőmérsékletet mérő szenzor (DCP D100089 HiTemp) 1,45 m magasan, az autó eleje előtt 0,60 méterrel helyezkedett el, hogy a motor hőszennyezése ne befolyásolja a mért értékeket. Az adatrögzítés (LogIT DataMeter 1000 adatgyűjtő) 2 másodpercenként történt, azaz 20–25 km/h-s haladási sebesség esetén 10–14 méterenként. A mérések helyét GPS vevő rögzítette, a kényszerű megállások idején mért adatokat utólag töröltük.

A mérés során a kijelölt útvonal bejárása oda-vissza történt, ezért alapul véve azt, hogy a léghőmérséklet rövid időn be-

1. táblázat: LCZ típusok és jelölésük (Stewart és Oke, 2012)

Beépítettséggel jellemezhető típusok		Felszínborítással jellemezhető típusok		Változó felszínborítási jellemzők	
LCZ 1	kompakt (beépítés), magas (épületek)	LCZ A	fák, sűrű (elhelyezkedés)	b	lombtalan fák
LCZ 2	kompakt (beépítés), közepes (épületek)	LCZ B	fák, ritka (elhelyezkedés)		
LCZ 3	kompakt (beépítés), alacsony (épületek)	LCZ C	bokros, bozótos		
LCZ 4	nyitott (beépítés), magas (épületek)	LCZ D	alacsony növényzet		
LCZ 5	nyitott (beépítés), közepes (épületek)	LCZ E	csupasz szikla / burkolt	s	hótakaró
LCZ 6	nyitott (beépítés), alacsony (épületek)	LCZ F	csupasz talaj / homok	d	száraz talaj
LCZ 7	könnyű (-szerkezetű), alacsony (épületek)	LCZ G	víz	w	nedves talaj
LCZ 8	kiterjedt, alacsony (épületek)				
LCZ 9	alig beépített				
LCZ 10	nehézipari				

lül közel lineárisan változik (Oke és Maxwell 1975), az odaúton és a visszaúton mért értékek átlagolásával létrehozott értékek a mérés középidéjére (19:00 UTC) vonatkoznak. Ez két lépésben történt, először az útvonalat 15 méteres szakaszokra osztva külön-külön átlagoltuk az adott szakaszra eső, odaúton mért, illetve visszaúton mért értékeket, majd vettük ezek átlagát.

Lokális Klímazónák térképe. A Lokális Klímazónák osztályozási rendszere alapvetően a meteorológiai mérőállomások környezetének objektív jellemzésére szolgál, abból a szempontból, hogy ezek a területek mennyire ké-

2. táblázat: Az LCZ rendszer jellemző paramétereit (Stewart és Oke 2012)

Paraméter típusok és mértékegységeik	
Geometriai, felszínborítottsági	Termikus, radiatív
égboltláthatóság	hőátadási tényező, $\text{Jm}^{-2}\text{s}^{-1}\text{K}^{-1}$
magasság/szélesség arány	
épület alapterület arány (%)	
vízzáró felszín arány (%)	felszíni albedó
vízáteresztő felszín arány (%)	antropogén hőkibocsátás, Wm^{-2}
érdességi elem magassága (m)	
terepi érdességi osztály	

pések befolyásolni a helyi klímát (Stewart–Oke 2012). Alapjait az elmúlt évtizedek ez irányú vizsgálatainak eredményei (pl. Auer 1978, Ellefsen 1991, Oke 2004, Stewart–Oke 2009) a városi meteorológiai mérésekkel kapcsolatos irodalom áttekintése (Stewart 2007), és a világ számos városi és külterületi mérőhely – többek között a szegedi – környezetének terepi bejárásán alapuló felmérése jelentette. Összességében a rendszer 10 beépített (LCZ 1–10) és 7 felszínborítási típust (LCZ A–G) különít el (1. táblázat).

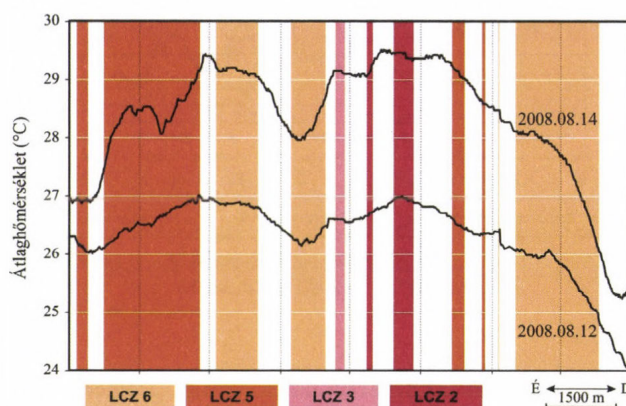
Az LCZ rendszer elemei definíció szerint olyan, kb. néhány száz métertől néhány kilométerig terjedő területek, amelyek többé-kevésbé egységes felszínborítással, szerkezettel, anyag típusokkal és emberi tevékenység okozta energia-kibocsátással jellemezhetők (Stewart és Oke 2012). Ezek objektív elkülönítése a felszín azon paramétereit alapján történik, amelyek fontosak a felszín termikus reakciói szempontjából. Ezek a felszín sugárzási, hőtani tulajdonságait, geometriáját és felszínborítását jellemzik (2. táblázat). Lényeges tehát, hogy ez a kategóriarendszer egy nagyobb terület általános jellemzésére alkalmas, így egy kisebb parkot, tavat vagy nagyobb épületet nem tekintünk külön LCZ-nek, hanem nagyobb, hasonló területeket jelölünk ki, emiatt egy homogénnek tekintett területen belül is van némi változatosság.

Az említett paraméterek kiszámítása érdekében bemenő adatokként a következőket használtuk fel: egy vektoros állományt, ami Szeged épületeinek alaprajzát és magasságát tartalmazza (Unger 2006), az ez alapján számított 5 méteres felbontású SVF adatbázist (Gál et al. 2009), egy 5 sávós, 5 méteres térbeli felbontású RapidEye (2012) műholdfelvételt, egy 0,5 m felbontású ortofotót, 1:10 000 EOTR térképszelvényeket, egy vektoros úthálózati adatbázist, valamint a Corine Land Cover felszínborítási adatbázist (Bossard et al. 2000). A számítási módszerek részletes leírását Unger et al. (2013) tartalmazza. Néhány típus nem megfelelő elkülöníthetősége miatt helyenként

légifelvételek és a helyismeretünk alapján korrigáltuk a zónák kijelölését. Eredményként a 2. ábrán látható térképet kaptuk.

A 3. ábra egy-egy tipikus példát szolgáltat a városban előforduló beépített jellegű LCZ kategóriákra, ortofotóból kivágott részletek segítségével, ahol a körök sugara 250 méter. Ezek a területek a módszerünk révén kijelölt viszonylag homogénként kijelölt zónák belsejében vannak.

Vizsgálatok és eredmények. Oke (1998) definiálja az ún. időjárási tényezőt (weather factor, WF), aminek az a szerepe, hogy az aktuális időjárást számszerűen értékelje



6. ábra: A léghőmérséklet menete az útvonal mentén a két mérés idején, valamint az LCZ típusok belső területei

abból a szempontból, hogy az mennyire kedvező a felszíni lokális hatások érvényesüléséhez. A kiszámítására egy empirikus képlet szolgál, ami figyelembe veszi a felhőzet mennyiségét, fajtáját és a szélsébséget. Így egy összetett mérőszámot alkot, ami 0 és 1 közötti értéket vehet fel. Például Stewart et al. (2013) szerint azokat a mérési időszakokat érdemes figyelembe venni, amikor $WF > 0,7$. A kiszámításához szükséges adatokat az órás SYNOP (WMO, 2009) táviratokból vettük (OGIMET 2013), melyek a Bajai úti (külterületi) OMSZ állomásról származnak.

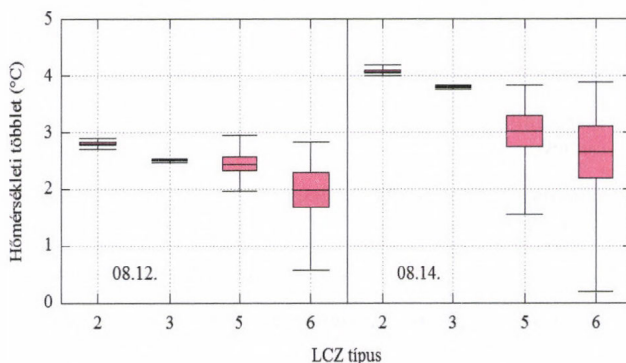
A vizsgált időszakra vonatkozólag (2008.08.11–08.14) a bemenő adatok és a kiszámított WF értékek menetét a 4. ábra mutatja be. Az egyszerűbb ábrázolás érdekében a felhőzet mennyiségét oktárról tizedre számítottuk át. A WF értékek végig 0,45 fölöttinek adódtak, és a méréseket megelőző napokon rendszerint kedvezőbbek voltak (0,7–1 és 0,5–1), míg a mérési napokon – legalábbis napközben – valamivel kevésbé (élénkebb szél, 12-én főleg Cirrus spissatus, 14-én főleg Cumulus mediocris felhőzet).

A mobil mérések útvonala a Szegeden megtalálható beépített LCZ típusok közül az LCZ 5, LCZ 6 és LCZ 3 területén kétszer, míg az LCZ 2-n egyszer haladt át, míg az LCZ 9 és az LCZ 8 területeket nem érintette (2. ábra).

A két mérési napon a hőmérséklet térbeli eloszlása nagyon hasonló volt (5. ábra), bár a lokális különbségek a 14-ei mérés során jelentősebbek voltak, ami összhangban van azzal, hogy estére a nappali erős besugárzás idején képződött gomolyfelhők megszűntek, és a szél is elállt ($WF_{08.12.19:00}=0,71$ és $WF_{08.14.19:00}=1,00$). A leghidegebb

és legmelegebb szakaszok különbsége $2,94\text{ }^{\circ}\text{C}$, illetve $4,28\text{ }^{\circ}\text{C}$ volt. A szűkebb területre koncentráló 5. ábra alapján megfigyelhető az összefüggés az LCZ típusok és a hőmérsékleti többlet nagysága között, de látszik egy ennél kisebb térszkálájú mintázat is.

Leválogattuk a mérési útvonal pontjai közül azokat, amelyek valamelyik LCZ típus belsejébe esnek, annak határától több mint 100 méterre. Erre azért van szükség, mert két homogén terület határának közelében lévő mérőpontoknak a forrásterülete – a környezettől és az aktuális légköri viszonyoktól függően – nem feltétlenül esik kizárólag az adott területre (Oke 2004), így a szélektől bel-



7. ábra: A kijelölt területeken mérhető hőmérsékleti többlet szélsőértékei, átlaga, szórása

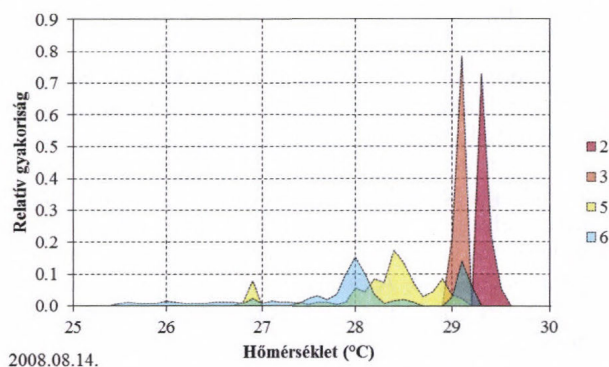
jebb lévő területek sokkal inkább reprezentatívaknak tekinthetők az adott LCZ típusra nézve.

A léghőmérséklet menetét az útvonal mentén a 6. ábra szemlélteti, kiegészítve az adott típus lehatárolt belső részeinek helyzetével. Északon az út nagy területen halad az LCZ 5-ben, melyben a beépítettség igen változatos, tízeletemes lakótelepi épületek, parkolók, és fákkal sűrűn benőtt területek találhatók rajta, azaz nem teljesen homogén, ami meglátszik a hőmérséklet menetében is. A város déli részén hosszabb mérést történt LCZ 6 területen, ami nagyrészt családi házakat jelent, illetve a város szélén található vasúti területek is ehhez a zónához lettek sorolva. Itt látszik, hogy a városközponttól távolodva a hőmérséklet fokozatosan csökkent. A sűrűn beépített területek a város központi részén találhatók, területük az előbbieknél kisebb, így ezeket a mobil mérések is rövidebb úton érintették.

A 7. ábra azt mutatja be, hogy az egyes területeken milyen tartományon belül fordulnak elő a hőmérsékleti értékek. Látszik, hogy míg hasonlóan magas értékek előfordulnak nagyjából mindegyik területen, addig az alacsonyabb értékek kifejezetten csak a ritkábban beépített, illetve alacsonyabb épületekkel rendelkező zónákon belül találhatók. Az LCZ 3 esetén a hőmérséklet a mérési útvonal mentén térben alig változott, de ebben az esetben kifejezetten kis területről van szó, mindössze 14 mérési pont volt egy 210 m hosszú szakaszon. Csak az augusztus 14-ei mérést tovább részletezve, a 8. ábra szerint az LCZ 5 és 6 területén a hőmérséklet eloszlása hasonló, de az LCZ 5 esetén a leggyakoribb értékek körülbelül $0,5\text{--}1\text{ }^{\circ}\text{C}$ -kal magasabbnak mutatkoznak.

Mivel a mért hőmérséklet térbeli eloszlása alapján szembevetendő az LCZ-knél kisebb térszkálájú helyi hatások jelentősége, így ortofotókon beazonosítottuk azokat a helyeket, amelyek a nagyobb léptékű környezetükhöz képest kiugróan eltérő hőmérsékletűek voltak (9. ábra). Itt a 08.14-ei mérés adatait vettük figyelembe, mivel ezen a napon a lokális különbségek jóval nagyobbak voltak.

Az A pont előtt az útvonal a körtöltés mellett halad, onnan fordul be a lakótelepi rész belsejébe. A B ponton található lokális hőmérsékleti maximum két forgalmas út, a Rókusi-krt. és a Csongrádi sgt. kereszteződésében található, tőle kb. 100 méterre egy valamivel hűvösebb rész



8. ábra: A kijelölt területek hőmérsékletének eloszlása 2008.08.14-én

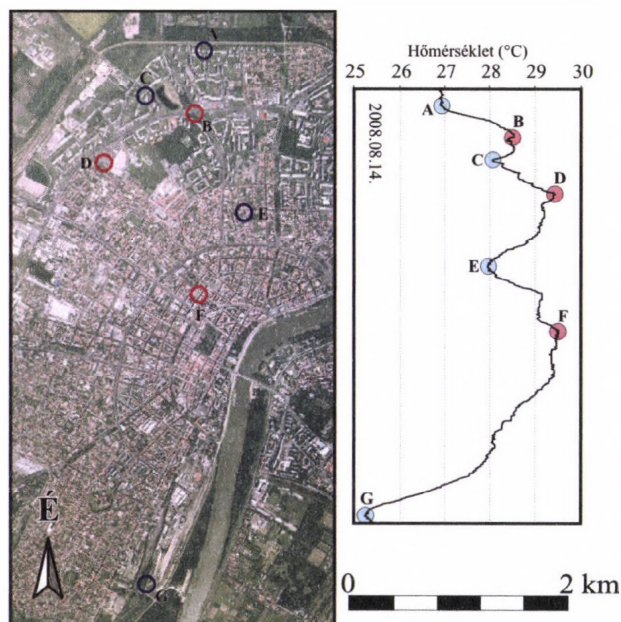
található a Vér-tó melletti, és a Rókusi-krt. déli oldalán található fás terület között. C-vel jelöltünk egy még hűvösebb pontot, ami a Vér-tótól 80 m-rel nyugatra található, egy parkos környezetben. A D pont a mérés során érintett egyik legmelegebb pont, ami a Rókusi-körúti Tesco áruház parkolóját jelenti, északról tízeletemes, délről pedig 3-4 emeletes panelépületek veszik körbe. Az E-vel jelölt, hűvösebb pont környezetében 2-3 emeletes épületek találhatók, az utcák mentén ugyan sűrűn elhelyezkedve, de közöttük a telkeken nagy kiterjedésű zöldfelületek találhatók, sok fával. A legmagasabb hőmérsékletű, belvárosi F pont környezetét sűrűn beépített, 3-4 emeletes épületek jelentik. Ezen a területen a hőmérséklet egyenesen magas. Legalacsonyabb a hőmérséklet a beépített terület szélén (G pont), amely a Tisza és a vasúti pálya között található.

Összegzés. Vizsgálatunk során összehasonlítottuk a 2008 augusztusában, két esti mobil mérés során detektált léghőmérséklet értékeit a területre jellemző beépítettség jellegével. A beépítettség jellemzését a Lokális Klímazónák osztályozási rendszerének alkalmazásával hajtottuk végre, amihez a területek lehatárolását korábbi vizsgálataink során végeztük el.

Megvizsgáltuk a mérések idején uralkodó időjárási körülményeket is. Az időjárási tényező értéke alapján a második mérés időpontja jóval alkalmasabb volt a felszín klímamódosító hatásának érvényesüléséhez. Ezzel összhangban a vizsgált területen mérhető hőmérsékleti értékek által átfogott tartomány $2,94\text{ }^{\circ}\text{C}$ és $4,28\text{ }^{\circ}\text{C}$ volt, ami a WF értékeinek alkalmazhatóságát támasztja alá.

A továbbiakban leválogattuk azokat a mérési szakaszokat, amelyek valamelyik lehatárolt zóna belsejébe esnek,

mivel ezek sokkal inkább reprezentatívak az adott területre nézve. Megvizsgáltuk a léghőmérséklet térbeli eloszlását, amely alapján megfigyeltük egyrészt a különböző mértékben beépített típusok eltérő hőmérsékletét, másrészt a kijelölt területeknél kisebb léptékű (pl. forgalmas utakhoz, zöldfelületekhez, nagy kiterjedésű burkolt területekhez kötődő) változatosságot. Beazonosítottuk a környezetükhöz képest kiugróan hideg és meleg foltokat, majd megállapítottuk, hogy milyen kisebb léptékű környezethez kötődnek ezek az eltérések. A mért hőmérsékleti értékek maximuma két területhez köthető: az LCZ 2 szélén, ahol 3-4 emeletes épületek helyezkednek el sűrűn, illetve az LCZ 5 és LCZ 6 határán kiugróan meleg objektumként jelentkezett egy áruházzal parkolója. Az LCZ 5 területén a hőmérséklet menete eléggé változatos, ahogy a terület beépítettsége is (tízemeletes panelházak és fákkal sűrűn benőtt területek váltogatják egymást mozaikszerűen), míg az LCZ 6 nagy területet fog át, amelyen a beépítettség foka a magasabb, belvárosiasabb jellegű résztől a családi házas övezeten keresztül a város széléig többé-kevésbé folytonos átmenettel csökken le, és ugyanígy csökken a területen kifelé haladva a léghőmérséklet is. A belső részekhez kapcsolódó típusok (LCZ 2 és LCZ 3) kisebbek és termikusan kevésbé változatosak.



9. ábra: A második mérési napon mért hőmérséklet jellegzetes pontjai grafikonon (2008.08.14. mérés) és ezek helye a szegedi ortofotón

Köszönetnyilvánítás. A kutatást az OTKA PD-100352 és az IPA Cross Border Cooperation Programme HUSRB/1203/122/166. számú projektje (URBAN-PATH), valamint Bolyai János Kutatási ösztöndíj támogatta.

Irodalom

Auer, A.H., 1978: Correlation of land use and cover with meteorological anomalies. *Journal of Applied Meteorology* 17, 636–643.

- Bossard, M., Feranec, J. és Otahel, J., 2000: CORINE land cover technical guide – Addendum 2000. *Technical report No 40. European Environment Agency*, Copenhagen. 105 p.
- Ellefsen, R., 1991: Mapping and measuring buildings in the canopy boundary layer in ten U.S. cities. *Energy and Buildings* 15–16, 1025–1049.
- Gál, T., Lindberg, F. és Unger, J., 2009: Computing continuous sky view factor using 3D urban raster and vector data bases: comparison and application to urban climate. *Theoretical and Applied Climatology* 95, 111–123.
- OGIMET 2013: <http://www.ogimet.com> (utolsó hozzáférés: 2013.10.01.)
- Oke, T., R., 1987: Boundary layer climates. (2nd ed.). Routledge, London–New York, 435 p.
- Oke, T., R., 1998: An algorithmic scheme to estimate hourly heat island magnitude. In *Preprints of Second Urban Environment Symposium*, Boston, MA, American Meteorological Society, 80–83.
- Oke, T., R., 2004: Initial guidance to obtain representative meteorological observation sites. *WMO/TD No. 1250*, Geneva, 47 p.
- Oke, T., R. és Maxwell, G., B., 1975: Urban heat island dynamics in Montreal and Vancouver. *Atmospheric Environment* 9, 191–200.
- Rakonczi, J., Unger, J., Mucsi, L., Szatmári, J., Tobak, Z., van Leeuwen, B., Gál, T. és Fiala, K., 2009: A napfény városa naplemente után – Légi távérzékeléses módszerrel támogatott hősziget-térképezés Szegeden. *Földrajzi Közlemények* 133(4), 367–383.
- RapidEye, 2012: Satellite Imagery Product Specifications, Version 4.1., 44 p.
- Stewart, I., D., 2007: Landscape representation and the urban-rural dichotomy in empirical urban heat island literature, 1950–2006. *Acta Climatologica et Chorologica* 40–41, 111–121.
- Stewart, I., D. és Oke, T., R., 2009: A new classification system for urban climate sites. *Bulletin of the American Meteorological Society* 90, 922–923.
- Stewart, I., D. és Oke, T., R., 2012: Local Climate Zones for urban temperature studies. *Bulletin of the American Meteorological Society* 93, 1879–1900.
- Stewart, I., D. és Oke, T., R. és Krayenhoff, E., S., 2013: Evaluation of the ‘local climate zone’ scheme using temperature observations and model simulations. *International Journal of Climatology*, DOI: 10.1002/joc.3746
- Unger, J., 2006: Modelling of the annual mean maximum urban heat island with the application of 2 and 3D surface parameters. *Climate Research* 30, 215–226.
- Unger, J. és Sümegehy, Z., 2001: A városi hőmérsékleti többlet: keresztmetszet menti vizsgálatok Szegeden. *Léggör* 46(4), 19–25.
- Unger, J., Gál, T., Rakonczi, J., Mucsi, L., Szatmári, J., Tobak, Z., van Leeuwen, B. és Fiala, K., 2010: Modeling of the urban heat island pattern based on the relationship between surface and air temperatures. *Időjárás* 114, 287–302.
- Unger, J. és Gál, T., 2011: Automata állomáspár Szegeden – A városi klímamódosító hatás online megjelenítése. *Léggör* 56), 93–96.
- Unger, J., Lelovics, E., Gál, T. és Mucsi, L., 2013: A városi hősziget fogalom finomítása a Lokális Klímazónak koncepciójának felhasználásával – példák Szegedről. *Földrajzi Közlemények* (megjelenés alatt).
- WMO, 1983: Abridged final report, 8th session. Commission for Climatology and Applications of Meteorology, *World Meteorological Organization (WMO N°600)*, Geneva.
- WMO, 2009: Manual on Codes – International codes. Volume I.1 – Part A – Alphanumeric codes. *World Meteorological Organization (WMO N°306)*, ISBN 978-92-63-10306-2. WMO, Geneva, Switzerland. 504 p.

A BALATON TÉRSÉGÉNEK TERMIKUS KOMFORT VISZONYAI ÉS ANNAK VÁLTOZÁSAI

THERMAL COMFORT CONDITIONS AND ITS CHANGES IN THE LAKE BALATON REGION

Németh Ákos

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

Összefoglaló. A Balaton térségének bioklimatológiai vizsgálatáról szóló részletes tanulmány utoljára a 70-es évek közepén jelent meg (Béll és Takács, 1974). Ezt a több mint harminc éves csendet megtörve, kb. öt évvel ezelőtt új lendületet vett hazánk legfontosabb turisztikai célterületének bioklimatológiai vizsgálata (Németh et al. 2007). Hazánk éghajlatának múltbéli változásáról viszonylag pontos ismerettel rendelkezünk. Ez megfelelő alapot jelent akár a klímaváltozással kapcsolatos kutatásoknak is. De, hogy mindez hogyan befolyásolja az életünket (a munkával vagy a pihenéssel töltött időt), azt a termikus komplex vizsgálatával tudjuk csak megbecsülni. Ennek pedig előfeltétele, hogy a termikus komplex múltbéli változásait megismerjük. E tanulmány célja, hogy bemutassa a Balaton Kiemelt Üdülőkörzet termikus komfortviszonyait és az abban bekövetkező változásokat. A bioklíma meghatározása a nemzetközi szakirodalom alapján 12 UTC-re vonatkozik. A gyakorlati alkalmazás érdekében azonban megvizsgáltuk az esti órákra (18 UTC) jellemző bioklimatikus viszonyokat is. Ez utóbbi környezet-egészségügyi, illetve turisztikai szempontból jelentős.

Abstract. The last detailed study on the bioclimate of Lake Balaton was published in the middle of 70's (Béll and Takács, 1974). More than thirty years later, around five years ago, the bioclimatic conditions of the most important Hungarian tourism destination came to the fore again (Németh et al. 2007). We have more or less exact knowledge about the climate changes detected in our country. This knowledge provides correct background information for climate change research. We can evaluate mainly how our life will be affected by these changes with the thermal complex. For this it is necessary to recognize the changes of the thermal complex in the past. This study aims to show the thermal comfort conditions and its changes to the Lake Balaton Recreation Area. Although bioclimatological studies based on the adopted methodology are generally carried out at 12 UTC, but the thermal bioclimate conditions in the evening (18 UTC) are also examined in the interests of practical applications. The latter is important from the aspects of the environmental health or tourism.

Bevezetés. Az emberi egészség és életminőség egyik meghatározója a termikus komfort. Az emberi szervezet hőháztartása rendkívül bonyolult, számtalan külső és belső tényezőtől függ. A külső tényezők egyik legfontosabbika az embert körülölelő atmoszférikus környezet. A légkör fizikai állapotának jellemzőit a meteorológiai megfigyelések alapján megismerhetjük. De milyen szerepe van ezeknek a meteorológiai paramétereknek az emberi hőháztartásra? Erre a kérdésre nem egyszerű a válasz. Fontos azonban tudnunk, hogy az egyes tényezőket nem szabad külön-külön vizsgálni, hiszen ezek egymással "együttműködve", komplex módon hatnak szervezetünkre. Alapvetően három hatáskomplexet különíthetünk el. Az ún. *aktínikus hatáskomplex* olyan, különböző hullámhosszúságú sugárzás összessége, mely a szervezetben bizonyos kémiai-biokémiai válaszreakciókat vált ki. E reakciók egy része pozitív (pl. a D-vitamin képződése), más részük viszont a szervezet számára káros (pl. az UV-sugárzás következtében fellépő bőrelváltozások). A *levegőhigiénés komplex* az egészségre ártalmas gázokat, illetve folyékony- és szilárd halmazállapotú légszennyező anyagokat tartalmazza. Az általuk kiváltott hatás általában káros (pl. légzőszervi megbetegedések, allergia, karcinóma). A *termikus komplex* az emberi szervezet termoregulációs folyamatait meghatározó és befolyásoló meteorológiai paraméterek összessége. A termikus komplexek közé tartozik a hosszúhullámú sugárzás, a levegő hőmérséklete, a szélsebesség és a levegő nedvességtartalma (Jendritzky 1993). A termikus komplex vizsgálatát a különböző bioklíma indexek alkalmazásával tudjuk elvégezni. Mivel az ember állandó testhőmérsékletű élőlény, a változó külső termikus felté-

telek ellenére – bizonyos határok közt – képes a testmagjának hőmérsékletét egy viszonylag állandó (37,5 °C körüli) értéken tartani. Az ehhez szükséges energiát szervezetünk az elfogyasztott táplálék „elégítéséből” nyeri. Azt a külső hőmérsékleti tartományt, ahol az állandó testhőmérséklet fenntartása a legkevesebb energiát igényli termoneutrális-, vagy más néven komfort-zónának nevezzük. Ha a környezet hőmérséklete ebből a tartományból bármelyik irányba elmozdul, közvetett módon a szervezetet válaszreakcióra készíti, termikus stressz következik be. Testünk a hőmérséklet csökkenésével szemben toleránsabb. Míg a hipertermiás állapot (a szervezet meleg hatására bekövetkező működészavara) már mintegy 4 °C-os testhőmérséklet emelkedésnél bekövetkezik, addig a hipotermia eléréséhez a maghőmérsékletnek közel 8 °C-kal kell csökkennie.

A termikus komfort jellemzése (bioklíma indexek). A humán bioklimatológia eszköztárában ma már számtalan bioklíma index áll rendelkezésünkre, az egyszerű (csupán meteorológiai paramétereket alkalmazó) mutatóktól az összetettebb (az emberi test energiaegyensúlyát is figyelembe vevő), ún. energiaalapú indexekig. Jelen vizsgálatok két bioklíma indexen alapulnak. A fiziológiailag ekvivalens hőmérséklet (*Physiologically Equivalent Temperature* – PET) az egyik legnépszerűbb és leggyakrabban alkalmazott index. Számításának alapja az ún. MEMI-model (Munich Energy-balance Model for Individuals), mely az emberi szervezet hőáramlási viszonyait viszonylag egyszerűen írja le (Höppe 1999). Definíciója szerint a PET annak a standardizált, fiktív szobának a hőmérséklete, ahol az emberi test ugyanolyan fiziológiai válaszreakciókat (bőrhőmérséklet, verejtékezés,

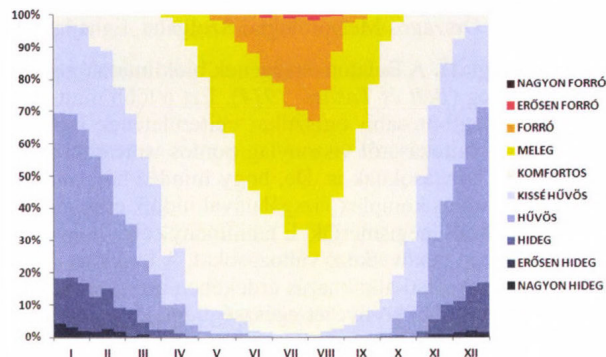
stb.) ad, mint a valós termikus környezetben. Ez a fiktív beltéri környezet a következő feltételeknek felel meg:

- az átlagos sugárzási hőmérséklet a levegő hőmérsékletével egyezik meg ($T_{\text{mrt}} = T_a$),
- a vízgőznyomás értéke 12 hPa,
- a légmozgás sebessége 0,1 m/s.

hető, hogy hazánkban is szükséges lenne speciális értéktartomány létrehozása. Ehhez azonban nagy mintán alapuló kérdőíves felmérésre lenne szükség, ami rendkívül időigényes. Ugyanakkor annak érdekében, hogy a „hideg oldalon” részletesebb képet kapjunk, a hazai gyakorlatban a +4 °C alatti („nagyon hideg”) tartományt tovább



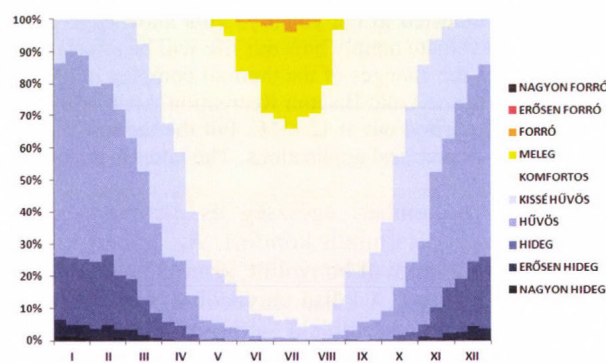
1. ábra: Bioklíma diagram Siófokra; (PET, 1961 – 2010, 12UTC)



2. ábra: Bioklíma diagram Siófokra; (UTCI, 1961 – 2010, 12UTC)



3. ábra: Bioklíma diagram Siófokra; (PET, 1961 – 2010, 18UTC)



4. ábra: Bioklíma diagram Siófokra; (UTCI, 1961 – 2010, 18UTC)

A PET meghatározásához nem csak egy referencia környezetet kellett bevezetni, hanem egy fiktív alanyt is definiáltak. Ez a fiktív alany, akire az indexet kiszámoljuk, 35 éves, 180 cm magas, 75 kg testtömegű férfi, aki könnyű ülő tevékenységet végez (1,5 met), ruházata pedig egy vékony öltöny hőszigetelésének (0,9 clo) felel meg. A PET számításához felhasznált meteorológiai elemek: a levegő hőmérséklete, a levegő relatív páratartalma, a szélsőségek és a sugárzási viszonyok. Ha a PET értéke 18 és 23 °C között alakul, az emberek túlnyomó részében (legalább 95%) szubjektív komfortérzet alakul ki. Ilyenkor a szervezet a megtermelt hőt könnyen leadja, a bőr hőmérséklete kellemes tartományban van. A 23 °C feletti PET egyre jelentősebb hőterhelést jelent, amit a szervezet hőszabályozó rendszere egyre kevésbé tud kompenzálni. Ugyanez igaz a 18 °C alatti PET értékek esetén.

A különböző fiziológiai hatásokhoz, illetve termikus stresszhez rendelhető PET értéktartományokat (1. táblázat) alapvetően a mérsékelt övre határozták meg (Matzarakis és Mayer 1996). Az eredeti PET skála a tapasztalatok szerint nem, vagy csak fenntartásokkal, kiegészítésekkel alkalmazható globálisan. Szubtrópusi trópusi éghajlaton például speciális PET értéktartományt szokás alkalmazni (Lin és Matzarakis 2008). Feltételez-

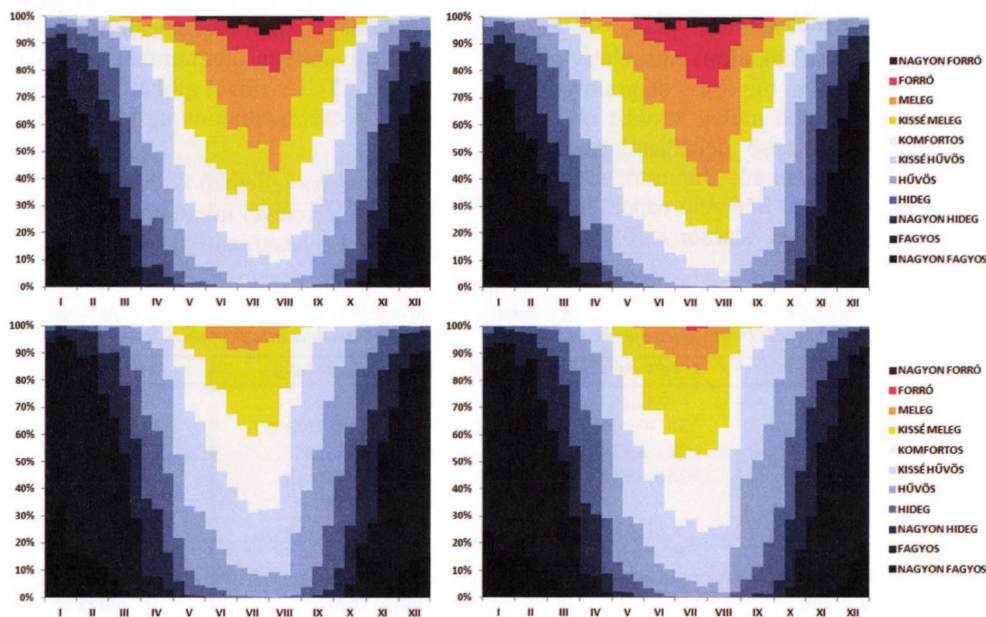
bontottuk, bevezetve a „fagyos” (0 és -10 °C között) és a „nagyon fagyos” (-10 °C alatt) kategóriákat. A fiziológiai stressz mértékét illetően a két új tartományban nincs változás.

Az univerzális hőmérsékleti klíma index (*Universal Thermal Climate Index* – UTCI) a PET-től eltérően globális index. Értéktartománya nem függ a földrajzi elhelyezkedéstől. Az UTCI fejlesztését a COST730 projekt végezte (Jendritzky et al. 2009). Ez az index a legújabb és legmodernebb bioklíma index. Fiziológiai alapja az ún. többmagvas Fiala-modell, mely napjaink legkorszerűbb fiziológiai modellje (Fiala et al. 2001, Fiala et al. 2012). Definíciója megegyezik a PET-ével, de az alkalmazott referenciakörnyezet más. Az UTCI számításához alkalmazott fiktív környezet a következő feltételeket teljesíti:

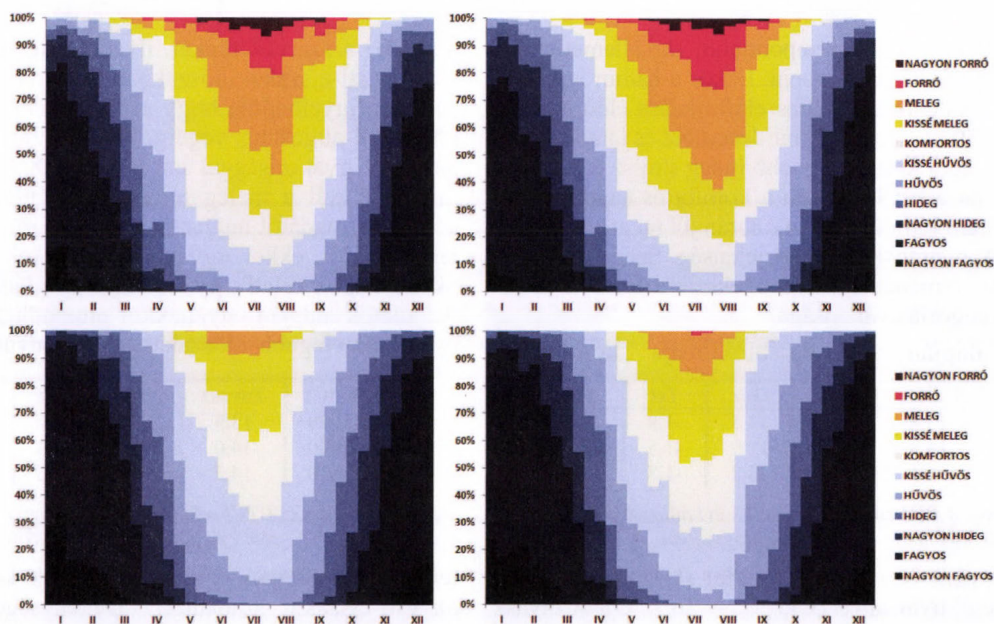
- az átlagos sugárzási hőmérséklet megegyezik a levegő hőmérsékletével ($T_{\text{mrt}} = T_a$),
- 10 m magasságban a légmozgás sebessége 0,5 m/s,
- a relatív nedvesség 50%, ha a levegő hőmérséklete 29 °C, vagy az alatti, míg 29 °C feletti léghőmérséklet esetén a 20 hPa vízgőznyomásnak megfelelő a relatív nedvesség, a fizikai aktivitás megfelel egy 4 km/h

($1,1 \text{ ms}^{-1}$) sebességgel sétáló emberének, ami 135 W/m^2 metabolikus rátával egyezik meg (Jendritzky et al. 2009, Bröde et al. 2012).

xekből havi, évszakos, évi átlagokat képeztünk a három éghajlati normáldőszakra vonatkozóan (1961–1990, 1971–2000, 1981–2010). Elvégeztük az átlagolást a teljes vizsgált



5. ábra: Bioklíma diagram Siófokra; PET, 1961 – 1990 (bal) és 1981–2010 (jobb), 12UTC (fent) és 18UTC (lent)



6. ábra: Bioklíma diagram Siófokra; UTCI, 1961 – 1990 (bal) és 1981–2010 (jobb), 12UTC (fent) és 18UTC (lent)

Az UTCI számításához a következő meteorológiai elemek szükségesek: levegő hőmérséklete, átlagos sugárzási hőmérséklet, vízgőznyomás és szélsébség.

A Balaton térségének bioklimája. A térség termikus komfortviszonyainak jellemzésére az Országos Meteorológiai Szolgálat siófoki főállomásának 12 UTC-kor és 18 UTC-kor mért adatait használtuk fel. A mért adatokból a RayMan program alkalmazásával számítottuk a PET és az UTCI értékeit. Az így kiszámolt, adott időpontra vonatkozó inde-

időszakra is (1961–2010, 50 év). Az átlagszámításon kívül a bioklimatológiai gyakorlatban alkalmazott módon, az egyes hőérzet-kategóriák relatív gyakoriságát is vizsgáltuk. Ennek során bioklíma diagram sorozatokat készítettünk mind a PET, mind az UTCI index felhasználásával a két vizsgált időpontra.

Míndeze alapján az elmúlt fél évszázad fiziológiailag ekvivalens hőmérséklet adatait vizsgálva elmondható, hogy a térség bioklimája „kissé hűvös” ($PET_{\text{year}} = 13,2 \text{ } ^\circ\text{C}$), „kissé meleg” nyárral ($PET_{\text{summer}} = 27,2 \text{ } ^\circ\text{C}$) és „na-

gyon hideg” téllal ($PET_{winter} = -1,9\text{ °C}$). Az átmeneti évszakok komfortklímája „kissé hűvös” ($PET_{spring} = 13,9\text{ °C}$, $PET_{autumn} = 13,3\text{ °C}$). A fiziológiailag ekvivalens hőmérséklet abszolút maximuma a vizsgált időszakban $51,2\text{ °C}$, míg a legalacsonyabb érték $-20,9\text{ °C}$ volt.

Az egyes hőérzet-kategóriák dekádokénti relatív gyakoriságát az 1. ábrán látható, ún. bioklíma diagram mutatja. Mérsékelt, vagy annál erősebb meleg stresszt okozó napokra általában március közepső dekájától szeptember utolsó harmadáig kell számítanunk. Júniustól szeptember közepéig fordulhatnak elő forró hőérzetű napok, igaz, relatív gyakoriságuk meglehetősen alacsony ($0,6 - 5,6\%$).

elmúlt fél évszázadban nem fordult elő a Balaton térségében a legmagasabb, „nagyon forró” hőérzetet jelentő komfort kategória.

Az UTCI értéktartományok relatív gyakoriságát ábrázoló diagramot (2. ábra) összehasonlítva a PET értékekből készített ugyanilyen diagrammal szembeötlő a különbözőség. Az UTCI – mivel globális indexről van szó – lényegesen kevesebb alkalommal jelez termikus stresszhelyzetet.

Az esti órákra jellemző komfortviszonyok elemzése a téli időszak kivételével minden évszakban fontos. Különösen így van ez nyáron, amikor napközben jelentős meleg ter-

1. táblázat.

A PET és az UTCI értéktartományai, az egyes kategóriákra jellemző fiziológiai stressz foka és a hőérzet (Matzarakis és Mayer 1996, Blazejczyk et al. 2010 alapján); * csak a hazai gyakorlatban alkalmazzuk!

PET (°C)	UTCI (°C)	A fiziológiai stressz foka	Hőérzet
+41 felett	+46 felett	extrém meleg stressz	nagyon forró
—	+38 — +46	nagyon erős meleg stressz	erősen forró
+35 — +41	+32 — +38	erős meleg stressz	forró
+29 — +35	+26 — +32	mérsékelt meleg stressz	meleg
+23 — +29	—	enyhe meleg stressz	kissé meleg
+18 — +23	+9 — +26	nincs termikus stressz	komfortos
+13 — +18	0 — +9	enyhe hideg stressz	kissé hűvös
+8 — +13	-13 — 0	mérsékelt hideg stressz	hűvös
+4 — +8	-27 — -13	erős hideg stressz	hideg
—	-40 — -27	nagyon erős hideg stressz	erősen hideg
+4 alatt (0 — +4) *	-40 alatt	extrém hideg stressz	nagyon hideg
-10 — 0 *	—		fagyos *
-10 alatt *	—		nagyon fagyos *

Az év termikus komfort szempontjából legkellemetlenebb időszaka augusztus első 10 napja. Ekkor a három legmelegebb hőérzeti kategória együttes előfordulása eléri a 60%-ot. Az elmúlt 50 év adatai szerint december és január hónapokban mindvégig kisebb-nagyobb hideg stressz éri szervezetünket; ebben a két hónapban a komfortos napok relatív gyakorisága nem kimutatható. Az ábrán jól megfigyelhető a vénasszonyok nyarának nevezett jelenség. Szeptember közepén ugyanis átmenetileg megnövekszik a forró és a nagyon forró kategória gyakorisága.

Az UTCI alapján a térség bioklimája „komfortos”

PET (°C)	Tavaszi	Nyár	Ősz	Tél	Év
1961-1990	13,8	26,6	13,5	-1,9	13,1
1971-2000	13,8	27,1	12,9	-1,5	13,2
1981-2010	14,1	27,8	13,2	-1,8	13,4

2. táblázat: A PET sokévi évszakos és évi átlagértékei a három éghajlati normálidőszakban

($UTCI_{year} = 12,9\text{ °C}$), „hűvös” téllal ($UTCI_{winter} = -2,9\text{ °C}$) és „meleg” nyárral ($UTCI_{summer} = 26,7\text{ °C}$). A tavasz és az őszi szintén „komfortos” ($UTCI_{spring} = 14,0\text{ °C}$; $UTCI_{autumn} = 13,6\text{ °C}$). Jól látható, hogy bár számszerűen a PET és UTCI értékek nagyon hasonlóan alakulnak, az eltérő értéktartományok miatt némiképp más fiziológiai hatást jellemeznek. Ez egyben arra is figyelmeztet, hogy a különböző bioklíma indexek összehasonlítása és az általuk jellemzett komfortklíma jellemzése gyakran nehézségbe ütközik. Minden esetben szükséges jól dokumentálni a vizsgálathoz alkalmazott index tulajdonságait. Az 50 évi adatsort elemezve az UTCI értékek abszolút maximuma $40,6\text{ °C}$, abszolút minimuma pedig $-47,0\text{ °C}$ volt. Ez azt jelenti, hogy ezen index szerint az

helés éri a szervezetünket, ilyenkor ugyanis szükségünk van az esti-éjszakai időszakban a felfrissülésre. A 3. ábrán megfigyelhetjük, hogy a PET értékek alapján május közepétől augusztus végéig, még ha időszakonként igen alacsony gyakorisággal is, de még 18 UTC-kor is számolnunk kell a meleg terheléssel. Különösen a június utolsó harmadától augusztus végéig tartó időszak figyelemre méltó, ekkor ugyanis a mérsékelt meleg stresszt okozó napok relatív gyakorisága meghaladja a 10%-ot. Az adatok alapján ugyanakkor elmondható, hogy még a nyár legmelegebb időszakában is túlnyomórészt olyan

UTCI (°C)	Tavaszi	Nyár	Ősz	Tél	Év
1961-1990	13,9	26,1	13,7	-3,2	12,7
1971-2000	14,0	26,6	13,3	-2,4	13,0
1981-2010	14,3	27,3	13,8	-3,0	13,2

3. táblázat: Az UTCI sokévi évszakos és évi átlagértékei a három éghajlati normálidőszakban

termikus viszonyok uralkodnak, amik kedveznek mind az esti-éjszakai szabadtéri tevékenységeknek, mind a nyugodt pihenésnek. A turisztikai programok tervezésénél azonban érdemes figyelembe venni, hogy a Balaton térségében augusztus végétől már rohamosan romlik a komfortklíma.

Az előzőeknél kedvezőbb képet mutat az UTCI adatokból készített bioklíma diagram (4. ábra). Az UTCI alapján az április végétől október elejéig terjedő időszakban legalább 50% relatív gyakorisággal fordul elő komfortos, vagy annál kissé melegebb termikus környezet 18UTC-kor (a PET alapján ez az időszak két hónappal rövidebb!), ami a szabadtéri programoknak kedvez. Ugyanakkor meg kell jegyezni, hogy június elejétől augusztus

első dekádjáig, ha csak nagyon ritkán is, de előfordul a „forró” hőérzetet jelentő kategória is.

A termikus komfort változása az elmúlt fél évszázadban. A mért éghajlati paraméterek (pl. hőmérséklet, csapadék, napfénytartam, stb.) változása ma már ismert, erről számtalan tanulmány jelent meg. De vajon kimutatható-e a változás az olyan komplex indexek esetében is, mint a PET vagy az UTCI? A kérdés megválaszolásához vizsgáljuk meg három éghajlati normálidőszak, az 1961-1990, az 1971-2000 és az 1981-2010 közötti harminc év komfortviszonyait. A PET (2. táblázat) sokévi éves, illetve tavaszi és nyári átlagértékei folyamatosan emelkedtek. A legnagyobb változás a nyári átlagokban következett be, a harmadik harmincéves időszakban 1,2 °C-kal volt magasabb a PET átlaga, mint 1961-1990 között. Ősszel és télen más irányú változás figyelhető meg. Az őszi átlagérték 1971-2000 között alacsonyabb, mint a megelőző 30 évben. Ezt követően az 1981-2010-es érték ismét emelkedik. Télen a változás fordítottja az ősszel tapasztalhatónak. A PET 1971-2000-es átlaga magasabb, mint az előző időszakban, ugyanakkor a 1981-2010-es átlagérték ettől kissé elmarad. Az UTCI éves és évszakos átlagértékei a PET-hez hasonlóan változnak (3. táblázat).

Teljesebb képet kapunk a komfortklíma változásairól, ha a standard 30 éves időszakokra elkészített bioklíma diagramokat is elemezzük. Így lehetőségünk van megismerni, hogy a tíznapos időszakokban hogyan változik az egyes hőérzet-kategóriák relatív gyakorisága.

Az 5. ábrán látható PET alapú bioklíma diagramon megfigyelhető a meleg hőérzeti kategóriák arányának növekedése a déli órákban, különösen a kora nyári időszakban. Május második és harmadik dekádjában a legutóbbi 30 évben több mint másfélszeresére nőtt a „meleg” napok aránya. Júliusban és augusztusban a „forró” hőérzetű napok gyakorisága nő meg. Jól látható ugyanakkor, hogy az 1981-2010-es időszakban augusztus közepétől a meleg hőterhelést okozó napok előfordulásának gyakorisága gyorsabban csökken, mint a korábbi időszakban. A fenti változások miatt a bioklíma diagram jellege – ha nem is jelentős mértékben, de észrevehető módon – megváltozott. A kora nyári időszakban a meleg oldal kidomborodik, miközben az őszi időszakban a „forró” és „nagyon forró” kategóriák visszaszorulnak. A téli félévben ennyire jellegzetes változás nem figyelhető meg. 18 UTC-kor hasonló jellegű változásokat fedezhetünk fel. A „kissé meleg” és „meleg” kategóriák relatív gyakorisága növekedett a nyári hónapokban, sőt júliusban már az erős meleg stresszt jelentő kategória is megjelent.

Az UTCI-n alapuló bioklíma diagramon (6. ábra) látható legjelentősebb változás az „erősen forró” napok megjelenése 12 UTC-kor, június végén, illetve a gyakoriság megnövekedése júliusban és augusztusban. Mindeközben a forró hőérzetű napok aránya is emelkedett. Az elmúlt 30 évben június utolsó dekádjától augusztus közepéig a „kissé hűvös” kategória gyakorisága 1% alá csökkent. Augusztus második dekádját követően a meleg hőterhelés egyre kevésbé jellemző. A kellemetlenül me-

leg napok gyakorisága az 1981-2010-es időszakban gyorsabban csökken, mint korábban. 18 UTC-kor az utolsó 30 évben jelentősen megnőtt az erős meleg stresszt jelentő napok gyakorisága a nyári hónapokban.

Összefoglalás. E tanulmányban a Balaton térségének termikus komfort viszonyai, illetve a termális bioklimában fél évszázad alatt bekövetkezett változások legfontosabb jellemzőit mutattuk be. Nem szabad elfelejtenünk ugyanakkor, hogy a termikus komfort szubjektív érzés, ami (sok egyéb mellett) az életkor, a nem és az egészségi állapot függvénye. Munkánk során az egyik legismertebb és leggyakrabban alkalmazott bioklíma indexen (a PET-en) kívül megvizsgáltuk a legújabb és legmodernebb index, az UTCI viselkedését is. Az UTCI alkalmazása bioklimatológiai vizsgálatokban – mivel új fejlesztésről van szó – nemzetközi szinten is ritkaságszámba megy. Az itt közölt eredmények a Balaton térségének részletes turisztikai klimatológiai vizsgálatának alapjait jelentik.

Irodalom

- Béll, B. és Takács, L.(szerk.), 1974: A Balaton éghajlata; A Balaton térségének éghajlati jellegzetességei, hő- és vízháztartása, bioklimája. OMSZ Hivatalos Kiadványa XL. kötet, pp. 316
- Blazejczyk, K., Bröde, P., Fiala, D., Havenith, G., Holmér, I., Jendritzky, G. és Kampmann B., Kunert A., 2010: Principles of the new Universal Thermal Climate Index (UTCI) and its application to bioclimatic research in European scale. *Miscellanea Geographica* 14, 91-102.
- Bröde, P., Fiala, D., Blazejczyk, K., Holmér, I., Jendritzky, G., Kampmann, B., Tinz, B. és Havenith, G., 2012: Deriving the operational procedure for the Universal Thermal Climate Index (UTCI). *Int. J. Biometeorology* 56, 481-494.
- Fiala, D., Lomas, K.J. és Stohrer, M., 2001: Computer prediction of human thermoregulatory and temperature responses to a wide range of environmental conditions. *Int. J. Biometeorology* 45, 143-159.
- Fiala, D., Havenith, G., Bröde, P., Kampmann, B. és Jendritzky G., 2012: UTCI – Fiala multi-node model of human heat transfer and temperature regulation. *Int. J. Biometeorology* 56, 429-441.
- Höppe, P., 1999: The physiological equivalent temperature in a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. *Int. J. Biometeorology* 43, 71-75.
- Jendritzky, G. 1993: The atmospheric environment – an introduction. *Experientia* 49, 733-738.
- Jendritzky G., Havenith G., Weihs P. és Batchvarova, E.,(eds) 2009: Towards a Universal Thermal Climate Index UTCI for assessing the thermal environment of the human being. *Final Report of COST Action 730*
- Lin, T. P. és Matzarakis, A., 2008. Tourism climate and thermal comfort in Sun Moon Lake, Taiwan. *Int. J. Biometeorology* 52, 281-290.
- Matzarakis, A., és Mayer, H., 1996: Another kind of environmental stress: Thermal stress. *WHO Newsletters* 18, 7-10.
- Németh, Á., Schlanger, V., és Katona, Á., 2007,: Variation of thermal bioclimate in the Lake Balaton Tourism Region (Hungary). in: Matzarakis A., deFreitas C., Scott D. (eds.): *Developments in Tourism Climatology*, 37-42.

MIKROCSAPADÉKOK MÉRÉSI MÓDSZEREI ÉS VIZSGÁLATA MAGYARORSZÁGON

MEASUREMENT METHODS AND EXAMINATION OF MICROPRECIPITATION IN HUNGARY

Lázár Dóra

Eötvös Loránd Tudományegyetem, Meteorológiai Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A
ldora1989@gmail.com

Összefoglalás: Magyarországon a zúzmara hálózatszerű mérése 1968/69 telén indult. A zúzmara mérések technológiai körülményei az elmúlt 45 évben nem változtak. A cikk a mikrocsepapadékok, legfőképpen a zúzmara mérési módszereit foglalja össze, valamint az elmúlt tíz év mérési adatait dolgozza fel. Ilyen jellegű adatfeldolgozás a 1970-es évek vége óta nem történt Magyarországon. Célunk két időszak mérési eredményeinek összehasonlítása és ezek összegzése.

Abstract: In Hungary measuring network of the rime was established in winter 1968/69. Technological circumstances of the measurements have not been changed in the last 45 years. This paper summarizes the methods of measurement of dew, hoar frost and rime as well as results of the rime measurements in the last decade. The main aim of this study is to compare the results of two measuring periods.

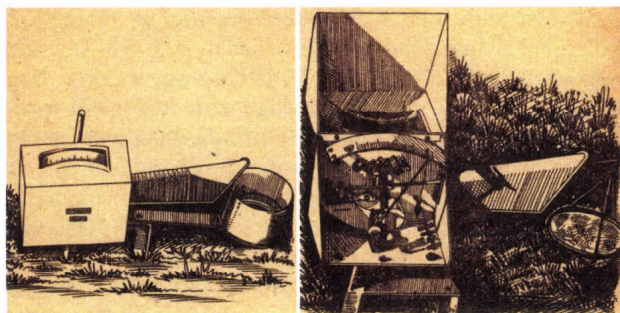
Bevezetés. A tanulmány témája a mikrocsepapadékok mérési módszerei és vizsgálata Magyarországon. A harmat, a dér és a zúzmara mérése változatos módszerekkel történhet, viszont Magyarországon a mérési adat kevés, vagy egyáltalán nem áll rendelkezésre. Fontos megemlíteni, hogy a csapadék fajtáknak nagy szerepe van. Tavasszal, nyáron és ősszel, ha magas a hőmérséklet és nagy a levegő vízgőztartalma, az éjszakai kisugárzás miatt a tárgyak körüli levegő is erősen lehűl. Ha a hőmérséklet a harmatpont alá csökken, a vízgőz kicsapódik, így harmat keletkezik. Aszályos időszakban ez a kicsapódott víz segíti a növény vízkészletének növelését. A kora őszi fagyoknál pedig megfigyelhető a növényzeten is. Kora tavasszal a gyümölcs és a zöldség fejlődését is meggátolja, ha a bimbók megfagynak (Buckley et al., 2008). A dér miatt csúszásveszély alakul ki az utakon. Míg a zúzmara esetében fontos, hogy főképp a kiálló tárgyakra rakódik le, ez esetben például elektromos vezetékekre lerakódva vezetékek-szakadáshoz vezethet. Ezek a csapadékfajták nem csak a szerepük miatt érdekesek, hanem mert keletkezésük a művészvilágot is megihlette.

Mikor a téma szakirodalmi hátterét gyűjtöttem össze, azt tapasztaltam, hogy ebben a témában kevés irodalom áll rendelkezésre. Magáról a mikrocsepapadékokról összefoglalóan nincs is fellelhető cikk. E fogalomba tartozó elemekről a Magyarországon megjelenő meteorológiai folyóiratokban csak külön-külön található csekély számú cikk. A tanulmányok többsége pedig a zúzmarráról, a zúzmara méréséről szól. E cikkek megjelenése döntően az 1960–70-es évekhez köthető. Ezért is gondoltam, hogy az Országos Meteorológiai Szolgálatnál kért adatok segítségével saját vizsgálatokat végzek az elmúlt tíz évre, vagyis a 2001–2010-es időszakra.

A tanulmányban először rátérek a témakörben elhangzott fogalmak rövid ismertetésére. Majd a történeti áttekintés keretében ismertetem a Réthly Antal által összegyűjtött mikrocsepapadékokhoz kapcsolódó időjárási eseményeket. Továbbiakban a három mikrocsepapadék mérési módszere-

Kategória	A lerakódás Név	J e l e	
		Régi	Új
Zúzmalarakódások	Finom kristályos zúzmara	∇	∇
	Szemcsés durva zúzmara	∇	∇
	Jeges durva zúzmara	∇	⚡
Önösöző bevonat	Sikjég, jégbevonat	~	~
Hólerakódások	Vizes tapadó hó	✕	✕
	Fagyott, tapadó hó	✕	∇

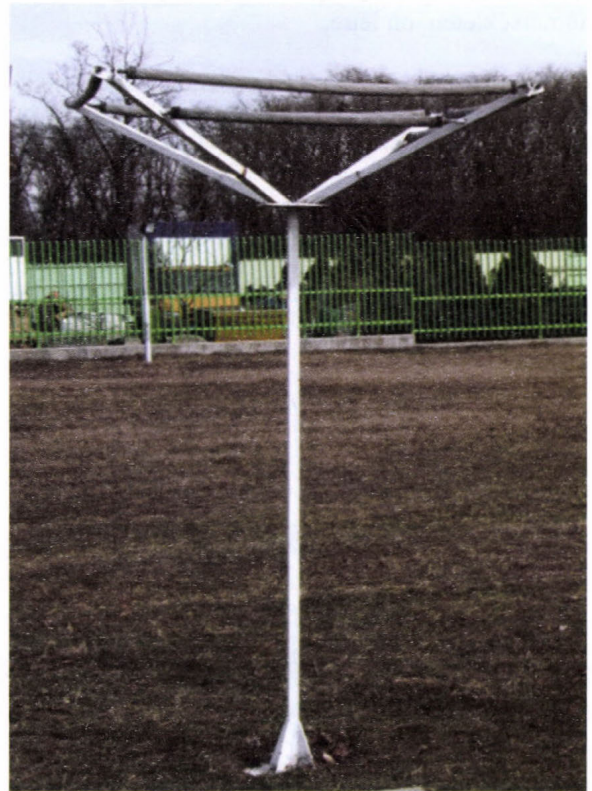
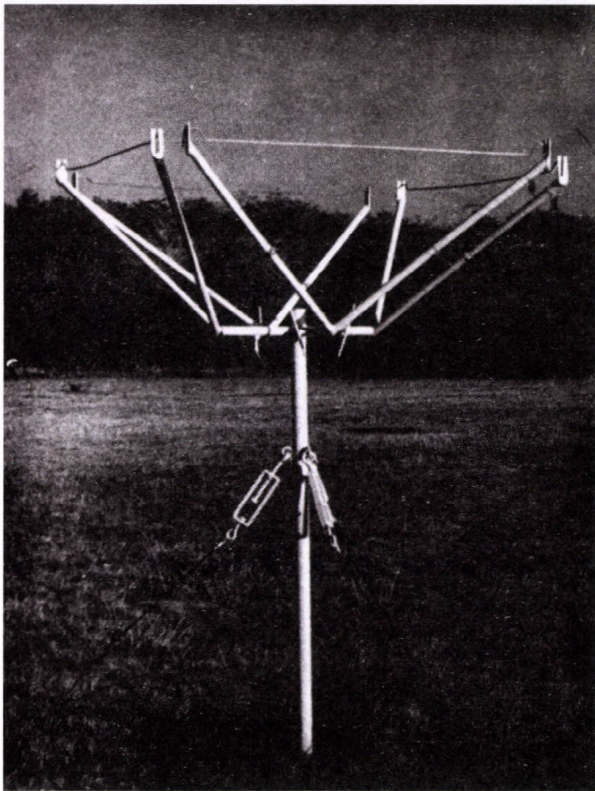
1. ábra: Zúzmara-lerakódási formák szimbólumrendszere (Csomor, 1975)



2. ábra: Lambrecht-féle harmatmérleg összeállítva és belül (Pödör, 1959)

it összegzem mind vizuális mind műszeres mérés szempontjából. Végezetül a saját vizsgálataim eredményeit mutatom be. Célom így a mikrocsepapadékok mérésének bemutatása a mostani és régebbi módszerek alapján, valamint a két időszakra vonatkozó mérési eredmények összehasonlító értékelése. Az elmúlt évtizedek hazai meteorológiai szakirodalmában a zúzmaramérések fontosságuk ellenére nem kaptak kellő hangsúlyt, így célunk a szakmai közvélemény figyelmének felkeltése.

Általános definíciók. Összefoglaló néven mikrocsepapadéknak nevezzük a csapadék azon formáit, melyeknél a kondenzáció közvetlenül a felszínen, a felszíni terptárgyakon következik be. Fajtái a harmat, a dér és a zúzmara.

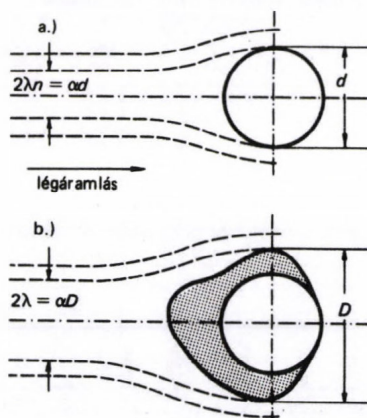


3. ábra: Egy régebbi (balra) és egy mai (jobbra) zúzmaramérő Budapest Pestszentlőrinc állomáson

A harmat a tereptárgyakat körülvevő levegő víztartalmának közvetlen kondenzálódásával jön létre, fagypont feletti hőmérsékleten. Két fajtáját különböztetjük meg. Lehet helyben lerakódó harmat, amennyiben a levegő alig mozog és a vele érintkező tereptárgyak felszínének hőmérséklete – kisugárzás révén – a levegő harmatpontja

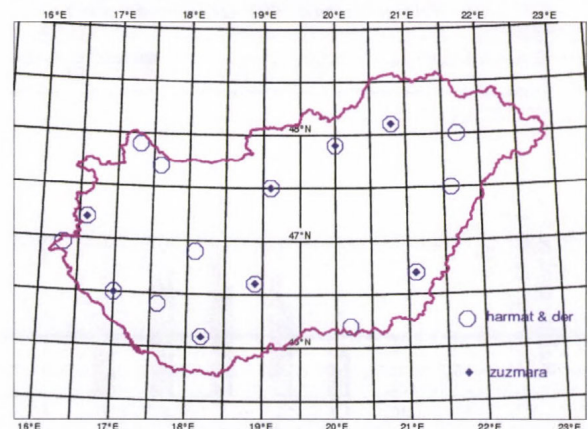
nincs köd. A fehér harmat pedig a megfagyott harmatcseppek rétege.

A dér a levegő vízgőztartalmának közvetlen kifagyásával keletkezik fagypont alatti harmatpont esetén. Ugyanúgy, mint a harmat esetében megkülönböztetünk helyben lerakódó deret és advekciós deret.



4. ábra: Zúzmara-lerakódás mechanizmusa (Csomor, 1980)

alá süllyed. Lehet még advekciós harmat, amikor a levegő – lassan áramolva – harmatpontjánál alacsonyabb hőmérsékletű tereptárgy fölött illetve mellett halad el. Az utóbbi esetben a tereptárgy függőleges felületei kapják a nagyobb vízmennyiséget, míg az előbbiben a vízszintes felületek. A ködlecsapódástól úgy lehet megkülönböztetni az advekciós harmatot, hogy keletkezésének idején



5. ábra: Mikrosapadék-mérő állomások Magyarországon

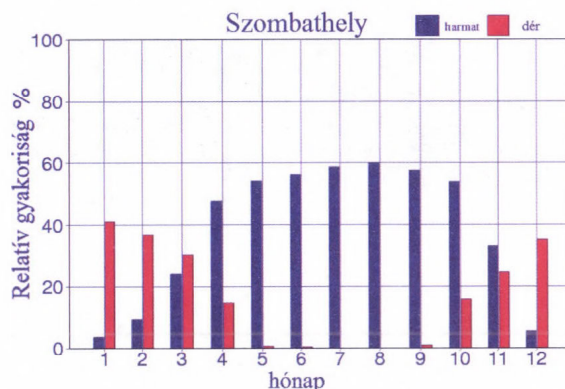
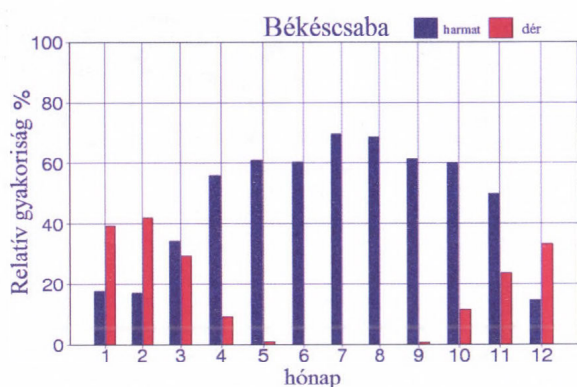
A zúzmara jelenség lényege az, hogy túlhűlt köd-, vagy felhőcseppek a különféle tárgyak felszínéhez ütközve azokra ráfagynak. Három félet különböztetünk meg (Csomor, 1972).

A finom zúzmara viszonylag vékony, könnyen lekaparható, sőt lerázható kristályos réteg, amely szélcsendben vagy gyenge légáramlásban keletkezik és a tárgyak fel-

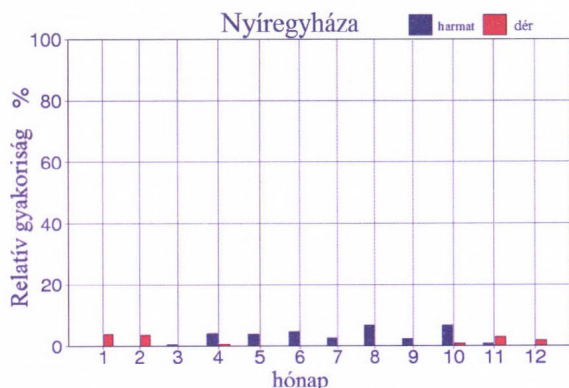
színét közel egyenletesen borítja. Általában $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$ alatti hőmérsékleten jön létre.

A durva zúzmara ezzel szemben legalább mérsékelt erősségű szélben, s általában $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ és $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ közötti hőmérsékleten keletkezik. Ez a lerakódás a tárgyak szélfelőli

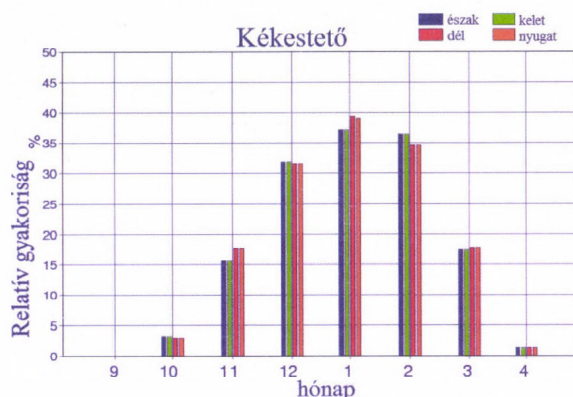
A harmadik zúzmara fajta, a jeges zúzmara okozza a legtöbb gondot, különösen a repülés számára. Azért nevezzük így, mert az általa bevont tárgyak felszínén tömören összefüggő, amorf szerkezetű, általában átlátszó réteget képez, amely igen erősen tapad. Csak kalapáccsal, vagy olvasztással távolítható el. Kialakulása $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ és $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ közötti lég-



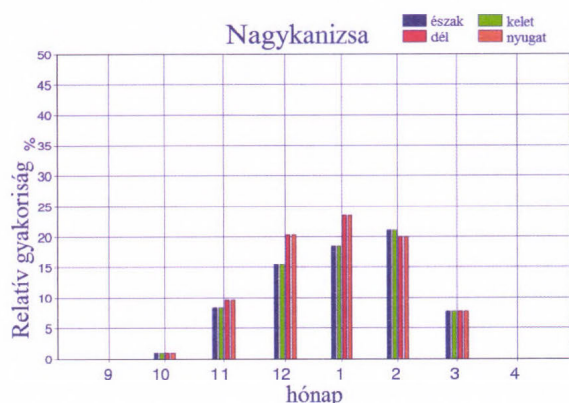
6. ábra: Harmat és dér havi gyakoriság diagramok, Békéscsaba és Szombathely állomásra a 2001–2010-es időszakra



6. ábra (folytatás): Harmat és dér havi gyakoriság diagram Nyíregyházára a 2001–2010-es időszakra



7. ábra: Zúzmara maximális lerakódás irányának gyakorisága Kékestetőn a 2001–2010-es időszakban



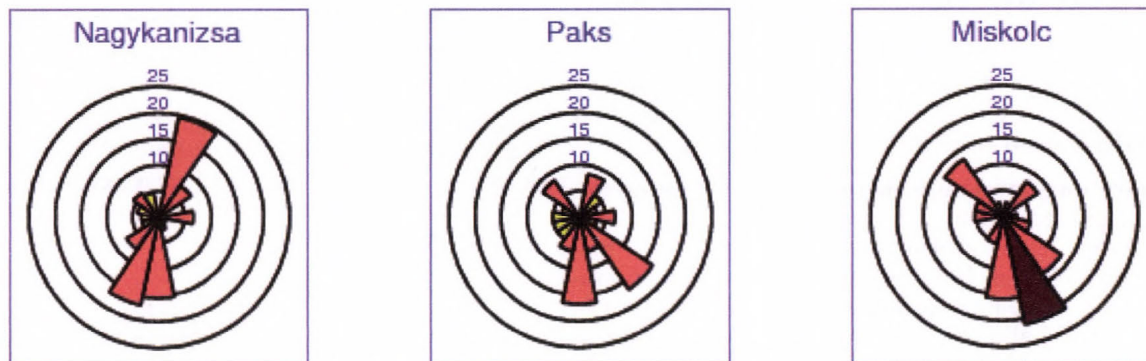
7. ábra (folytatás): Zúzmara maximális lerakódás irányának gyakorisága Nagykanizsa és Miskolc állomásra a 2001–2010-es időszakban

oldalán nagyon vastagga nőhet és ilyenkor tollakhoz hasonló kinövések jellemzők, amelyek széllle szemben állnak. A durva zúzmara erősebben tapad a tárgyak felszínéhez, de azért lekaparható.

hőmérsékleti intervallumban a legvalószínűbb, amikor a víz kifagyása lassan megy végbe, tehát be tud hatolni a résekbe, és tömör réteget tud létrehozni (Czelnai, 1981).

Történeti áttekintés. Az ókori görögöknél Arisztotelész helyesen megkülönbözteti a havat a dérától: „hó a felhők

lőzat körülbelül 20 állomást foglalt magába (Csomor és Kissné Tóth, 1966). 1975/76 telén pedig bevezették a



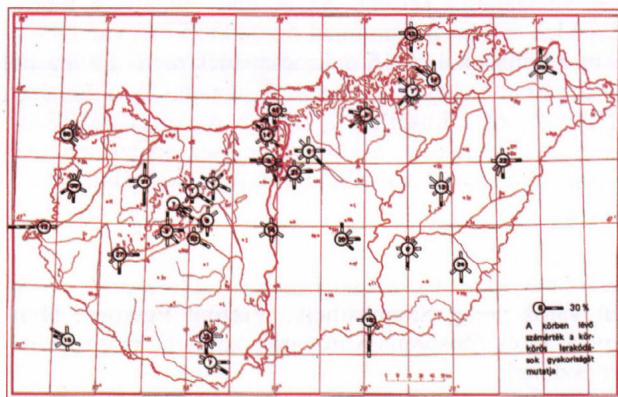
8. ábra: Zúzmara-lerakódás iránygyakorisága Nagykanizsán, Pakson és Miskolcon a 2001-2010-es időszakban

fagyása útján keletkezik, a dér viszont közvetlenül a gőzből jön létre”. De kialakulhat a túlhűlt cseppek lera-
kódásából is, ez elsősorban advektív ködökben figyelhe-
tő meg, amikor a meleg levegő a hideg felszín fölé ér-
kezve lehül (Mészáros, 2008).

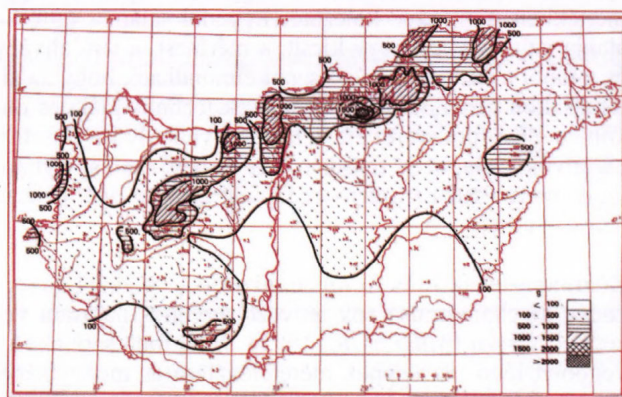
Réthy Antal kötetiben is van néhány esemény a mikrocseppekkel kapcsolatban. 1841-ben Sopronban „Május 13-án dér volt, amely sok kárt okozott.”, 1622. augusztus 12-én Eperjesen „Nagy hőség volt, miután te-
mérdek mérges igen sárga harmat hullott a földre, ezt dühöngődögvész követte”. 1809. november 20. Aradon „Ezen tájon nov. 20-án hó szirongokkal köszöntött be a tél. De mégis a szilaj szarvasmarha a mezőkön a hót fel-
kaparva is élődik...”

nemzetközileg elfogadott jelölésrendszert, amit valam-
ennyi megfigyelő állomáson alkalmaztak, függetlenül at-
tól, hogy rendelkeztek-e mérőműszerrel (Csomor, 1975).
Az 1. ábra a jelölésrendszert tartalmazza.

Mérési módszerek: Harmat és dér megfigyelése és mérése. A vizuális megfigyelés csak arról ad tájékozta-
tást, hogy az adott napon volt-e vagy sem harmat vagy
dér. A harmat számszerű mérése Magyarországon háló-
zatszerűen nincs kiépítve. Magyarországon a harmat
erősségét, valamint keletkezése intenzitását nem mérik.
Csupán a harmatképződés kezdete és vége kerül rögzítés-
re. A dér mérése az észleléssel ellátott főállomásokon év-
tizedek óta folyik. A mérésre használt eszköz, a dérko-
rong azonban nem különbözteti meg az advektív és lera-
kódással keletkező deret. A dér víztartalmát mérjük.



9. ábra: Zúzmara-lerakódásának iránya Magyarországon 1968 és 1978 között



10. ábra: Maximális lerakódási tömegek területi eloszlása Magyarországon az 1968/69-1977/78 időszakban

A szirongok mint kifejezés nincs az értelmező szótárban, de „szirony” van, mely zúzmarát, hódarát jelent, továbbá az olvadás után a hónak megfagyott felső része, daraeső „szironyos”, megkérgesedett hó felszín is jelenthet (Réthy, 1998).

A zúzmara vizuális megfigyelése közel 100 éven át abból állt, hogy megkülönböztették a fajtáit és 0,1,2 indexszá-
mokkal utaltak rá. Magyarországon az 1967/68-as év telén
kezdtek meg a zúzmaramérő műszeres méréseket. A há-

Vizsgálataim során inkább a zúzmara adatok feldolgozá-
sára koncentráltam.

A harmat esetében Lambrecht-féle harmat mérleggel
meg tudjuk mérni saját magunk is a harmat mennyiségét
(Pődör, 1959). A mérleget U-alakú villával szilárdan a
talajhoz erősítjük, vízszintmérőt használva, függőleges
beállításához leng egy függőn a műszer belsejében. Áltá-
lában a talajtól 10 cm-re helyezzük el a serpenyőt. Szél
esetén szükséges a serpenyővédő használata, mely alul-

felül nyitott. A mérleg skálája tizedes beosztású, mérőtartománya 0-tól 5 g-ig terjed. Az eredményt 1 m²-re vonatkoztatjuk.

A mérés a következőképpen zajlik. A serpenyőt este ki-helyezzük a műszerre, majd napkelte előtt, amikor a legnagyobb a harmat, a műszer leolvassuk, a mérés után a serpenyőt bevisszük és tiszta, száraz helyen tároljuk a következő mérésig. A 2. ábrán egy Lambrecht-féle harmatmérleg látható.

Zúzmara megfigyelése és mérése. Vizuális megfigyelésénél megkülönböztetik a zúzmara fajtáját, és 0, 1, 2 indexszámmal jelölik azokat. A zúzmara gyakoribb a magas hegyvidékeken. 1965-ben egy 8 éves időszakot vizsgáltak meg. Ebben az időszakban a Mátra aljában a Lőrincin működő állomáson 63 napon regisztráltak zúzmarát, míg Galyatetőn (a Mátra 964 m magas csúcsához közeli állomás) 184 napon regisztráltak zúzmarát. Ebben a nyolc évben Lőrincin egyszer észleltek novemberben zúzmaraképződést, míg Galyatetőn 14–14 napon fordult elő márciusban és novemberben. Budapesten 30 nap volt a zúzmarás napok száma ebben az időszakban (Hajós, 1965).

Műszeres mérésnél egy közös állványra szerelt, 4 db 1 m hosszú távvezeték-darabból áll a műszer. A távvezetékek átmérője 5 vagy 14 mm (5 mm-es: 18 állomáson, 14 mm-es: 10 állomáson). A 2–2 db felfogó drót észak–dél, ill. kelet–nyugati irányra áll merőlegesen. Mérjük a lerakódás irányát és vastagságát, valamint a távvezetékéről leolvasztják a ráakódott zúzmarát, melynek víztartalmát üveg-edényben megméri (Csomor és Kissné Tóth, 1966). Az 3. ábrán balra látható egy régebbi zúzmaramérő műszer a pestszentlőrinci állomáson (Csomor, 1979), míg jobbra egy mai műszer. Elmondható, hogy nem változott nagymértékben a műszer kinézete. Egyedül talán a tartó ív alakja változott meg egy kicsit, a mérőtest, a tartóállvány és a többi alkatrész nem. Viszont elmondható, hogy az állomásokon történő zúzmara mérések technológiája és dokumentálási módszerei elavultak. A kvalitatív kiválasztási osztályokra alapozott tolmércével történő mérési technológia miatt a zúzmaramérések időbeli gyakorisága valójában nem növelhető.

Zúzmara-lerakódás fő mechanizmusa. A zúzmaraképződés mechanizmusa sok tényező együttes hatására vezethető vissza (Mika et al., 1995). A legfontosabbak: levegőben lévő vízcseppek méreteloszlása és mennyisége, hőmérsékletük, a kondenzációs magvak koncentrációja, a légáramlás sebessége, azon test tulajdonságai, amelyekre a zúzmara kicsapódik (Molnár, 2004).

A szabadvezetékek és a zúzmaramérő felfogó drótja akadályt képeznek a levegő áramlásának útjában. Ha túlhűlt vízcseppek is vannak a levegőben, akkor a csepp a vezeték mellett vagy elhalad vagy beleütközik az akadályba. Ebből következik, hogy annak a légrétegnek a szélessége, amelynek a cseppei eléri a vezetéket, kisebb lesz, mint a vezeték átmérője. A jéggel bevont sodrony (vezeték) melletti elhaladás feltételei függenek az akadály méretétől és a légáramlás sebességétől.

A jégteher növekedését a következő képlet írja le:

$$dG = 2\lambda\gamma_{\omega} v_d dt$$

ahol dG a jégteher növekedése adott méretű túlhűlt cseppek esetén, 2λ a légréteg szélessége, γ_{ω} a levegő adott méretű cseppek által alkotott nedvességtartalma, v_d a légáramban mozgó túlhűlt csepp tényleges sebessége.

A vezeték átmérője befolyásolja annak az aktív légrétegnek a vastagságát, amelynek cseppei eléri a vezeték felületét. A 2λ értékét az alábbi egyenlet határozza meg, mely a cseppek mozgását írja le. A vezeték szomszédságában haladó légáramban tehát

$$2\lambda = d \left\{ 1 - \frac{1}{\left[\frac{2m_d}{k_s} (v'_d - v_{\omega}) \right]^2 + 1} \right\}$$

ahol v_{ω} szél sebessége, v'_d vízcseppek sebessége közvetlenül a vezeték elérése előtt, m_d vízcseppek tömege, k_s Stokes-féle együttható, d vezeték átmérője. A 2λ vastagsága növekszik egy bizonyos értékig az átmérővel, majd csökkenni fog (4. ábra).

A gyakorlatban különböző méretű cseppek egyszerre vannak jelen a levegőben, ezért $2\lambda=f(d)$ függvénnyel átlagolnak, miközben jellemző tulajdonságaikat megtartják. Ha a jég nagy, a lerakódás átmérője nő, viszont növekedési üteme csökken (Csomor, 1979).

A 2001 és 2010 közötti időszakra vonatkozó vizsgálatok. A magyar szinoptikus meteorológiai állomásokra zúzmara, harmat és dér észlelési illetve mérési adatokat a 2001 és 2010 közötti időszakra az Országos Meteorológiai Szolgálatról kértem. Az 5. ábra mutatja a mikrocseppek mérési programmal rendelkező magyar szinoptikus állomásokat. A 16 mikrocseppek mérő állomásból 8 zúzmaraméréseket is végez. A szinoptikus állomáson kívül számos klímaállomás szintén rögzíti a dér illetve harmat előfordulását, a klímaállomások adatait azonban vizsgálataim során nem állt módomban használni.

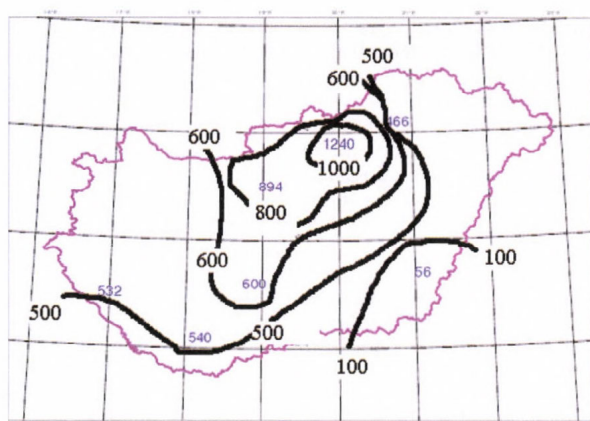
Először a harmat és dér statisztika havi gyakoriságát vizsgáltuk. A 7. ábrán látható, hogy a legtöbb harmatot regisztrált város Békéscsaba és a legtöbbször deret észlelt város pedig Szombathely. Viszont Egerben, Nyíregyházán és Mosonmagyaróváron kevés harmatot és deret észleltek.

A következő lépésben megvizsgáltuk a zúzmara maximális lerakódás irányának gyakoriságát. A 8. ábra alapján elmondható, hogy Magyarországon a leggyakoribb lerakódási irány a déli és a nyugati, míg kevés lerakódás figyelhető meg az északi és keleti irányban. A megfigyelhető leggyakoribb zúzmara-lerakódás természetesen a földrajzi adottságból eredően Kékestetőn van, míg a legkevesebb Pécs városában.

A zúzmara szélirány-gyakoriságot a meteorológiában gyakran használt szélrózsa felhasználásával ábrázoltuk (9. ábra). Most a zúzmara irányát csoportosítottuk, kiszámoltuk a gyakoriságát és ábrázoltuk a diagramon.

Látható a domborzat hatása a lerakódás irányára. A 10. ábrán láthatjuk a leggyakoribb lerakódás irányát 1968 – 1978 közötti időszakban. Összehasonlítva a két időszakot megállapíthatjuk, hogy Miskolc és Pécs kivételével a többi 6 állomáson a maximális lerakódások iránya nem változott, csak a gyakoriságuk csökkent.

A maximális tömeg értékét Csomor (1975) módszerével



11. ábra: Grammban mért maximális zúzmara-lerakódási tömeg területi eloszlása, a 2001 és 2010 közötti időszakban

határozhatjuk meg. A módszer alkalmazása során a négy égtáj szerinti oldalon mért maximális víztartalmat megszorozzuk 20-szal, majd az így kapott értékeket összegezzük. A 11. és a 12. ábrán megfigyelhető a két időszakbeli területi eloszlás. Kezdetben 20 állomáson mértek zúzmara-lerakódást, így az 1968/69-1978/79-es eloszlás térkép térben jóval megbízhatóbb, mint a 2001-2010-es időszakbeli térkép, mivel az állomásszám leeredukálódott 7-8-ra. Az 1968/69 és 1977/78 közötti időszakban a maximális tömegeloszlás legnagyobb értéke 2160 g-mal Kékestetőn volt (Csomor, 1979). Vizsgálataink szerint a 2001-2010-es időszakban a legnagyobb értékkel, 1240 g-mal szintén Kékestetőn mutatkozott. A legkisebb maximum (56 g) Békéscsabán volt. Az átlagos maximum érték az országban 400 és 600 g között jellemző.

Összefoglalás. Összességében elmondható, hogy az elmúlt 10 évben a megfigyelési adatok szerint harmat és dér a délkeleti országrészben volt a leggyakoribb, míg az északkeleti országrészben a legritkább. Zúzmara-lerakódás leggyakrabban elhelyezkedéséből eredően a kékestetői állomáson volt. A leggyakoribb zúzmara-lerakódási irányánál felfedezhető a domborzat hatása. Viszont sajnálatos módon csökken a zúzmaramérést végző meteorológiai állomások száma, így bármilyen meszszerű következtetést nehéz levonni a rendelkezésre álló adatok alapján.

Fontos megemlíteni, hogy mindmáig Magyarországon a több évtizeddel ezelőtt meghonosodott módszerekkel mérnek, s megfontolandó a mérési technika modernizálása a szakemberek javaslatai alapján. Emellett megfontolandó az É-D és K-Ny irányú légvezeték minta tömegmérésére vonatkozó digitalizálási módszerek bevezetése. A zúzmara morfológia tekintetében pedig az érdeklődés jelenségei esetén korszerű, ugyanakkor ma már elhanyagolható költségű digitális fényképezési technológia bevezetése.

Köszönetnyilvánítás. Ezúton szeretném megköszönni Mészáros Róbertnek, Ihász Istvánnak és †Ambrózy Pálnak a sok segítséget, és a hasznos tanácsokat. Szeretnék még köszönetet nyilvánítani Molnár Lászlónak, Révész Beátának, Hercsényi Lászlónak, Tóth Jánosnak az OMSZ munkatársainak, hogy rendelkezésemre bocsátották a vizsgálatokhoz szükséges meteorológiai adatokat. Szeretném továbbá hálámat kifejezni az OMSZ könyvtárosának, Tölgyesiné Puskás Mártának a szükséges szakirodalom összegyűjtésében nyújtott segítségéért.

Irodalom

- Antal, E., 1956: A harmat, a dér és a zúzmara megfigyelésének jelentősége. *Légkör* 1(4) 9
- Buckley, B., Hopkins, E.J. és Whitaker, R., 2005: A klímakutatás enciklopédiája, Jászóveg Műhely Kiadó
- Czelnai, R. 1981: Bevezetés a meteorológiába III. - A meteorológia eszközei és módszerei, 86-87, *Országos Meteorológiai Szolgálat*
- Csomor, M. és Kissné Tóth, E., 1966: A zúzmara megfigyelésének fontossága. *Légkör* 11(3) 63-64
- Csomor, M., 1972: A zúzmara Magyarországon. Doktori értekezés. *ELTE Meteorológia Tanszék*, Budapest
- Csomor, M. 1975: Útmutatás a zúzmara megfigyelésére és mérésére. *Kézirat. Országos Meteorológiai Szolgálat*
- Csomor, M. 1975: A zúzmara megfigyelése. *Légkör* 20(3), 70-71
- Csomor, M., 1979: A hazai zúzmaramérések eredményei. *Légkör* 24(4), 10-14
- Csomor, M. 1980: Összehasonlító zúzmaramérések eredményei. *Légkör* 25(4) 9-13
- Hajósy, F., 1965: A zúzmarról. *Légkör* 10(4) 89-91
- Mészáros, E., 2008: Légkör megismerésének története. *MTA Történettudományi Intézet*
- Mika, J., Szentimrey, T., Csomor, M., Kövér, Zs., Nemes, Cs. és Domonkos P., 1995: Correlation of ice load with large-scale and local meteorological conditions in Hungary. *Atmospheric Research* 36, 261-276.
- Molnár, L., 2004: A zúzmaraképződés mechanizmusa és bemutatása egy esettanulmányon keresztül. *Légkör* 49(2), 23-24.
- Pödör, J., 1959: Harmatmérés Lambrecht-féle harmatmérleggel. *Légkör* 4(5), 5-6,
- Réthy, A., 1998: Időjárási események és elemi csapások Magyarországon 1700-ig. *Országos Meteorológiai Szolgálat*
- Réthy, A., 1998: Időjárási események és elemi csapások Magyarországon 1801-től 1900-ig. *Országos Meteorológiai Szolgálat*

AZ ÉGHAJLATI PARAMÉTEREK ÉS A SZŐLŐ FENOLÓGIAI VIZSGÁLATA KERKAMENTE, MURAMENTE ÉS MURAVIDÉK TERÜLETÉN

ANALYSIS OF THE CLIMATIC PARAMETERS AND GRAPE PHENOLOGY IN KERKAMENTE, MURAMENTE AND MURAVIDÉK AREA

Kovács Erik, Puskás János

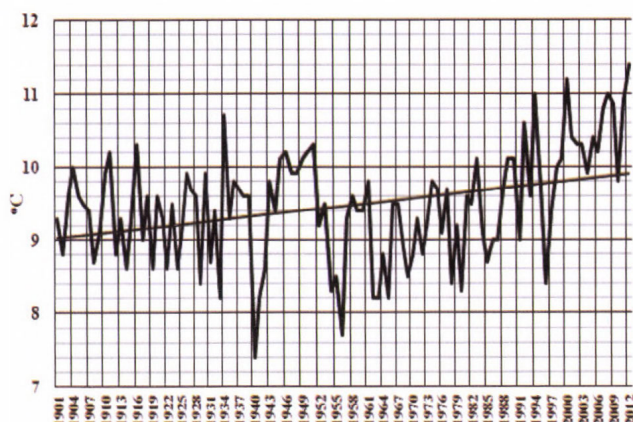
Nyugat-magyarországi Egyetem Földrajz-és Környezettudományi Intézet, kovacs.erik@aol.com; pjanos@gmail.com

Összefoglalás. Az éghajlati paraméterek változása mellett megállapíthatjuk, hogy egyre gyakoribbak Kerkamente, Muramente és Muravidék területén is a szélsőséges időjárási események. Hasonló tendenciát mutat, mint az országos átlag, de ugyanakkor nem olyan nagymértékű, mint pl. az alföldi tájakon vagy – ha a Kárpát-medencét nézzük – az Erdélyi-medence területén. A változást mutató éghajlati paraméterek, a növekvő és sűrűsödő szélsőséges időjárási események jelentős károkat okoznak a helyi mezőgazdaságnak, illetve jelentősen befolyásolják a növények életműködését. A negatív tendencia következménye, hogy átlagban csökkent a termés mennyisége és sok esetben minősége is, a szélsőséges időjárás jelentős anyagi károkat okoz az ebből élő embereknek. A területen végzett szőlő fenológiai vizsgálatokból azt a konklúziót lehet levonni, hogy 17 év megfigyelés alatt a szőlő tenyészideje rövidülést, változást mutat. A rügyfakadás átlagosan 4 nappal korábban történik, hamarabb figyelhető meg a virágzás és a szüret is korábbra tolódtak 3 nappal.

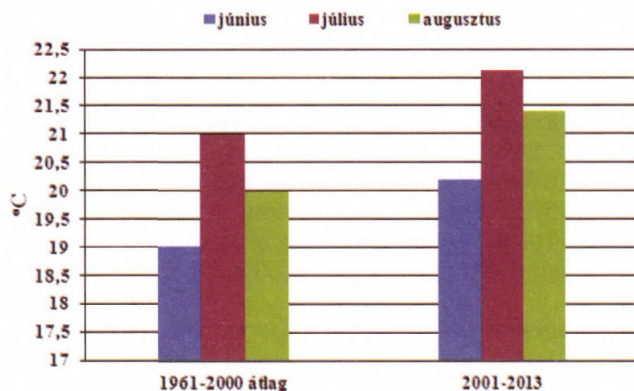
Abstract. Beyond the changes in climatic parameters we can conclude that more often and often occur extreme weather events on the Hungarian, Croatian and Slovenian area of pelisse Mur river and Big Krka creek. It shows a similar tendency like the national average but it's not so major as, for example in Transylvania or on the landscapes of Great Hungarian Plain. The climatic parameters showing changes and the growing extreme weather events cause significant damages in the local agriculture and these influences the process of life functions of the plants. The consequence of negative trend is that the quantity and quality of the crop decreased and the extreme weather causes enormous damages for the inhabitants and peasants living there. After 17 years we can do a conclusion of the grape phenological studies: grape gemmation begins 4 days earlier than the average time period and the grape harvest begins and ends sooner than the usual time period.

Bevezetés. A XXI. század egyik legjelentősebb nemzetközi, hazai és regionális kihívása a klímaváltozás és a következményei elleni védelem. A kutatásunk és megfigyeléseink célja bemutatni, hogy Dél-Zalában, Kerkamente és Muramente illetve Muravidék Magyarországra eső területein, az éghajlatváltozás ilyen kis területe-

leteinek, éghajlatának megfigyelése, illetve az éghajlati paraméterek változásának (hőmérséklet, csapadék, légnyomás, havas napok, téli napok, fagyos napok, hőség napok, nyári napok, száraz időszakok) vizsgálata (állomások: Nagykanizsa, Letenye, Iklódbördőce, Lenti, Lendva és. Csáktornya),



1. ábra: Az évi középhőmérséklet alakulása 1901-2012 között Nagykanizsán. (OMSZ adatok alapján)



2. ábra: A nyári hónapok középhőmérsékletei

ten is érezteti hatását, az időjárási elemek (pl. hőmérséklet, csapadék) változása milyen irányban és mértékben módosultak, és ezeknek a változásoknak illetve a szaporodó szélsőséges időjárási eseményeknek milyen hatásai vannak a helyi mezőgazdaságra (különös tekintettel a szőlő és bortermelésre). Sajnos, ez a geográfiai térség rendkívül elhanyagolt a magyar kutatók körében, ezért nagyon fontosnak tartjuk az itt végzett vizsgálatokat.

A kutatás módszere. A kutatás két nagy részből áll:

– az első rész, Dél-Zala, Kerkamente, Muravidék és Muramente horvátországi és szlovéniai magyar lakta terü-

– a második rész pedig a szőlő fenológiai vizsgálatát mutatja be.

Az első rész megfigyeléséhez az Országos Meteorológiai Szolgálat (továbbiakban: OMSZ) két állomása (a nagykanizsai és az iklódbördőcei), két dél-zalai magán mérőállomás, és a szlovén lendvai állomás és egy horvát csáktornyai állomás szabadon elérhető adatait használjuk fel.

Az egyik magán eszköz 2005 novembere óta Letenyén működik. Ez egy La Crosse WS 3600-as készülék. Ehhez tartozik egy kültéri szélmérő, széliránymérő, páratartalom mérő, csapadékmérő szenzor és egy bel-, illetve kül-

téri hőmérséklet, légnyomás, harmatpont, csapadékin-
tázás mérő eszköz. A mérőtartozékok a WMO előírások-
nak megfelelő helyen vannak kihelyezve. A mini compu-
ter mérési ideje 1 percre van beállítva, azonban a napi
legalacsonyabb és legmagasabb hőmérséklet mérése ma-
nuálisan történik. Ezek mérése november 1. és március
31. között reggel 7 és délután 14 órakor, április 1. és ok-
tóber 31. között reggel 6 és délután 15 órakor történik.

A mérőállomás szélmérője és széliránymérője egy La
Crosse WS 3610-es tartozékkal is kiegészítve működik,
mivel ezzel pontosabb méréseket lehet végezni, mint a
korábbi széria szélmérőjével.

A másik magán mérőállomás Lentiben található egy WS
2300-as állomás, mely 2003 óta üzemel. Ahhoz, hogy
meg tudjuk nézni és össze tudjuk hasonlítani az éghajlati
paraméterek módosulását, néhány esetben fluktuálását,
mint a hőmérsékletváltozást, csapadékváltozást, illetve a
havas napok számának változását, fagyos napok számá-
nak változását, a hóhullámos időszakok változását stb.,
ehhez a korábban is a vizsgált térségben található nagy-
kanizsai OMSZ és a szlovén lendvai állomás adatait kel-
lett, illetve kell feldolgozni. A harmadik magán állomás
2001 óta működik Horvátország Csáktornya településén.

Hőmérséklet és csapadék vizsgálatnál a fő hangsúly az
1961-től kezdődő időszakra koncentrálódik, de a 110
éves változásokat is vizsgáljuk. Az 1961-2000 és az
1971-2000 közötti időintervallumhoz hasonlítottuk a
2001-től kezdődő időszakot. A csapadékváltozást csak
hosszabb időtávban érdemes tanulmányozni, ehhez az
OMSZ nagykanizsai állomás 1901-2012 közötti időszak
adataira volt szükség.

Fentebb írtuk, hogy vizsgáljuk a helyi mikroklíma válto-
zását és a szélsőséges időjárás következményeit a vizs-
gált területen, különösen a térség mezőgazdaságára gya-
korolt hatásait. Ezek az események: az aszály, vízhiány,
hőség következtében bekövetkezett károk és mértékük, a
zivatarok, felhőszakadások, jégesők következményei és
az extrém csapadékos időszakok és hatásaik.

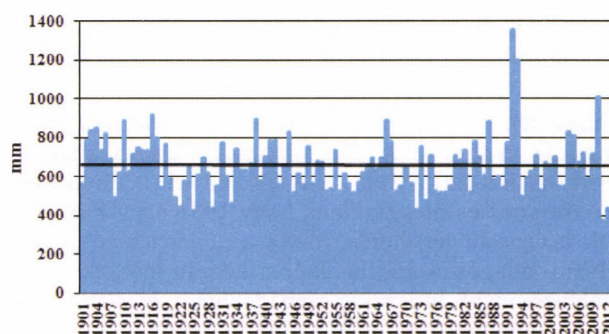
Vizsgáljuk a klímaváltozásnak és a szélsőséges időjárás
eseményeknek a szőlő vegetációjára gyakorolt hatását.
Ez a kutatás a dél-zalai szőlőhegyeken a Zalai Borvidék
Kerka- és Muramenti Hegyközség szőlőshegyein kezdő-
dött, ma már a Zalakaros Térsége Egyesült Hegyközség,
Nagykanizsai Hegyközség, a Muravidéki Borvidék-
Lendvai Hegyközség (Szlovénia) és Csáktornya (Hor-
vátország, Zagorje-Muraközi Borvidék) 23 szőlősgazdájánál végezzük, 14 szőlőshegyen.

A kutatás lényege, a szőlő vegetációs idejének megfigye-
lése: mikor kezdődik a rügyezés, virágzás, milyen gyo-
ran érik be a szőlő, az egyes években a szüret előtti 60
napban milyen makroszinoptikus helyzetek voltak jel-
lemzőek, és ezáltal a must cukorfoka milyen értékű
(Puskás et al. 2011; Puskás és Unger 2011; Károssy
2013), illetve vizsgáljuk, hogy mikor történik a szüret, il-
letve az éghajlatváltozás és a szélsőséges időjárás milyen
mértékben gyengítik a szőlő ellenálló képességét (beteg-
ségek), képes-e a szőlő a gyors alkalmazkodáshoz és
mindezek miatt milyen terméstartalmat produkál évenként.

Mi szándékosan nem fenológiai modellek alapján folytat-
juk megfigyeléseinket, mivel a rügyezés, virágzás és a
szüret idején 2-3 naponta rendszeres terepbejárást folyta-
tunk és nap mint nap a szőlőben dolgozó helyi gazdák is
segítenek nekünk megfigyeléseikkel. Így közel 100%-ig
pontos adatokat tudunk kapni. A fenológiai modellek a
gyümölcsök esetében gyakran 5-6 napot is tévednek fő-
leg a rügyfakadás esetében (Chuine et al., 1999).

A szőlő szüret idején csak három szőlőfaján (Szürkeba-
rát, Olaszrizling, Rizlingszilváni) végezzük a megfigye-
lést, mivel e három szőlőfaj megtalálható mind a 23 gaz-
dánál. Ezt a vizsgálatunkat szeretnénk kiterjeszteni az
egész Zalai Borvidékre és Kerkamente, Muramente, Mu-
ravidék egész horvátországi és szlovén területeire is.

Az éghajlati paraméterek változása. Az éghajlati pa-
raméterek jelentős módosulást mutatnak a vizsgált tér-



3. ábra: A csapadék évi mennyisége Nagykanizsán

ségben. Az évi középhőmérséklet 1901-2012 között
~0,7 °C-os hőmérsékletemelkedést mutat (1. ábra). Az
elmúlt 112 évben a tíz legmelegebb évből nyolcat 1990
után regisztráltak a térségben, melyek közül a legmag-
sabb középhőmérsékletű év 2012 lett. A hat állomás átlaga
11,4 °C, mely 1,5 °C-kal magasabb, mint a 110 évi
átlag.

Az évszakok közül nyáron figyelhetjük meg a legjelentő-
sebb hőmérsékletemelkedést (2. ábra). A júniusi hónap
közhőmérséklete 2001-2013 között 1,2 °C-kal haladja
meg az 1961-2000 közötti átlagot. A júliusé 1,1 °C-kal,
míg az augusztusé 1,4 °C-kal. Jelentősnek mondható az
úgynevezett átmeneti hónapok középhőmérsékletének
változása is, melyek közül a szeptember mutatja a legna-
gyobb változást a 40 éves átlaghoz képest, közel
1,6 °C-os hőmérsékletemelkedéssel, a május csekélyebb,
„csak” 0,8 °C-os emelkedést mutat.

Letenyén – saját mért adatok alapján – 2006-2012 között
csak egy olyan év volt mely a nagykanizsai 110 éves évi
átlag középhőmérsékletet nem érte el (2010), a legmele-
gebb év 2012 volt, 11,5 °C-kal.

A téli napok száma 6 napos csökkenést mutat, a fagyos
napok 3 nappal csökkentek, míg a nyári napok 4 nappal
bővültek az 1961-2000 közötti időszakhoz képest.

A nyári évszakban jelentősen megnőtt a hőségnapok
száma, 2001-2013 között a legtöbb hőségnapos év 2012
(49 nap), 2003 (48 nap) és 2007 (34 nap) voltak a vizs-
gált térségben. Az évi hőösszeg Magyarországon 2200-
3300 °C (Nádor és Oravecz 2007; Szász és Tőkei 1997),

a vizsgált területen az évi hőösszeg átlaga 2001 és 2012 között a hat mérőállomás adatai alapján 2900 °C. A legalacsonyabb hőösszegű év a tenyészidőszak idején 2010 volt, a legmagasabb 2012.

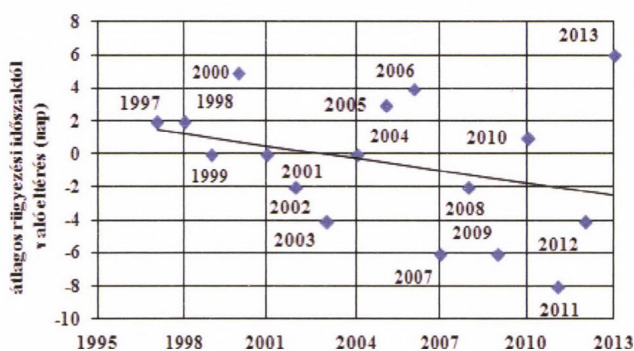
A csapadékvizsgálat nem mutat olyan egyértelmű változást, mint a hőmérséklet. Mivel a csapadék térben és időben is eltérő éghajlati paraméter (Lakatos *et al.* 2012), ezért ha a hosszú 112 évi változást vizsgáljuk, nem lehet egyértelműen kijelenteni egy egységes folyamatot. Nagykanizsán 1901-2012 között nem történt jelentős változás, átlagosan 10 mm csapadékcsökkenés történt (3. ábra). A 20. század második felétől elkezdődött a csapadékcsökkenés erőteljesebb folyamata, főleg a tavaszi és nyári évszakokban, mely 1981-2013 között átlagosan 1,2 mm/nap csökkenést jelent. A csapadék változékonyságát mutatja, hogy ugyanezen időintervallumban Lendván 1,3 mm/nap csapadéknövekedés figyelhető meg, pedig a távolság a két állomás között csak 50 km. A vizsgált időszakban regisztrálták hivatalosan a térség legszárazabb évét 2011-et, melyet egy szélsőségesen csapadékos év 2010 előzött meg.

Muravidék legcsapadékosabb éve 1992 volt, közel 1350 mm évi csapadékkal (Nagykanizsa, Lendva adatai), a legszárazabb pedig 2011, alig 404 mm-el (6 állomás adata). Itt érdemes megemlíteni, hogy 1971 óta, 18 olyan év volt a vizsgált térségben, mikor a növények tenyészidejében – átlagosan április-október közötti időszak – hosszabb-rövidebb időszakig csapadékhány lépett fel. Ezek közül a legintenzívebb 2011 és 2012 volt.

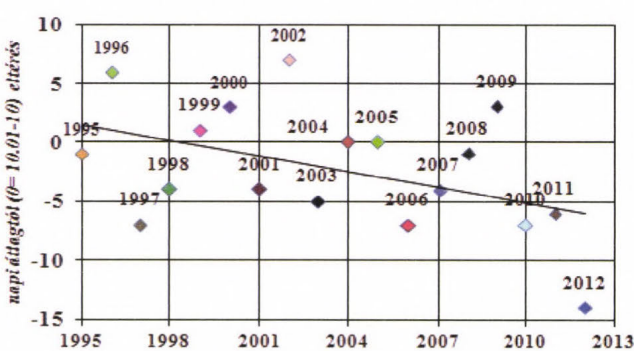
A havas napok száma csökkenést mutat: átlagosan 36-40 nap (Péczy, 2002) között változik, de 2001-2012 között: 32 napra csökkent, 2006-2012 között Letenyén: 31 nap. A zivataros napok száma is csökkenést mutat Muravidék, Muramente és Kerkamente területén. Míg 1971-2000 között 32 nap volt zivataros nap átlagban egy évben, addig 2001-2012 között ez már csak 27 nap (Letenyén saját

A szélsőséges időjárási események hatása a vizsgált térség mezőgazdaságára. Sajnos a növekvő aszályos, száraz időszakok időbeli hosszának növekedése, a hőhullámok, az egyre szélsőségesebb zivatarok, jégesők, a téli és tavaszi fagyok, a gyakran rövid idő alatt lehulló extrém sok csapadék, a havas napok számának csökkenése jelentős károkat okoznak a helyi mezőgazdaságnak, mivel csökkentik a termés mennyiségét és sok esetben minőségét is. A mezőgazdaságból élők között Zalaiban egyre kevesebb a biztosított, de még így is nőtt az elmúlt 10 évben a bejelentett károk mértéke, illetve változott az igényelt és kifizetett kárenyhítési pénzek aránya is. Amíg 1991-2000 között vízkárra (árvíz, belvíz) és fagykára, 2001-2012 között aszálykára és jégkára fizették ki a biztosító társaságok és az állami szervek a legtöbb pénzt Zala megyében. Az aszályos, vízhiányos időszakok illetve a zivatarok, jégesők okozták a legtöbb kárt a mezőgazdaságban 2001-2012 között. Az 1991-2000-es időszakban a károk megoszlása: aszály 19, jég 11, fagy 15, víz 30, s egyéb 19% volt. Ezzel szemben a 2001-2012-es periódusban a megoszlás: aszály 45, jég 24, fagy 10, víz 19, egyéb 2%. Az adatok forrásai: MABISZ, FVM és falugazdászok.

Szőlő fenológiai vizsgálatok. A klíma megváltozása a növények, állatok életciklusára is jelentős hatást gyakorol. A hőmérsékletemelkedésre a növények és az állatok reagálnak a leggyorsabban. A növények esetében a kilombozódásra, rügyfakadásra, virágzásra, tenyészidőszak változására van jelentős hatással. Például Magyarországon 3-8 nappal változott az akác virágzásának ideje 1854-1997 között. Angliában egyes növények virágzása 1 hónappal korábban kezdődik, mint 1950 előtt. A városokban jobban érződik a hőmérsékletemelkedés (városklíma), ezáltal ezek a változások itt a növények életében gyorsabban lejátszódnak. Az állatok esetében, pl. az Alpokban megháromszorozódott (Magyarországon is) a kullancsok száma, 35 nem vándorló európai lepkefaj kö-



4. ábra: A rügyfakadás ideje az összes szőlőfajta esetében, 1997-2013 között a vizsgált területen



5. ábra: A szüret időpontjainak változása 1995-2012 között Dél-Zala (szürkebarát, rizlingszilváni, olaszrizling)

megfigyelésem alapján 2006-2012 között 26 nap). Közben csökken a zivataros napok száma, megfigyelhetjük, hogy a zivatarokhoz köthető káresemények mértéke nőtt az elmúlt időszakban. Extrém zivataros év (jelentős káresemények történtek a zivatarok és a zivatarokat kísérő jelenségek következtében) volt a térségben 2000 után 2002, 2006, 2008, 2009 és 2012.

zül 22 faj előfordulási területe észak felé tolódott (35-240 km-el), 1 fajé délre. Angliában 1975-1990 között 60 vizsgált énekesmadárból 20, 4-17 nappal korábban fészkelni kezdett, mint előtte (Kalapos, 2011).

Tehát, láthatjuk, hogy bizonyítottan befolyásolja az éghajlat változása és az abiotikus tényezők változása a növények és állatok életmódját.

A szőlőnek, mint fás növénynek a produkcióját genetikai adottsága és külső környezete, ezen belül az év időjárása is meghatározza (Hajdu, 2007; Hajdu E. és Borbásné Saskói, 2009). Ha a szőlő életterét tanulmányozzuk, akkor figyelembe kell vennünk a növényt, mint genetikai potenciált, a talajt, amelyben gyökerezik, támaszkodik, amelyből elsősorban vizet és tápelemeket vesz fel, amely védelmet ad a kiszáradással szemben, és a növényt körülvevő, ráható időjárási elemeket (Kriszten, 1999). A környezeti tényezők között az időjárási elemek a szőlő termésének alakításában fontos szerepet játszanak. A napfény, a lég hőmérséklet és a csapadék igen befolyásolja, asszimilálják képződését, sőt halmozott érvényesülésükkel szelekciós nyomást gyakorolnak a szőlőre. Ezen hatások alatt a szőlőfajták szelektálódhatnak az adott tájban uralkodó éghajlathoz. Például a fagyérzékeny fajták a lehűléseknél elfagynak és növekedésükben, termésükben visszaesnek. Ugyanez a jelenség tapasztalható aszálykor a vízigényes fajtáknál (Tar és Hajdu, 2009).

A szőlőtermesztés sikere nagyban függ az időjárás és az éghajlat paramétereitől. A változó éghajlat hatásának már látható jegyei vannak az egyes fenológiai fázisokban (Kovács, 2008). A szőlő fenológiai szakaszai közül a rügyfakadás és a virágnylás modellezése fontos lehet a sikeres növényvédelem vagy a termesztési technológia

szüret idejére (szürkebarát, olaszrizling, rizlingszilváni esetében), és vizsgáljuk, hogy egyes években a szüret előtti 60 napban milyen makroszinoptikus helyzetek voltak jellemzőek, és ezáltal a must cukorfoka milyen értéket produkál. A szőlő tenészeje 17 év megfigyelés után változást mutat Muravidék, Muramente és Kerkamente szőlőhegyein. Megfigyelhetjük, hogy szignifikáns összefüggés van a kora tavaszi átlaghőmérsékletek alakulása és a rügyezés időpontja között és ugyancsak szignifikáns összefüggés van a nyári hőmérsékletek, csapadék és a must cukorfok értékének kapcsolatában.

Azokban az években mikor az átlagnál enyhébbek a tavaszok, akkor a rügyezés hamarabb történik, azokban az években mikor hűvösebb a tavasz, különösen az áprilisi hónap első fele, akkor később történik a rügyfakadás.

A rügyfakadáshoz legkevesebb 10 °C szükséges, míg 12–13 °C a virágzáskori alsó határ. 1997–2013 között a rügyfakadás átlagosan 4 nappal korábbra tolódott, az átlagos április 10–20 közötti időszakhoz képest (4. ábra). A rügyfakadás kezdő időpontjai a vizsgált termőhelyeken akkor lettek feljegyezve, amikor az állomány 10 %-ánál megtörtént a rügyfakadás. A szüret időpontja is változott, 3 nappal a növekvő meleg, forró és száraz hőhullámoknak köszönhetően (5. ábra). Itt kell megjegyezni, hogy a szőlő vízigénye erősen változó. A vegetációs fázistól függ nagymértékben a vízfelhasználás.

1. táblázat: A ciklonális és anticiklonális napok számának összefüggése a szőlő cukorfokával
*Péczely típusok összesítésével

Év	Cukorfok	Ciklonális nap %*	Anticiklonális nap %*
2001	19,0	33	67
2002	19,8	32	68
2003	21,6	22	78
2004	19,5	27	73
2005	19,6	26	74
2006	21,2	22	78
2007	20,0	30	70
2008	19,5	25	75
2009	18,6	20	80
2010	16,7	45	55
2011	21,5	12	88
2012	22,6	15	85
Átlag 2001–2012	19,9	25,75	74,25

tervezésének szempontjából (Hlaszny et al., 2010; Hlaszny, 2013).

A szőlőn végzett vizsgálatok eleinte csak a Kerka- és Muramenti Hegyközség 8 szőlőshegyén történtek, ma már a Zalakaros Térsége Egyesült Hegyközség, Nagykanizsai Hegyközség, a Lendvai Hegyközség (Szlovénia, Muravidéki Borvidék) és Varasd-Csáktornya (Horvátország, Zagorje-Muraközi Borvidék) 23 szőlősgazdájánál, 14 szőlőshegyen (A szőlő fenológia vizsgált területei: Kerka- és Muramenti Hegyközség, Zalakaros Térség Egyesült Hegyközség, Nagykanizsai Hegyközség, Lendva, Varasd-Csáktornya). A kutatás kiterjed az öt – térségben termesztett – leggyakoribb szőlőfajta rügyfakadási idejére, a szőlő virágzására, a szőlő termésátlagára, a

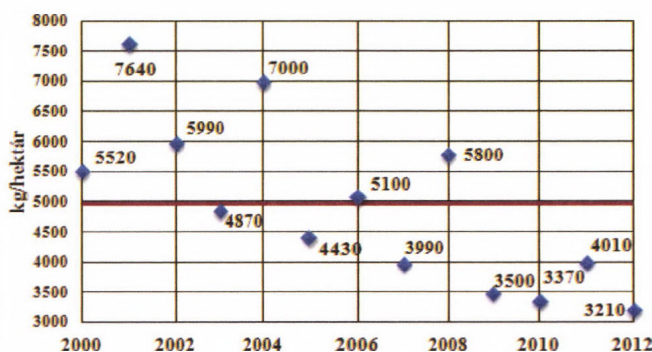
A legtöbb vizet a fejlődés legaktívabb szakaszában igényli minden szőlőfajta. A tenészedőszak első felében (rügyfakadástól a virágzás befejeztéig) kevésbé érzékeny a csapadéokra és a talaj víztartamára a szőlő, mint a második felében (kötődéstől a beérésig) (Szőke és Novák, 2005; Hajdu és Botos 2004).

Ezen vízhiányos, aszályos években (pl. 2011, 2012) a cukor felhalmozódás gyorsabban megtörtént, kevesebb, de nagyon jó minőségű szőlő termett. Vannak olyan évek is, mint pl. 2010, amikor amiatt kellett hamarabb elkezdni a szüretelést sok gazdánál, mivel a rendkívül csapadékos időjárás miatt nem történt megfelelő mennyiségű cukor felhalmozódás, a sok csapadék és a magas páratartalom illetve a szőlő betegségek (peronoszpóra, szürke-

harmat, lisztharmat) túl nagy károkat okoztak a termésben.

Ha vizsgáljuk a szüretetek előtti 60 napban a makroszinoptikus helyzeteket, akkor megállapíthatjuk, hogy igazán jó minőségű szőlő azon években termett, mikor magas volt az anticiklonális napok száma (1. táblázat). Ilyen év volt többek között 2003 (78%), 2006 (78%), 2011 (88%), 2012 (85%). Magasabb értéket mutatott ezen években az aktív hőtöbblet, ezáltal a cukor felhalmozódás gyorsabban zajlott és az érés is gyorsabban történt. A szüret előtti 60 nap csapadéka jelentősen meghatározza a szőlő mennyiségét és milyenségét, ezáltal ez az időszak a szőlő évjáratát is jelentősen befolyásolja (Kriszten, 1999).

Termésátlag (6. ábra): A 2000 és 2012 közötti időszakban, a szőlő termésátlagában is megfigyelhetőek a szélsőséges időjárás és a betegségek általi termés mennyiség változások.



6. ábra: A szőlő termésátlaga a vizsgált területen.
Az átlagot, 4956 kg/hektár, vízszintes piros vonallal jelöltük.
(Forrás: KSH, falugazdászok, hegyközségek)

A térség szőlőhegyein az átlagos terméshozam 4960 kg/hektár. A legjelentősebb termés kiesés 2010-ben volt megfigyelhető, összesen 3350 kg/hektár szőlő termett, ez közel 35%-os termés kiesést jelent. Ennek oka az egész évben rendkívül csapadékos időjárás, a hűvös tavasz és kora nyár, a rothadás, a peronoszpóra, lisztharmat betegségek. Ugyancsak átlagon aluli termésátlagot mutat 2005 a nagyon csapadékos, jégesőkkel tűzdelt és hűvös nyár miatt (4400 kg/hektár). De rontotta az átlagot a nagy hőség és szárazság is, pl. 2007-ben, 2011-ben és 2012-ben.

2007-ben alig 3990 kg/hektár, 2011-ben 4010 kg/hektár, 2012-ben 3210 kg/hektár volt a szőlő termésátlaga a vizsgált térségben. A termésátlag változással nem jár együtt a minőség romlása vagy javulása általában.

A klíma megváltozása és a szélsőséges időjárás jelentősen gyengítik a szőlő ellenálló képességét, ennek következménye, hogy a szőlőbetegségek jelentősen károsítják egyes években, időszakokban a helyi szőlőket és az egyes időjárási elemekkel együtt időnként komoly termés kiesést és anyagi kárt okoznak.

Köszönetnyilvánítás: A kutatás az Európai Unió és Magyarország támogatásával 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 konvergencia program” című kiemelt projekt keretei között valósult meg.

Irodalom

- Chuine, I., Cour, P. és Rousseau, D. D., 1999: Selecting models to predict the timing of flowering of temperate trees: implications for tree phenology modelling. *Plant, Cell Environ.*, 1-13.
- Hajdu, E., 2007: A klímaváltozás hatásai a szőlőültetvényekben. *Agroinform* 12, 16-17.
- Hajdu E., és Borbásné Saskői, É., 2009: Abiotikus stresszhatások a szőlő életterében. *Agroinform*, Budapest, pp. 227
- Hajdu E. és Botos, E., 2004: A valószínűsíthető klímaváltozás hatásai a szőlő- és bortermelésre. *Agro-21 füzetek: Az agrárgazdaság jövőképe* 34, 61-73.
- Hlaszny, E., Ladányi, M., Pernes, G. és Bisztray, Gy., 2010: A szőlő (*Vitis vinifera* L.) rügyfakadásának és virágzásának előrejelzése helvéciai megfigyelések alapján. 2. *Szőlő és Klíma Konferencia*, Kőszeg, 1-14.
- Hlaszny, E., 2013: Egyes szőlőfajták (*Vitis vinifera* L.) fenológiai válaszadása a Kunsági borvidéken várható klimatikus változásokra. *Doktori (PhD) értekezés*, Budapest, pp. 166
- Kalapos, T., 2011: A globális környezeti változások ökológiai következményei. *ELTE, Egyetemi jegyzet*, Budapest
- Károssy, Cs., 2013: Szóbeli közlés
- Kovács, P., 2008: A borturizmus helyzete és lehetőségei a Balatonmelléke (Zalai) borvidék Muravidéki Körzetében. *Károly Róbert Főiskola, Gyöngyös, (kézirat)* pp. 62.
- Kriszten Gy. (1999): Tavasztól-tavaszig a szőlőben. *Mezőgazda Kiadó, Budapest*, pp. 175
- Lakatos, M., Szépszó, G., Bihari, Z., Krüszelyi, I., Szabó, P., Bartholy, J., Pongrácz, R., Pieczka, I. és Torma, Cs., 2012: Éghajlati szélsőségek változásai Magyarországon: közel-múlt és jövő. *OMSZ- ELTE*, 6-7.
- Nádor, G. és Oravecz, S., 2007: A 2007. évi aszálykárok felmérése. *Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztérium, Aszály Konferencia 2007. 09. 20.*, Budapest
- Pécze, Gy., 2002: Éghajlat. *Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest*, pp. 336
- Puskás J., Károssy Cs., Németh L., Kiss Z., 2011: A bor minősége – komplex időjárási jellemzők és a „Szőlő jövőének könyve” bejegyzései alapján. *VII. Kárpát-medencei Környezettudományi Konferencia*, Kolozsvár (március 24-27.), 336-340.
- Puskás J. és Unger I., 2011: A községi bor minőségi adatai a szüret időpontja és komplex időjárási jellemzők alapján. *Vasi Szemle* 65(3), 332-339.
- Szász, G. és Tókei, L., (szerk.) 1997: Meteorológia mezőgazdák, kertészeknek, erdészeknek. *Mezőgazda Kiadó, Budapest*, p. 724.
- Szöke L. és Novák, J., 2005: Agrometeorológia, *Kecskeméti Főiskola, Kecskemét*, pp. 155
- Tar K. és Hajdu, E., 2009: A szőlő produkciójának összefüggése az időjárási elemekkel. 1. *Szőlő és Klíma Konferencia*, Kőszeg, 1-9.

A 2013. ÉVI BALATONI ÉS VELENCEI-TAVI VIHARJELZÉSI SZEZONRÓL

ABOUT THE STORM WARNING SEASON OF 2013

AT LAKE BALATON AND VELENCEI

Zsikla Ágota

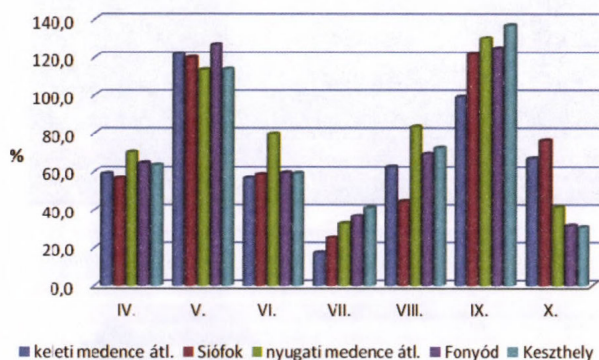
Országos Meteorológiai Szolgálat Viharelőrejelző Obszervatórium, 8600 Siófok, Vitorlás u. 17. zsikla.a@met.hu

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 2005 óta két hónappal hosszabb ideig: április 1-je és október 30-a között tart. Az alábbi cikkben a 2013-es viharjelzési szezon időjárási eseményeit és kiadott viharjelzéseit tekintjük át.

Abstract. At lake Balaton and Velencei 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 season in 2013.

Bevezetés. A tavon lévő biztonságát szolgáló balatoni viharjelzés a 79. szezonját teljesítette 2013-ban. Ez volt a második év, hogy a Tisza-tóra is kikerültek a megfelelő viharjelzések az OMSZ veszélyjelző osztályáról és szintén második éve, hogy a Balatonra három medencére bontva adunk ki jelzéseket. A szezon során az erős viharok száma jelentősen csökkent az előző hat év nagyszámú viharaihoz képest, ugyanakkor az átlagos szélsőbesség a szezon egészére nézve a 2012-es átlagtól csak 5%-nál kisebb mértékben csökkent. A 2010-es nagy csapadéku évet követően folytatódott az átlagosnál szárazabb szezonok sorozata.

Ennek ellenére erős vihar még októberben is előfordult. 16-án egy hidegfront átvonulását követően kialakult tartós északias áramlás idején éjszaka, száraz időben Balatonöszödnél átmenetileg 94 km/h-ra emelkedett a szélsőbesség. A strandszezon lassan indult az átlagosnál szelesebb és csapadékosabb május és a változékony időjárású június következtében. Júniusban a napi maximum **hőmérsékletek** Keszthelyen pl. 15 és 34,0 °C között változtak. Június utolsó hetében a Balatonnál csak egy napon volt 25 °C feletti hőmérséklet: a hét maximum hőmérsékleteinek átlaga 21,3-21,6 °C körül alakult. Júliusban és augusztusban már tartósabban beköszöntött a kánikula. Ekkor az időnkénti hűvösebb napok ellenére a havi átlaghőmérsékletek Keszthelyen 1,6-1,0, Siófokon 2,7-2,3 fokkal haladták meg a sokéves átlagot. Júliusban és augusztusban összesen 20-21 nap volt a hőségnapok száma és 6 forró nap is adódott 35 °C feletti napi maximumokkal. A legmelegebb időszak a július 18. és augusztus 19-ig terjedő bő egy hónap volt. A nyár legmelegebb napja augusztus 8-a lett, amikor a napi maximumhőmérséklet a térségben sokfelé elérte a 38-39 fokot. A Balaton-parton is Fonyódon 39,3 fokig emelkedett a hőmérséklet, míg Sümegyen elérte a 39,9 °C-t! A 2013-as viharjelzési szezon is összességében száraznak bizonyult. **Csapadékösszege** az előző évihez közelített: a sokéves (1961-1990) átlagnak a keleti medencében átlagosan 68, a nyugati medencében 78,8%-a hullott le. Május és szeptember hónap volt csak az átlagosnál csapadékosabb, a július viszont nagyon száraz lett (1. ábra). Ekkor az elvárható csapadéknak átlagosan csak a negyede, harmada hullott le, de voltak helyek, ahol a havi csapadékösszeg a 10 mm-t sem érte el. Augusztusban folytatódott a száraz idő, ami a kánikulai napokkal is egybeesett, így sok embert vonzott a Balatonhoz. A szárazság csak huszonkettedike után enyhült kissé, amikor a havi csapadékösszeg 2/3 – 3/4 része esett le. Az átlagosnál szárazabb szezonban a zivataros napok száma – a Balaton 5-6 km-es körzetében lévő szinoptikus és csapadékmérő állomások megfigyelései alapján – a megelőző évihez képest is csökkent. A nyugati medencében például 2012-ben 54, 2013-ban 36 napon jegyezték fel zivatart az észlelők. **A Balaton vízszintje** a szárazabb szezon ellenére sem került nagyon alacsonyra az év eleji csapadék és a vízkészlet gazdálkodásnak köszönhetően. Az év első három hónapjában ugyanis az átlaghoz képest mintegy 2-2,5



1. ábra: 2013. évi havi csapadékösszegek a sokévi átlag százalékában (1961-1990).

A viharjelzési szezon időjárásának főbb jellemzői. 2013-ban az erős viharos napok száma 7 lett, ami éppen a 2012. évi érték fele. Jelentős volt a csökkenés az előző évekhez képest is, de a mostani érték egyben megfelel a sokévi átlagnak. A szezonban viszonylag egyenletesen eloszolva májusban egy, júniusban és augusztusban kettő, szeptemberben és októberben egy-egy napon fordult elő 90 km/h fölötti szélsőbesség a Balatonnál.

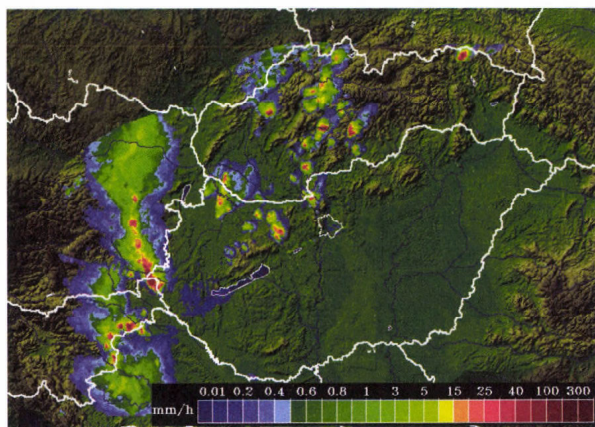
A havi átlagos **szélsőbességet** tekintve a legszelesebb hónap a május, a legcsendesebb pedig az október lett. Ez utóbbi a horgásztársadalom örömeire egyben az átlagosnál melegebb is volt, így különösen késő délután, estefelé rendszeresen vonultak ki a hajók, csónakok egy-egy jó fogás reményében a tóra. Az év egészére elmondhatjuk, hogy a vízen tartózkodásra sokak számára korlátozást jelentő másodfokú jelzések fenntartása csak májusban és júniusban emelkedett 100 óra fölé, és éppen az egyik legkevesebb fenntartási idő októberre esett (1. táblázat).

szeres mennyiségű csapadék hullott a Balaton térségében, mely a Balaton vízszintjét a január elsején mért 48 cm-ről április elsejére 99 cm-re emelte. Majd május 5-én és 6-án a vízszint elérte az évi maximumát, 125 cm-t. Ekkor a Balatont a magas vízállás miatt már 6. napja engedték a Siózsílipen keresztül. A vízleengedés május 20-án fejeződött be 121 cm-es vízszintnél.

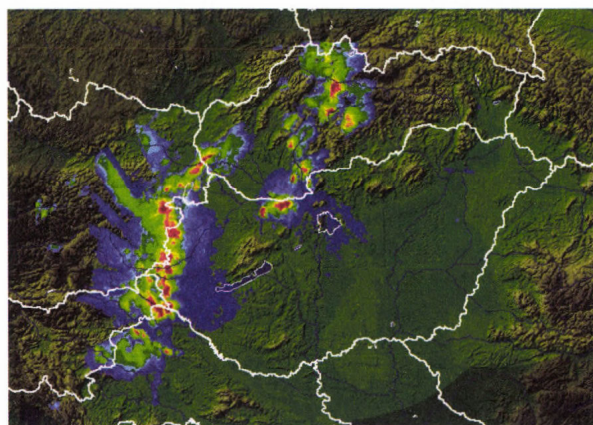
A Balaton esetében felmerült, hogy a felső szabályozási szintet már magasabban, 120 centiméterben jelölik meg a korábbi 110 cm helyett. Ezt a magasságot sokan üdvözltek, hiszen az utóbbi évek meleg száraz nyarai hasonló esetek előfordulását vetítik előre. Így a magasabb nyár-eleji vízszint esetén a jelentős párolgás mellett is magasabb vízállás tartható. A mederben tárolt vízkészlet most még júniusban sem csökkent érezhetően, a vízmérce a hónap végén 117 cm-en állt.

A száraz és kánikulai meleg időszak beköszöntével azonban július végére már 12, majd augusztus végére to-

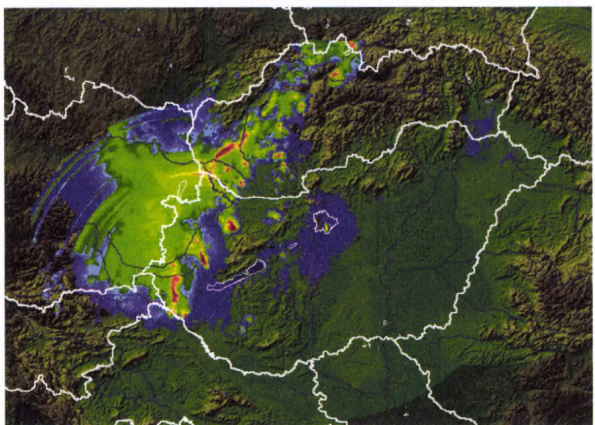
A legnagyobb viharokról. A szezonban mért legnagyobb szélereőség szeptemberben fordult elő poszt-frontális időjárási helyzetben, a déli órákban. Tizenhetedikén hajnalban egy hullámzó front érkezett a Balatonhoz, mely lassan haladt kelet felé. A front mentén és mögött a Dunántúlon csapadékosra fordult az idő és megerősödött az északnyugati szél. A keleti országrészben a front még megtorpant, így délutánra nagyobb légnyomáskülönbség alakult ki a Dunántúl középső és keleti területei fölött. Ugyanakkor északnyugat felől az egyre erőteljesebb hideg levegő beáramlás hatására a déli órákban a csapadék intenzitása a Dunántúlon gyengülni kezdett, vagy meg is szűnt. A szélsébség ebben az időszakban már Balaton-szerte elérte a 60-70 km/h-t, a déli parton a 80 km/h sebességet, de Balatonörszödnél 11:30 és 14:30 között 80 km/h fölötti széllesek voltak a jellemzőek, időnként 90 km/h, majd maximumként a 106,9 km/h is előfordult. 100 km/h feletti szélsébséget regisztráltak a műszerek még augusztus kilencedikén, az egyik legforróbb nap éjszakáján. Ezen a



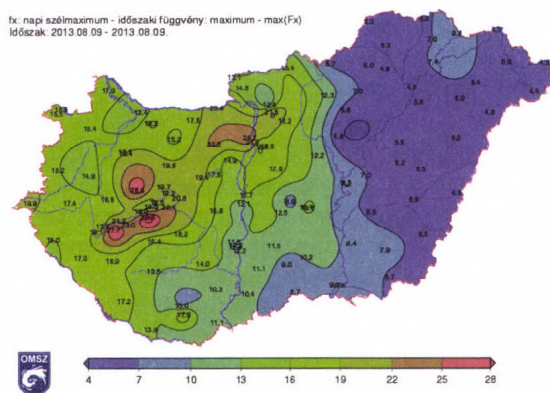
2.a ábra: Kompozit csapadékinintenzitás radarkép
2013.08.09. 17:40 UTC. Fejlődő zivatarok a Dunántúl térségében



2.b ábra: Kompozit csapadékinintenzitás radarkép
2013.08.09. 18:45 UTC, zivatarvonal nyugati határainknál.



2.c ábra: Kompozit csapadékinintenzitás radarkép :
2013.08.09. 20:45UTC, a zivatarvonal feloszlóban.



2.d ábra: 2013.08.09. Napi szélmaximumok Magyarországon

vábbi 13 cm csökkenés volt megfigyelhető. Szeptemberben bár már csapadékosabbra fordult az idő, még további 5 cm-rel lett alacsonyabb a vízszint. A szezonban mért legalacsonyabb érték az október 10. körüli napokban volt: 86 cm. Majd ezt követően a novemberi csapadékos időjárásnak köszönhetően év utolsó hónapjára már ismét 100 cm fölé emelkedett.

napon egy lassan mozgó hullámzó frontrendszer egy szakasza az Alpok keleti része felett húzódott már a kora délutáni órákban. A frontrendszer a Finnország feletti centrumú ciklont és az Olaszország feletti peremciklonát kötötte össze. A délutáni órákban az Alpok feletti labilis levegőben (12 UTC Bécs, CAPE: 2247 J/kg) eleinte csak helyen-

ként, majd késő délutánra többfelé fejlődtek ki zivatarok (emelt konvekció mellett), melyek még a határainkon kívül egyre inkább vonalas alakzatot vettek fel. A felsorakozó zivatarok érkezése előtt, a késő délutáni órákban (15 UTC után) megkezdődött a Dunántúlra északnyugat felől a hideg levegő beáramlása. 17 UTC-ig a szél erősödés elérte a Győr-Pápa-Sümeg-Zalaegerszeg vonalat. Szentgotthárdon ekkor még csak élénk szél volt. Az első viharos lökések Balatonmária és Szentgotthárd (70 km/h körül) térségében közel egy időben 17:40 UTC körül jelentek meg. A Balatont ekkor érte el a front, Szentgotthárd térségében pedig a viharos szél a front mellett nagyjából az érkező heves zivatarnak volt köszönhető (2.a. ábra). Az Ausztriából már átnyúló egymás mögött sorakozó zivatarokat a dél-délkelet felől felhúzó meleg-nedves szállítószalag táplálta nedvességgel. A zivatar Szentgotthárd-Farkasfára érve 1 óra alatt 10 fokos hőmérséklet csökkenést és 44,8 mm-nyi csapadékot okozott. A szentgotthárdi, és a szomszédos intenzív cellák (egy-egy szupercella) hatására a térségben még többfelé jelentettek nagymennyiségű csapadékot (Kercaszomor 58,2 mm), helyenként jégesőt. Az északnyugat felől meginduló hidegadvekció és a front mozgása megváltoztatta a zivatarzóna helyzetét, így az a radarképek tanúsága szerint egyre inkább párhuzamos lett a nyugati országhatárral (2.b. ábra) és 19 UTC-re már nagyjából határainkon belül volt. A fenyegető kép ellenére a zivatarzóna nyugati, északnyugati ága nem érte el a Balatont, 20 UTC után gyengült, majd nagyjából feloszlott. Hatása azonban nem maradt el a Balatonra, mivel a front nyomában kialakult erős északias áramlást átmenetileg tovább erősítette a zivatarzóna által létrehozott magassnyomás és a leépülő zivatarokból kiáramló szél. Így együttes hatásként átmenetileg a Balatonnál jöttek létre a legerősebb, 100 km/h-t elérő széllesek: Balatonmáriánál 19:55 UTC-kor 99,7, Balatonöszödnél 20:25 UTC-kor 103,7 km/h sebességet mértek az automaták északnyugati szélirány mellett. A 2.c. ábrán a feloszlóban lévő zivatarzóna radarképe látható a balatoni szélextrémumok beálltát követő időszakban. A szélextrémumokban erős vihart a Balatonon kívül, csak a Kab-hegyi automata mért a Dunántúlon (2.d. ábra). 2013.08.09-én éjjel a csapadékszóna tehát legyengült, feloszlott, de a délnyugati ága hamarosan újraéledt és konvergencia vonalként lassan haladt a nyugati medence irányába, közben rajta néhány új zivatarcella is felépült. Helyi időben az éjjeli órákban el is érte a medencét, majd a délnyugát-északkelet irányban fejlődő vonal mentén néhány óráig a térségben újratermelődték a kisebb zivatarok. Így augusztus 10.-én a 01:30 és 02:00 UTC-körüli időben a már erős, helyenként viharos északi, északnyugati szél és a konvergencia vonal hatására Keszthely és Balatonmária térségében a szélextrémum átmenetileg ismét elérte a 90 km/h-t. Érdemes megemlíteni 2013.06.22-t is, ami szintén egy zivatarok szempontjából igen mozgalmas nap volt. A Tiszántúlon már napközben is többfelé, a Balatonnál a késő délutáni, esti órákban alakultak ki zivatarok, helyenként 100 km/h feletti széllal, kiadós csapadékkal. Aznap a Kárpát-medence fölött sekély alacsony légnyomású terület helyezkedett el labilis légréteggel, Ausztriában egy legyengült, feloszlóban lé-

vő fronttal. A délutáni órákban a középtroposzférában egyre inkább egy magassági teknő előoldala került fölének felerősödő délnyugati áramlással, ami késő délutánra 20 m/s fölötti szélnyírást hozott létre a Dunántúl nyugati felén az alsó hat km-es légrétegben. A kedvező időjárási körülmények között Ausztriából Szombathely térsége fölé egy szupercellás zivatar helyeződött át, melyből jégesőt is jelentettek. A zivatar kelet felé haladva egészen a Bakony fölé jutott és itt feloszlott. Az esti órák felé közeledve a Balatontól különösen jól lehetett látni a szombathelyi szupercella mozgását. A cella legyengülésével egyidejűleg Pest megyében is fejlődésnek indult egy hosszú életű szupercella, majd a Balaton térségében is kezdtek kialakulni a magasra törő zivatarfelhők. A Balatonnál estétől egészen az éjjeli órákig tartott a zivataros időszak. Az itteni zivatarokat többfelé viharos széllesek kísérték. A két legerősebb zivatar Zánka (94,7 km/h széllal), illetve Balatonaliga térségében eredményezett 90 km/h feletti szélextrémumot. Balatonaligánál a szélextrémum elérte a 97,9 km/h-t 62 km/h-s tízperces átlagsebesség mellett. A zivatar már éjjel után, 00:45 körül érte el Ali-gát, úgy, hogy az előző tízperces mérés csupán 12 km/h átlagsebességet és 30 km/h lökést jelzett. A szélirány mindkét esetben már délnyugati volt.

A viharjelzések értékelése. A Balatonnál a viharjelzések kiadásakor második éve van lehetőség az időjárás függvényében a tavat három medencére bontani (a három medence: a Keszthely-Badacsony közötti nyugati, a Badacsony-Tihany közötti középső és a Tihanytól keletre eső keleti medence). 2012-ben a középső medencében, 2013-ban a keleti medencében volt a legrövidebb, a nyugatiban pedig a legtöbb az összesített fenntartási idő. Mindhárom tavunknál az első és másodfokú viharjelzések összesített fenntartási ideje az előző évekhez mérten csökkent. A csökkenés a Balatonnál és a Tisza-tónál leginkább a másodfokú viharjelzések rövidebb fenntartásának köszönhető. A Balaton nyugati medencéjében 2084, a középső medencében 2005, a keleti medencében 1972, a Velencei-tónál 1395, a Tisza-tónál 1200 órán át volt érvényben valamilyen fokozatú viharjelzés. Az összesített fenntartási értékek a keleti medencében csökkentek a leginkább, több mint százötven órával. A Velencei-tónál is a csökkenés több mint száz óra, a legkevesebb szeles Tisza-tónál 15 óra. A Tisza-tóhoz a síófoki fejlesztéseknek köszönhetően augusztus végén égkép figyelő kamerát is telepítettek a kollégák. A Balatonra kiadott másodfokú viharjelzések összesített fenntartási ideje a teljes időszaknak a keleti és a nyugati medencében a 12,2, a középső medencében 12,3, a Velencei-tónál a 7,7 százaléka terjedt ki. Mindegyik területen az előző évihez képest csökkenés mutatkozik. Legnagyobb mértékben a nyugati medencében csökkent a fenntartás 3.5%-kal (183 óra), de a keleti és a középső medencében is 100 óra körül alakult. A legkisebb mértékben a Velencei-tónál, mindössze 48 órával. A legkevesebb szeles Tisza-tónál is a tavalyihoz képest csökkent a másodfokú viharjelzések fenntartási ideje. Az összesítések szerint 2013-ban itt volt szükség a legrövidebb ideig a másodfokú viharjelzések fenntartására, ez a teljes szezon mindössze 3,1 százaléka terjedt ki. A Balatonra kiadott viharjelzések összbevétele 84, a Velencei-tavi 86%-os lett.

RADICS KORNÉLIA AZ ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT ÚJ ELNÖKE

THE NEW PRESIDENT OF HUNGARIAN METEOROLOGICAL SERVICE: KORNÉLIA RADICS

A vidékfejlesztési miniszter 2013. november 1-jével Dr. Radics Kornélia honvéd őrnagyot nevezte ki az Országos Meteorológiai Szolgálat elnökévé.

The minister of rural development appointed Ms Kornélia Radics the President of OMSZ – Hungarian Meteorological Service 1 November 2013.

Radics Kornélia 1973. június 29-én született Nagykanizsán. Középiskolai tanulmányait a nagykanizsai Batthyány Lajos Gimnázium és Egészségügyi Szakközépiskolában végezte. Az érettségi után a kecskeméti Gépipari és Automatizálási Főiskolán folytatta tanulmányait 1992-ig, amikor felvételt nyert az ELTE TTK meteorológus szakára. 1997-ben kapott meteorológus diplomát. Az 1994-99-es években az ELTE csillagász szakát is elvégezte, s 1999-ben lett okleveles csillagász. A Földrajz-Meteorológia doktori iskola hallgatója volt 1997 és 2000 között.

Egyetemi hallgatóként, 1995-ben az International Conference of Physics Students rendezvényén Soros ösztöndíjjal vett részt Koppenhágában. Ugyanebben az évben IAESTE ösztöndíjjal 3 hónapot töltött Brazíliában a Sao Paulo-i egyetemen. 1998-ban egy hónapot az European Science Foundation (ESF) ösztöndíjával Bornö-ben (Svédország) töltött. A European Research Course on Atmospheres keretében pedig 1 hónapos szakmai úton volt Grenoble-ban. 1999-ben kétszer 3 hónapig a University of Uppsala-n végzett tanulmányokat, ERASMUS ösztöndíjjal, illetve egy posztgraduális kurzus keretében. Egy hónapos tanulmányúton volt Palma de Mallorcán ESF ösztöndíjjal. 2002-ben NATO ösztöndíjjal Párizsban, majd Manchesterben vett részt nemzetközi konferenciákon.

A doktori (PhD) fokozatot 2004-ben szerezte meg „*A széleenergia hasznosításának lehetőségei Magyarországon: hazánk szélklímája, a rendelkezésre álló széleenergia becslése és modellezése*” című, summa cum laude minősítésű dolgozatával.

2001-től – hivatásos katonaként – a Magyar Honvédség Meteorológiai Szolgálat információtechnikai és koordinációs osztályán, 2007-től az MH Geoinformációs Szol-

gálat Időjárás-előrejelző és Szakkiképzési Osztályán töltötte be a meteorológus főtiszt, majd osztályvezető-helyettesi pozíciót.

A szakmai- és kutatómunka mellett aktívan vett részt az oktatásban is. 1997-től kezdődően az ELTE Meteorológiai Tanszékén *Klimatológia, Válogatott fejezetek a matematikából, Bevezetés a meteorológiába, Katonai meteorológia, Repülésmeteorológia* tárgyak oktatásában működött közre, s részt vett különböző szaktanfolyamok ok-

tatási tevékenységében az *Alkalmazott meteorológia, Általános meteorológia, Klimatológia* tárgyak keretében.

1995-től kezdődően 12 kutatási projekt munkájában vett részt (OTKA, COST, EU). A legfontosabb kutatási témák ezeken belül: *szélklíma, klímaváltozás, széleenergia, megújuló energiaforrások, levegőkörnyezeti elemzések*.

A Magyar Tudományos Akadémia *Pro Scientia Aranyérmét* 1997-ben kapta meg, majd elnyerte az MTA *Bolyai János Kutatási Ösztöndíját* a

2005 és 2011 közötti időszakra.

A Honvédelmi Minisztérium Honvéd Vezérkar főnökétől 2005-ben kapott *Emlékplakettet*, 2007-ben a *Szolgálati Érdemjel bronz fokozatát*, 2011-ben a *Tiszti Szolgálati Jel III. fokozatát*, 2012-ben a *Szolgálati Érdemjel ezüst fokozatát* kapta. 2013-ban a vidékfejlesztési miniszter *Pro Meteorologia Emlékplakettel* tüntette ki.

A Magyar Meteorológiai Társaságnak 1995 óta tagja. A Társaság 1996-ben *Hille Alfréd Díjjal*, 2005-ben *Róna Zsigmond Ifjúsági Díjjal* jutalmazta munkáját. A Társaság 2011-ben főtítkárává választotta.

Férjezett, két leánygyermek édesanyja.



A METEOROLÓGIA IRÁNTI ELKÖTELEZETTSÉG A LEGMAGASABB DIPLOMÁCIA SZINTJÉN, A WMO FŐTITKÁR LÁTOGATÁSA

COMMITMENT TO METEOROLOGY AT HIGH-LEVEL DIPLOMACY THE VISIT OF SECRETARY GENERAL OF WMO

Lábó Eszter, Radics Kornélia

Országos Meteorológiai Szolgálat, 1024 Budapest Kitaibel Pál utca 1.. labo.e@met.hu, radics.k@met.hu

Michel Jarraud, a Meteorológiai Világszervezet (WMO) főtitkára 2013. október 7-én Budapesten járt. Az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) elnökének meghívására egynapos program keretében látogatást tett az OMSZ-nál, a Vidékfejlesztési Minisztériumban, a Magyar Honvédség Geoinformációs Szolgálatánál és az ELTE Meteorológiai Tanszékén. A WMO az ENSZ szakosított intézményeként részt vesz a tagországok meteorológiai tevékenységének nemzetközi szintű összehangolásában, és együttműködik más nemzetközi szervezetekkel az időjárásra és éghajlatra vonatkozó információk hasznosításában. A Főtitkár az OMSZ-nál a legfontosabb területek közül a meteorológiai megfigyelések automatizálásának fontosságát és az éghajlati adatok felhasználásának elősegítését emelte ki. A látogatás során tájékozódott a hazai katonai meteorológiai tevékenység aktuális kérdéseiről, és találkozott a meteorológus-képzésben részt vevő hallgatókkal is.

Michel Jarraud, Secretary-General of the World Meteorological Organization (WMO) came to Budapest 7 October 2013. At the invitation of the President of the Hungarian Meteorological Service, in the frame of a one-day program, he has visited the OMSZ, the Ministry of Rural Development, the Geoinformation Service of Hungarian Defence Forces, and the Meteorological Department of the Eötvös University. The WMO is the specialized agency of the United Nations which harmonizes on international level the meteorological activities of its Member States, and cooperates with other international organizations in the exploitation of weather and climate-related information. During his stay at OMSZ, Michel Jarraud emphasized the importance of the automatization of the meteorological observations, as well as the promotion of the application of climate data. During his visit, he was presented the current topics of the meteorological activities within the Hungarian Defence Forces, and lastly, he has met the students studying meteorology at the ELTE University.

Röviden beszámolunk Michel Jarraud-nak, a Meteorológiai Világszervezet főtitkárának 2013. október 7-én az Országos Meteorológiai Szolgálatnál, a Vidékfejlesztési Minisztériumban, a Magyar Honvédség Geoinformációs Szolgálatánál és az ELTE Meteorológiai Tanszékén tett látogatásáról.

A Meteorológiai Világszervezet és Magyarország kapcsolata. Magyarország nem csupán a Meteorológiai Világszervezetnek tagja, de már az 1873-ben létrehozott jogelődjének, az IMO-nak (International Meteorological Organization) is alapító tagja volt. Az ENSZ 1945-ös megalakítását követően az első között hozták létre a WMO-t, mint az ENSZ szakosított nemzetközi szervezetét.

A WMO jogállása szerint független, kormányközi szervezet, tevékenységét önállóan, önálló költségvetéssel végzi. Székhelye Genfben van. Legfőbb irányító és döntéshozó szervezete a Kongresszus. A világ legtöbb nemzeti (hidro)meteorológiai szolgálata megtalálható a tagjai között, számuk jelenleg 189.

A meteorológia, mint a légkörrel foglalkozó tudomány természetéből fakadóan nem korlátozható országhatárokon

belülre, így a nemzetközi együttműködés nélkülözhetetlen részét képezi a meteorológiai tevékenységnek. Az együttműködés a mérési és megfigyelési adatok cseréjére és az egységes szabványokra épülő adatfeldolgozásra terjed ki.



A közös infrastruktúra megteremtése és a tevékenységek összehangolása a Meteorológiai Világszervezet alapvető küldetése. Emellett a WMO feladata, hogy elősegítse az egységes, földi méretű mérő- és megfigyelőrendszer kialakítását, fenntartását, valamint közreműködjön a globális meteorológiai távközlési rendszer létrehozásában és annak működtetésében. Fontos azonban hangsúlyozni, hogy a WMO nem csupán az operatív meteorológiai tevékenységeket koordinálja, hanem aktívan részt vesz a kutatás és képzés fenntartásában

is. Számos programot működtet önállóan és az ENSZ más szakosított intézményeivel együtt (pl. az Élelmezésügyi és Mezőgazdasági Világszervezettel, a FAO-val, vagy a Nemzetközi Egészségügyi Szervezettel, a WHO-val). Legújabb programja, az Éghajlati Szolgáltatások Globális Keretrendszer (*Global Framework of Climate Services*, azaz *GFCSS*) a 2012. október 29-31. között Genfben megtartott rendkívüli kongresszuson került elfogadásra. Ez a Keretrendszer egyedülálló módon harmonizálja a rendel-

kezésre álló éghajlati ismereteket, kielégíti az adatok és a jövőbeli tendenciák felhasználói oldalról felmerülő igényeit.

A WMO főtitkára, Michel Jarraud meteorológusként végzett Párizsban, ahol numerikus előrejelző számítógépes modellekkel foglalkozott. Ezt követően az ECMWF-ben (Középtávú Időjárás Előrejelzések Európai Központja) folytatta kutatói munkáját. Innen 1986-ban visszatért Franciaországba, ahol az előrejelzéssel foglalkozó főosztály vezetője lett. 1991-ben az ECMWF igazgatóhelyettesévé választották. 1995 óta dolgozik a WMO-nál: először főtitkár-helyettesként, majd főtitkárként, mely tisztségre már kétszer is kinevezték. Irányításával sikerült a WMO munkáját az ENSZ többi intézményével harmonizálni és ENSZ-szinten elfogadtatni, valamint a WMO Titkárság munkáját hatékonyabbá tenni. A meteorológia és a környezet ügye iránti elkötelezettségének és magabiztos szakmai tudásának köszönhetően Európában nagy elismertségnek örvend. Közvetlen, barátságos személyiségét az is jelzi, hogy főtitkárként immár második alkalommal is szívesen jött Magyarországra.

A 2013-as főtitkári látogatás. A budapesti Víz Világtalálkozó (2013. október 8-10.) alkalmából a magyar kormány meghívására érkezett hazánkba Michel Jarraud, aki egyben az ENSZ Vízügyi Bizottságának elnöke is. Az alkalmat megragadva Dunkel Zoltán, az Országos Meteorológiai Szolgálat korábbi elnöke tolmácsolta a WMO főtitkár felé azt a kérést, hogy budapesti tartózkodása során látogassa meg az OMSZ-t, az MH Geoinformációs Szolgálatot (MH GEOSZ-t) és az ELTE Meteorológiai Tanszékét. A Főtitkár a kérésnek örömmel tett eleget, és 2013. október 7-én egész napos program keretében tiszteletét tette az érintett intézményekben, valamint a Vidékfejlesztési Minisztériumban.

Az Országos Meteorológiai Szolgálatnál szervezett program első részében szakmai egyeztetésre került sor az OMSZ megfigyelő-hálózatának átalakításáról. A Szolgálatnál kidolgozott elképzeléseket Horváth Gyula, a Megfigyelési Főosztály vezetője ismertette. Főtitkár válaszában hangsúlyozta, hogy a megfigyelőrendszerek az egész világon átalakulóban vannak, a mérőeszközök automatizálásában rejlik lehetőséget minden országban igyekeznek egyre nagyobb mértékben kihasználni. Ebben a nemzetközi irányba jól illeszkednek az OMSZ-nál történő változások, amelyeket a Főtitkár elismerő szavai és hasznos tanácsai is megerősítettek.

Ezt követően az OMSZ időjárás-előrejelzési tevékenységének bemutatására került sor. Bonta Imre, az Előrejelzési Főosztály vezetője előadásában vázolta az OMSZ által fejlesztett HAWK meteorológiai megjelenítő rendszer legfontosabb tulajdonságait, majd részletesen ismertette a saját fejlesztésű ECMWF EPS produktumokat. Röviden szóba került a verifikálás, valamint az előrejelzési szolgáltatások automatizálásának kérdése is.

Az OMSZ tevékenységének bemutatását követően – a felkérésének eleget téve – a WMO prioritásairól tartott Mi-

chel Jarraud rövid tájékoztatást. Rámutatott a megfigyelő rendszerek fontosságára mind az éghajlat változásának nyomon követése, mind a katasztrófák megelőzésének sikeressége terén. A WMO kiemelt tevékenységeként említette a szolgáltatások fejlesztését a repülés-kiszolgálás, és a mezőgazdasági és a társadalmi igényeket felölölő időjárás-előrejelzések kiépítése vonatkozásában. A beszélgetés során kiemelte, hogy a meteorológia, mint állami tevékenység legfontosabb feladata az élet- és vagyonvédelem. Emellett azonban az éghajlat változásának kérdéskörében is a nemzeti meteorológiai szolgálatok szerepének erősödését ösztönzi a WMO. Ez nem csupán a főosztályvezetőkkel tartott megbeszélés során került szóba, hanem később, a Vidékfejlesztési Minisztériumban tartott munkabeszélésen is fontos témaként szerepelt.

Nem véletlen tehát, hogy a szervezők előzetesen az éghajlati szolgáltatások témakörben kérték fel Michel Jarraud-ot előadás tartására. Az OMSZ Tanácstermében rendezett szakmai fórumon a Nemzeti Fejlesztési Minisztérium, a Vidékfejlesztési Minisztérium szakemberei, valamint a Magyar Meteorológiai Társaság tagjai is képviseltették magukat. A Főtitkár a WMO éghajlati szolgáltatásokhoz kötődő tavaly elfogadott új programját (GFCS) ismertette. E keretrendszer célja, hogy a mezőgazdasági, élelmezési, vízügyi területen dolgozók számára megfelelő éghajlati információkat szolgáltatasson, kiemelten szem előtt tartva a fejlődő országok igényeit. Ezt követően az OMSZ munkatársa, Lakatos Mónika mutatta be az OMSZ éghajlati adatsorát és az arra épülő éghajlati adatszolgáltatási lehetőségeket. A Főtitkár kiemelte a felhasználókkal való kapcsolattartás fontosságát, és elismeréssel nyilatkozott az OMSZ éghajlatváltozás ismertségére vonatkozó társadalmi felméréséről.

Ezt követően a Vidékfejlesztési Minisztériumban Illés Zoltán környezetügyért felelős államtitkár fogadta munkabeszélésen Michel Jarraud-t. A találkozás jó hangulatban telt, amelyen a meteorológia mellett a vízügy témája is kiemelkedő szerepet kapott. A Főtitkár a vízügyi együttműködések szerepét hangsúlyozta, hiszen a több országot átszelő folyók szabályozása és hasznosítása a szomszédos országok közös problémája is lehet.

Délután Michel Jarraud az MH GEOSZ objektumában a Honvéd Vezérkar (HVK) képviselőjében Szűcs András dandártábornok, a HVK Felderítő Csoportfőnökség csoportfőnöke, valamint Kovács László alezredes, az MH GEOSZ szolgálatfőnök-helyettese fogadta. Előadások keretében a Szolgálat szakemberei a Magyar Honvédség meteorológiai támogató rendszeréről, a védelmi tevékenységekről, valamint az aktuális katonameteorológiai fejlesztésekről nyújtottak tájékoztatást. A katonai programot a Magyar Katonai Térképészet Szakmatörténeti Múzeumban tett látogatás zárta.

A program utolsó állomása a hazai meteorológusok képzését végző ELTE Meteorológiai Tanszéke volt, ahol az egyetemi hallgatók bemutatkozása került előtérbe. A Szi-optikus Hallgatói Laboratórium működésének ismertetését követően Merics Attila elemezte az aktuális időjárási

helyzetet. Ezután Breuer Hajnalka tanársegéd a hallgatók kutatásokba való bekapcsolódását foglalta össze. Végezetül a Tudományos Diákköri dolgozatok szerzői is szót kaptak, s a hallgatók által feltett kérdésekre is örömmel válaszolt a neves vendég. A kérdésekből nagyon érdekes beszélgetés alakult ki. A legizgalmasabb az előrejelzés jövőjéről szóló eszmecsere volt. A Főtitkár, aki maga is előrejelzőként kezdte a pályafutását, így be tudott számolni olyan esetekről, amikor az ECMWF modell ellenében csupán az előrejelzők tapasztalatával tudtak sikeres előrejelzést adni. Bár a modellek ma már lényegesen pontosabban, az előrejelzők hozzáértésére, szubjektív megítélésére mindig is szükség lesz. Hallgatói kérdésre azt is kiemelte, hogy tevékenysége során a Globális Éghajlati Szolgáltatások Keretrendszerének elindítására a legbüszkébb, amely-

lyel a meteorológia és az éghajlat még inkább a társadalom szolgálatába állítható.

Budapesti látogatása során a legszembetűnőbb az volt, hogy a meteorológia, mint tudomány napi kérdései is élénken foglalkoztatják, annak ellenére, hogy közel 20 éve dolgozik világszintű szervezetek vezetőjeként. Tiszteletre méltó, hogy mennyire érti és ismeri a szakma apró részleteit is. Nem volt olyan tudományos kérdés, amelyhez ne tudott volna előre-mutatón hozzászólni vagy a részletekre rákérdezni. Mintha nem is az ENSZ szervezet irányítójával töltöttük volna a napot, hanem sokkal inkább egy olyan kollégával, aki ismeri és messzemenően támogatja a meteorológiát, a hozzá kapcsolódó területeket és a szakma minden egyes képviselőjét.



Kovács László alezredes az MH GEOSZ szolgálatfőnök-helyettese és a Főtitkár az ajándékba adott térképpel



Vendégségben az MH-GEOSZ-nál: Kecskés Réka fhdgy., Lábó Eszter, Kovács László alez., Szabó Péter alez., Michel Jarraud, Radics Kornélia, Szűcs András dt., Hernádi Balázs alez., Czender Csilla sz. fhdgy.



Az OMSZ-ban tett látogatás emléklapjának átadása:
Dunkel Zoltán, Lábó Eszter, Michel Jarraud, Lakatos Mónika



Vendégségben az OMSZ-nál: Labancz Krisztina főov., Horváth Gyula főov., Bonta Imre főov. Tölgyesi László főov., Buda István mb. elnök, Michel Jarraud WMO Főtitkár, Lábó Eszter ov.

SZAKMAI ÚTON KIRGIZISZTÁNBAN

MISSION TO KYRGYZSTAN

Tóth Róbert

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

Összefoglalás: Az ENSZ Környezeti Programja (UNEP) 2012-ben a kirgiz fővárosba, Biskekbe hívta a magaslégtér-ózonréteg védelméért felelős kelet-európai és közép-ázsiai szakembereket. A magyar tapasztalatok átadása érdekében hívtak meg előadóként. Az ötnapos szakmai úton e távoli országról szerzett benyomásaimat kívánom megosztani ezzel az írással.

Abstract: The United Nations Environment Programme (UNEP) convened the experts responsible for protecting the stratospheric ozone layer – from Eastern Europe and Central Asia to Bishkek, the capital of Kyrgyzstan – in 2012. I was invited to give presentations on the Hungarian experiences. In this paper I wish to share my impression on this remote country gained during my five-day-visit.

2012-ben már a 25. évébe lépett a magaslégtér-ózonréteg védelméről szóló Montreali Jegyzőkönyv. A környezetvédelem terén ez a nemzetközi jogi eszköz érte el először, hogy a világ valamennyi országa csatlakozott hozzá. Ennek köszönhetően jelentős eredményeket tud felmutatni

tonai szállítógépek látványa volt. Sok más dologhoz hasonlóan, 25 éve ez is elképzelhetetlen lett volna. Az Egyesült Államok 2002-ben jogot szerzett a város központjától 25 km-re fekvő Manasz (legendás kirgiz hős) nemzetközi repülőtér igénybevételére, ahol légbázis



1. ábra: A Csu folyó Kirgizisztánban



2. ábra: A Tien-san havas bércei Biskeknél

az ózonréteget lebontó anyagok gyártásának, felhasználásának csökkentésében. Magyarország is részt vesz az intézkedések végrehajtásában, s 1990 óta a Sokoldalú Pénzügyi Alapon keresztül anyagilag is támogatta a fejlődő világ ilyen irányú erőfeszítéseit egészen a legutóbbi évekig. Szakmai segítséget is nyújtunk a fejlődő országoknak.

Több kelet-európai és közép-ázsiai ország kezdeményezésére létrejött egy olyan szakértői hálózat, amelyik a UNEP anyagi segítségével és szervezésében rendszeresen találkozik a Montreali Jegyzőkönyv kötelezettségeinek összehangolt teljesítése érdekében. Hazánk kezdettől fogva támogatta ennek a szervezetnek a munkáját, ez a segítségnyújtás jelenleg az ózonkárosító anyagok kiváltása terén szerzett tapasztalataink átadását jelenti. Az érdekelt országok 2012 márciusában, Kirgizisztánban jöttek össze, ahova meghívtak több előadás megtartására.

Az Aeroflot járat szép tavaszi időben szállt fel Budapest-ről, Moszkva és környéke felett azonban, ahogy illik, mindent hó takart még. A kirgiz fővárosba egy lényegesen nagyobb géppel utaztunk tovább, maximális kihasználtsággal. Kora reggel érkezünk meg Biskekbe. A repülőtérén az első meglepő dolog a nagyszámú amerikai ka-

alakítottak ki. Az USA légierője innen hajtja végre afganisztáni és iraki bevetéseinek nagy részét. Ezek után Oroszország is létrehozta saját légbázisát a közeli Kant városában. Kirgizisztán 2004-ben csatlakozott a NATO Békapartnerséghez.

A reptérről a városba menet megfigyelhető volt, hogy a fák törzsét a talajtól mintegy 1 m-ig fehérre meszelték. Ez a fameszelés a volt Szovjetunió szinte minden utódállamára jellemző, állítólag növényvédelmi célokat szolgál. A legtöbb ház tetejét hullámpala fedte. Sok férfi hordott a fején jellegzetes kirgiz kalpagot, szőrmesüveget.

Kirgizisztán 1991 óta független állam Közép-Ázsiában. Azon kevés országok közé sorolható, amelyek szinte teljes felszíne (közel 200 ezer km²) magas hegyvidék, illetve közrezárt medencék és völgyek.

Az ország vízhálózata sűrű, de a folyók rövidek. Zömmel az Aral, a Balhas és az Iszik-köl tavak, valamint a Tarim folyó vízrendszeréhez tartoznak. Legjelentősebb folyója a Narin, ami a Szir-Darja felső folyása, a Tien-sanban ered és az Aral tóba folyik. A Csu 1186 km hosszú (1.

ábra), a Talasz 661 km, itt erednek, majd elhagyják az ország területét és elvesznek Kazahsztán sivatagjaiban. Kb. 3000 tava közül a legnagyobb az Isszik-köl, a világ ötödik legmélyebb tava (702 m), amelyik 1608 méterrel fekszik a tenger szintje fölött. Kirgiz neve meleg vizet jelent. Lefolyástalan, enyhén sós (5,8‰) tó az Északi-Tien-sanban. Hossza 178 km, legnagyobb szélessége 60 km. Kb. 50 folyó ömlik bele. Vízének hőmérséklete nyáron 20-23 °C, januárban pedig 2-3 °C. Azért nem fagy be télen, mert meleg vízű források táplálják. Állatvilága szegényes, de halfajainak száma meghaladja a húszat, közülük többet halásznak. Partvidékének jelentős része üdülő- és gyógykörszet. Az ország területe lefolyástalan.

Éghajlatát alapvetően meghatározza fekvése és domborzata. Az ország Közép-Ázsia belsejében, az óceánoktól távol fekszik. Nagyjából a 40-43. szélességi fokok közt



3. ábra: A Lásztocska nevű bolt Bisceken

található (mint Nápoly és Róma). Területe a mérsékelt öv száraz kontinentális és hegyvidéki éghajlati zónájához tartozik. A nyár meleg, a csapadék kevés. A Fergana-völgy éghajlata szubtrópusi, nyáron rendkívül forró, gyakran eléri a 40 °C-ot. A hegyvidékek a magasság szerint jelentősen módosítják a hőmérsékletet és a csapadékot; a tél hideg és bő csapadék hull. A leghidegebb területeken a hőmérséklet télen negyven napig marad 0 °C alatt. A januári középhőmérséklet az alacsony völgyekben -4 és -9 °C, a középhegységekben -10 és -20 °C közötti, felfelé fokozatosan csökken. A csapadék területi eloszlása változatos. Az átlagos csapadék 533 mm/év, télen főleg hó formájában hullik, és sokáig megmarad. Az északi alacsony medencékben az évi átlag kb. 200 mm, a hegységekben helyenként eléri az 1500 mm-t. Az ország belseje is elég száraz, 200-400 mm hull évente. A hóhár a kevesebb csapadék és a déli fekvés miatt csak 3500-4000 m magasságban húzódik (2. ábra).

Száraz kontinentális és hegyvidéki éghajlata nem kedvez a fás növényzet kialakulásának. Területének csak 3,5%-át borítja erdő. A völgyek, medencék jellegzetes növényzete a füves pusztá, a sztyepp. 3500 m felett főleg hó és jégtakaró található. Palearktikus állatvilágára az ázsiai elemek jellemzők. Főbb ragadozói az ázsiai vadkutya, a pusztai róka, a tigris és a hópárduc. A párosujjú patások közül megtalálható a visszatelepített európai bölény, a

golyvás gazella és az argali juh. A madarak közül itt él a fehérkarmú vércse, a barátkeselyű, a haris, a túzok. A hüllők közül jellemző a kobra és a négyujjú teknős.

Jelenleg mintegy 5,5 millió ember él Kirgizisztánban, 69%-uk kirgiz, 14% üzbég, mintegy 9% orosz és sok egyéb nép. Kirgiz kollégám mondta, hogy 40 népcsoport lakja az országot, egyikük délen magát madzsarnak nevezi, s a hunok és magyarok rokonának tekinti. Mivel a kirgiz nyelv is török eredetű, sok közös szavunk létezik. Erre egy példa a 3. ábrán látható „kis bolt”¹ felirata.

A lakosság döntően szunnita mohamedán, kisebb részben pravoszláv, s van kisszámú római katolikus is. Az iszlámot török kereskedők hozták be a 7. században.

Kirgizisztán mai területét először szkíták népesítették be. A régi kirgizek a Jenyiszej felső völgyében éltek. A kirgiz állam a legnagyobb kiterjedését 840-ben érte el, ami-



4. ábra: Kirgizisztán nemzeti lobogója

kor legyőzték az ujjur kánságot. Az ország mai területe a 13-14. században mongol uralom alatt állt. A török eredetű kirgiz lakosság a Tien-san hegyei közt nomád pásztorkodásból élt. A 19. század első felében a Kokandi Kánság része volt, majd a század második felében fokozatosan orosz fennhatóság alá került. 1920-tól a Szovjet Turkesztán részeként a Kara-Kirgiz Autonóm Terület alakult meg, amely 1921 áprilisában Autonóm Szovjet Szocialista Köztársaság (SZSZK) lett. 1926-ban, amikor Közép-Ázsiát területileg újjászervezték a nemzetiségek alapján, Kirgizia kivált Turkesztánból és az Oroszországi SZSZK autonóm köztársasága lett. 1936 decemberében kiáltották ki a Kirgiz SZSZK-t, mint a Szovjetunió önálló tagköztársaságát. A Szovjetunió felbomlása után megalakult a független, demokratikus Kirgiz Köztársaság. Zászlajuk egy 40 sárga sugarú napot ábrázol, ami a mitikus hős, Manasz 40 harcosát jelképezi (4. ábra). A piros háttér Kirgizisztán nyitottságát és békéjét mutatja. A zászlót 1992. március 3-án vezették be. A *kürgüz* szó jelentése: „vörös”; a vörös ősidőktől fogva a kirgizek nemzeti színe. Vörös volt a zászlaja Manasznak is, aki a kirgizek egységéért küzdve létrehozta a kirgiz nemzetet.

¹ A cirill betűt nem ismerő olvasó tájékoztatására a КИЧИ МАРКЕТИ kiolvasva: kicsi marketi, szó szerint.

Ez a békesség 2010 áprilisában csorbát szenvedett, amikor a kormányellenes zavargásokban 89 ember meghalt és 500 megsebesült. Az elnök elhagyta az országot. 2012-ben már semmi nem emlékeztetett a konfliktusokra. Földje ásványkincsekben (kőszén, arany, higany, urán, antimon) gazdag. A villamosenergia nagy részét vízierőművek állítják elő. Ipara a főváros körül koncentrálódik. A lakosság jelentős része állattenyésztéssel (juh, kecske, szarvasmarha, ló), illetve öntözéses földműveléssel (gyapot, dohány, burgonya, cukorrépa, zöldségfélék, szőlő, gyümölcs és bogyósok) foglalkozik. Kirgiz kollégám családja húsz lovat tart, ő maga jól lovagol.

A rendezvény szakmai részének befejezése után autóbusszos kiránduláson vehettünk részt. Az egykori Selyemút mentén jutottunk el 4-5 óra alatt Biskeből az Iszik-köl tóhoz. Útközben szegényes falvakon haladtunk keresztül.



5. ábra Az Iszik-köl partvidéke

Itt-ott lovak, juhok és kecskék legelésztek a félsivatagos területen. Az út állapota a középkori karavánok óta nem sokat javulhatott, helyenként teljesen eltűnt. Úrközben

megálltunk egy karavánszerájnál, ahol bepillantást kaphattunk a keleti illemhelyek minden érzékszervet próbára tevő állapotáról. A tóhoz közel meglátogattunk egy ózonmegfigyelő állomást, amelyik a Közép-ázsiai Monitoring Rendszer része. A kutatóállomáson mérnek még különböző éghajlati, sugárzási, levegőminőségi paramétereket is. 2004 óta részt vesznek a WMO GAW programjában. Feltűnt az ingatlan kertjének elhanyagoltsága. Az Iszik-köl tavat a kormány üdülőingatlanában közelítettük meg. Ez már lényegesen elegánsabb volt a korábban látottaknál, ugyanakkor rajtunk kívül csak az objektumot védő egyenruhások voltak a kerítésen belül. Egy hajókázást követően megnéztük az üdülő területén látható szobrokat, templomokat és jurtákat (5. és 6. ábra). Végül egy igen bőséges lakomát rendeztek vendéglátóink, ahol a húsételek domináltak s megkóstolhattuk őseink italát, a kumiszt is.



6. ábra: Barátságos fogadtatás az Iszik-köl partján

Összességében a kirgizekben barátságos népet ismertem meg. Magas hegyeik és tavaik sok természeti szépséget rejtnek. A szerény orosz nyelvtudás is hasznos útravaló.

KISLEXIKON POCKET ENCYCLOPAEDIA

Somfalvi-Tóth Katalin

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

CAPE <rov., ang.> *convective available potential energy*, *konvektíven rendelkezésre álló potenciális energia*, a meteorológiai gyakorlatban használt *stabilitási index*, az emelkedő részecske maximális energiája Jkg^{-1} egységben kifejezve. Értéke meghatározható grafikusán *termodinamikai diagramon*, ahol az a pozitívnak nevezett terület, amelyet az emelkedő részecske pályája és az ténylegesen mért *profil* zár közre, a részecske *szabad konvekciós* szintjétől az egyensúlyi szintjéig. Számszerűen:

$$\text{CAPE} = \int_{p_n}^{p_f} (\alpha_p - \alpha_e) dp$$

ahol p_f , p_n , a nyomás a szabad konvekció illetve az egyensúly szintjén, α_p , a nedves adiabatikusan emelkedő részecske, míg α_e a környezet *specifikus térfogata*. (Zsikla Ágota: A 2013. évi Balatoni és Velencei-tavi viharjelzési szezonról)

endoreverzibilis termodinamika <gör.> a hőerőgépek tárgyalásakor a hőtartályok és a hőerőgép munkaközege közötti hőcsere leírásában figyelembe veszi az irreverzibilitást, azzal hogy a hőtartályok és a munkaközeg között nem tételez fel hőmérsékleti egyensúlyt. A hőerőgép munkaközege által végzett körfolyamatot azonban reverzibilisnek tekinti. Innen ered a a belső (endo) reverzibilis fogalma azaz, hogy a reverzibilitás csak magára a munkaközegre vonatkozóan áll fenn. (Fejős Ádám és Tasnádi Péter: *Hogyan működnek a hurrikánok?*)

prelátus <lat.> a katolikus egyházban a pápa által adományozott főpapi cím különleges megbízatás keretében vagy kitüntetésképpen. (Tar Károly és Németh István: *Hegyfokj Kabos Szavalóverseny*)

HEGYFOKY KABOS SZAVALÓVERSENY

KABOS HEGYFOKY'S RECITING CONTEST

Tar Károly¹, Németh István²

¹Nyíregyházi Főiskola, ²Keviföld Alapítvány

2013. február 16-án a Keviföld Alapítvány és a Korda Vince Táncművészeti, Képzőművészeti és Színházi Alapfokú Művészeti Iskola szervezésében Hegyfokya Kabosra emlékezve harmadik alkalommal szavalóversenyt tartottunk. Már első esetben is igen nagy volt az érdeklődés, 52 tanuló jelentkezett, a második alkalommal 74 tanuló. Ez a túrkevei gyermekeknek kb. 10%-a. A szülők és a pedagógus kollégák segítenek a vers kiválasztásában és a versenyre való felkészítésben. Sokan családi programnak is tekintik, a család tagjai elkísérve a versenyző gyermeket. Minden évben kegyeleti szentmise keretében a római katolikus egyház is megemlékezést tart egykori lelkipásztora emlékére. A kegyeleti szentmisét celebrálja dr. Ondavay Tibor főesperes, pápai prelátnak. A szentmise után koszorúzás van Hegyfokya Kabos templomkertben lévő sírjánál. Ki is volt Hegyfokya Kabos? 1847-ben született Új-Leszán, mely jelenleg Szlovákia területén van a Magas-Tátra tövében. 1871-ben szentelték katolikus pappá Egerben. 1891-ben került Túrkevére és itt is hunyt el 1919. február 1-jén. Római katolikus plébánosi munkája mellett meteorológiai megfigyeléseket végzett. E munkássága révén vált országos, sőt nemzetközi híru tudóssá. A mintegy 30 éves munkássága alatt írt 8 db nagy könyvet, 8 értekezést és 246 dolgozatot. Fő művei: A felhőzet a Magyar Szentkorona Országában; Május havi meteorológiai viszonyok Magyarországon; A zivatarokról; Folyóink vízállása és a csapadék. 1917-ben megkapta a Ferenc József Rend Lovagkeresztjét a meteorológia és a hazai klimatológia terén kifejtett sokévi buzgó működése elismeréséül. Tudományos és papi tevékenysége mellett a város közéletében is részt vett. Elnöke volt a Vöröskereszt Egyletnek, jelentős szerepet vállalt az első világháború sebesültjeinek ápolásában. Önkormányzati képviselő is volt. 1934-ben nevére díjat alapítottak. A díjat minden évben a legkiválóbb magyar klimatológus kapta. A díjat 1946-ban megszüntették, mert abban a korban nem volt dicséretes dolog egy papról elnevezett díj. Légköri megfigyeléseit, tapasztalatait maig tanítják az egyetemek földtani tanszékein. Halálának évfordulójára emlékezve harmadik alkalommal hirdettük meg a szavalóversenyt. A szervezők egy kikötést tettek, mégpedig a

választott versben időjárással kapcsolatos fogalmaknak kellett lenni. Pl.: eső, hó, vihar, zivatar, napfény, felhő stb. 77 tanuló 20 pedagógus kolléga készített fel. Munkájukat ez úton is megköszönjük. A verseny két zsűri előtt folyt, összesen 20 arany, 21 ezüst és 16 bronz minősítés született. Emléklapot 12-en kaptak. Öt fő betegség miatt nem jelent meg. A gyermekeket számos szülő, nagyszülő, testvér kísért el, nyugodtan mondhatjuk, hogy ez a nap a vers ünnepe volt városunkban. Öröm volt látni a mosolygós arcokat a csillogó szemeket, amikor az érmeiket a versenyzők megkapták. A Magyar Meteorológiai Társaság és Túrkeve város évek óta együttműködve igyekszik Hegyfokya Kabos emléket fenntartani. Az MMT 1936-ban Hegyfokya Kabos Emlékérmet alapított, amit az éghajlat kutatása terén kimagasló eredményeket elért kutatóknak és a példamutató munkát végző észlelőknek adományoztak 1949-ig. Túrkevére pedig 1979. július 7-én – elsőként a városi szoborparkban – felavatták Hegyfokya Kabos emlékoszlopát. 1992-ben, születésének 145. évfordulóján az MMT Debreceni Csoportjának és Túrkeve város közös rendezésében egy emlékülésre került sor, amelynek előadásai egy kötetben megjelentek. 2009-ben, halálának 100. évfordulójáról több rendezvényen is megemlékeztünk, amelyek szervezésében az MMT Szombathelyi Csoportja is kivette részét, a fiatalságnak szánva a főszerepet. A Magyar Meteorológiai Társaság a 2010. évvel kezdődően újra adományozza az általa 1936-ban alapított és 1949-ig mintegy 60 alkalommal kiadott Hegyfokya Kabos Emlékérmet.



Simon Bálint, Nemes Zsófia és Marjai Roland

Halálának évfordulójára emlékezve harmadik alkalommal hirdettük meg a szavalóversenyt. A szervezők egy kikötést tettek, mégpedig a

választott versben időjárással kapcsolatos fogalmaknak kellett lenni. Pl.: eső, hó, vihar, zivatar, napfény, felhő stb. 77 tanuló 20 pedagógus kolléga készített fel. Munkájukat ez úton is megköszönjük. A verseny két zsűri előtt folyt, összesen 20 arany, 21 ezüst és 16 bronz minősítés született. Emléklapot 12-en kaptak. Öt fő betegség miatt nem jelent meg. A gyermekeket számos szülő, nagyszülő, testvér kísért el, nyugodtan mondhatjuk, hogy ez a nap a vers ünnepe volt városunkban. Öröm volt látni a mosolygós arcokat a csillogó szemeket, amikor az érmeiket a versenyzők megkapták. A Magyar Meteorológiai Társaság és Túrkeve város évek óta együttműködve igyekszik Hegyfokya Kabos emléket fenntartani. Az MMT 1936-ban Hegyfokya Kabos Emlékérmet alapított, amit az éghajlat kutatása terén kimagasló eredményeket elért kutatóknak és a példamutató munkát végző észlelőknek adományoztak 1949-ig. Túrkevére pedig 1979. július 7-én – elsőként a városi szoborparkban – felavatták Hegyfokya Kabos emlékoszlopát. 1992-ben, születésének 145. évfordulóján az MMT Debreceni Csoportjának és Túrkeve város közös rendezésében egy emlékülésre került sor, amelynek előadásai egy kötetben megjelentek. 2009-ben, halálának 100. évfordulójáról több rendezvényen is megemlékeztünk, amelyek szervezésében az MMT Szombathelyi Csoportja is kivette részét, a fiatalságnak szánva a főszerepet. A Magyar Meteorológiai Társaság a 2010. évvel kezdődően újra adományozza az általa 1936-ban alapított és 1949-ig mintegy 60 alkalommal kiadott Hegyfokya Kabos Emlékérmet.

Halálának évfordulójára emlékezve harmadik alkalommal hirdettük meg a szavalóversenyt. A szervezők egy kikötést tettek, mégpedig a

Irodalom

- Zách, A., 1980: Hegyfokya-emlékoszlop Túrkevére. *Légkör* 25, 35
 Tar, K., 1993: Hegyfokya Kabos, az elfelejtett klimatológus. *Légkör* 37, 37-38.
 Tar, K., 1993: Hegyfokya Kabos, az elfelejtett klimatológus. *Magyar Tudomány* 12, 1510-1512.
 Németh, I., Puskás, J., és Tar, K., 2009: Hegyfokya emlékülés Debrecenben és Túrkevére. *Légkör* 54(1), 30-31.
 Tar, K. (szerk.), 1992: Hegyfokya Kabos klimatológus születésének 145. évfordulója alkalmából rendezett tudományos emlékülés előadásai. *Debrecen-Túrkeve* 1992. június 8-9. pp. 170

2013 ŐSZÉNEK IDŐJÁRÁSA WEATHER OF AUTUMN 2013

Rajhonáné Nagy Andrea

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

A 2013-as ősz az országban mindenhol melegebbnek bizonyult a megszokottnál, csapadék szempontjából pedig kevésbé az átlag felett alakult.

Szeptember. A havi középhőmérséklet (egy kis területtől eltekintve az Észak-Dunántúlon) országszerte elmaradt az 1971-2000-es sokévi átlagtól, 0 °C és -1,5 °C közötti anomália volt jellemző hazánkban. A szeptember átlag körüli napi középhőmérsékletekkel indult, majd 9-től a hónap végéig, 2 rövidebb időszakról eltekintve, normál alatti értékek jelentkeztek. A legnagyobb negatív eltérések 14-én, 18-án, valamint 27-30-a között adódtak, ezeken a napokon 3-3,5 °C-kal volt hidegebb az átlagosnál. A meleg küszöbnapok száma elmaradt a normáltól. Országos átlagban csupán 4 nyári napot (napi maximumhőmérséklet ≥ 25 °C) jegyeztünk a sokévi átlagos 8 nappal szemben, 30 °C feletti maximumhőmérsékletű hőségnap pedig már nem is jelentkezett a hónapban.

A hónap során mért legmagasabb hőmérséklet:

29,6 °C, Baja Csávolgy (Bács-Kiskun megye), szeptember 8.

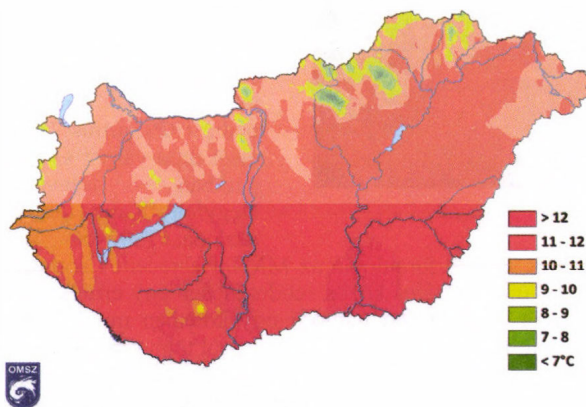
A hónap során mért legalacsonyabb hőmérséklet:

24 óra alatt lehullott maximális csapadék:

62,4 mm, Alsószentmárton (Baranya megye), szeptember 29.

Október. Az 1971-2000-es sokévi átlagnál jellemzően 1,5-2,5 °C-kal melegebb havi középhőmérséklet jelentkezett az országban, de a Dél-Dunántúl legnagyobb részén, a Dunántúli-középhegység középső térségében, valamint az Északi-középhegység egyes területein ennél is nagyobb különbség adódott (+2,5-3 °C, de kis területeken +3 °C feletti érték is). Az országos napi középhőmérsékletek az átlagosnál jóval kisebb értékekkel indultak októberben, mely után 10-étől egy rövid melegebb periódus következett, majd a 16-19-e közötti átlagos időszakot követően a hónap utolsó harmada a normálnál jóval magasabb hőmérsékleteket hozott.

A hőmérsékleti küszöbnapok közel átlagosan alakultak. A normállal megegyezően 1 nyári nap fordult elő, 0 °C-nál alacsonyabb minimumhőmérsékletű fagyos naptól pedig 3-at regisztráltunk (a normál 4 nap).



1. ábra: Az ősz középhőmérséklete (°C)

-2,0 °C, Nyírlugos (Szabolcs-Szatmár-Bereg megye), szeptember 29.

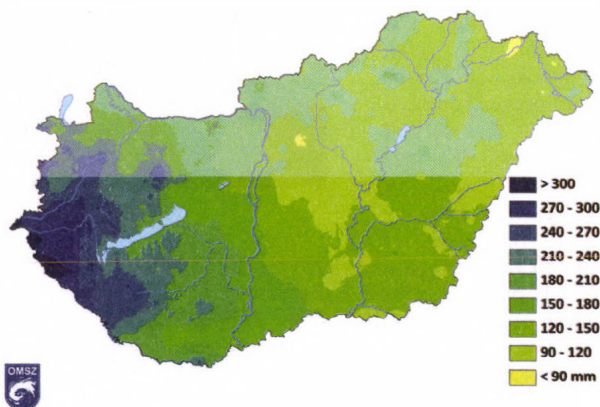
A szeptember havi csapadékösszeget tekintve térben igen nagy különbségek jelentkeztek. Az 1971-2000-es átlaghoz viszonyítva a nyugati-délnyugati területeken csapadéktöbblet jelentkezett, itt a normál 120-200%-a volt jellemző (sőt a déli határszélen 200-280% közötti arány is előfordult), az ország északkeleti felében azonban elmaradtak az ideális értékek a normáltól, csupán 40-80%-a hullott a sokévi átlagnak. Országos átlagban kevesebb a sokévi átlag felett alakult a havi összeg. A napi csapadékösszegeket tekintve, a hónap közepe és vége volt csapadékosabb, ekkor több kiemelkedő napi értéket is mértünk. A csapadékos napok száma meghaladta a sokévi átlagot (8 nap), országos átlagban 11 napon jegyeztünk mérhető mennyiségű csapadékot.

A hónap legnagyobb csapadékösszege:

156,4 mm, Alsószentmárton (Baranya megye)

A hónap legkisebb csapadékösszege:

16,9 mm, Cserépfalu (Borsod-Abaúj-Zemplén megye)



2. ábra: Az ősz csapadékösszege (mm)

A hónap során mért legmagasabb hőmérséklet:

28,6 °C, Körösszalkál (Hajdú-Bihar megye), október 12.

A hónap során mért legalacsonyabb hőmérséklet:

-9,3 °C, Zabar (Nógrád megye), október 4.

Októberben jellemzően kis csapadékösszegeket mértünk hazánkban, a legkevesebb csapadék a nyugati, valamint északkeleti területeken hullott (< 25 mm), a legtöbb pedig a Tisza-tó térségében (> 50 mm). Az 1971-2000-es normálhoz viszonyítva az ország legnagyobb területén negatív eltérés adódott (a legnagyobb a délnyugati határszélen, itt a normál 15-30%-a esett), csupán a keleti országrészben jelentkeztek nagyobb területen átlagot meghaladó értékek. A napi csapadékösszegeket tekintve elmondhatjuk, hogy a hónap körülbelül felében nem volt mérhető mennyiségű napi csapadék, s a csapadékos napok többségében is igen kevés eső hullott. Ha nem lett volna a 16-i, igen kiemelkedő csapadék (országos átlagban közel 16 mm), akkor országszerte rendkívül száraz hónapot zártunk volna. Hócsapadék csupán 1 állomáson és egy napon fordult elő: 12-én, Salföldön.

A csapadékos napok száma (6 nap) elmaradt a sokévi átlagtól (8 nap). Havas-, illetve hótakarós nap országos átlagban nem jelentkezett.

A hónap legnagyobb csapadékösszege:

108,1 mm, Nagyiván (Jász-Nagykun-Szolnok megye)

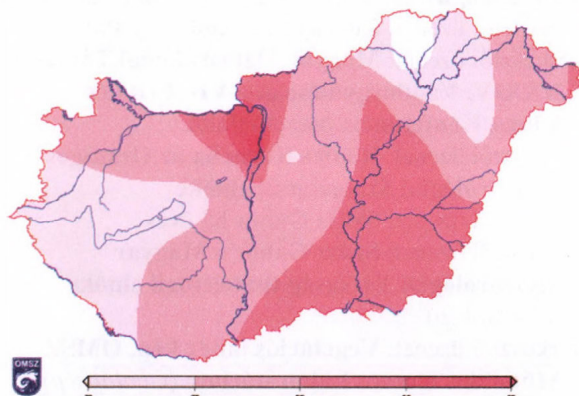
A hónap legkisebb csapadékösszege:

9,1 mm, Királyegyháza (Baranya megye)

24 óra alatt lehullott maximális csapadék:

94,0 mm, Nagyiván (Jász-Nagykun-Szolnok megye), október 16.

November. Országszerte melegebb volt a sokévi átlagnál, nyugatról keletre növekvő anomália értékek adódtak hazánkban. Még az ország északkeleti csücskében jelentkező legkisebb eltérés is +1,5 °C-nak adódott, a keleti határszélnél pedig meghaladta a 4 °C-ot is. Az országos átlagban vett napi középhőmérsékleteket tekintve elmondhatjuk, hogy egészen 24-éig jóval átlag feletti napi középhőmérsékletek adódtak, átlagosan 3,5 °C-kal volt melegebb ez az időszak a normálnál. A hónap végén azonban, 24-éről 25-ére – egy ciklon hatására – erőteljes lehűlés következett be, a napi értékek a sokévi átlag alá estek. Az enyhe időjárásnak köszönhetően a hideg küszöbnapok száma elmaradt az átlagostól. Fagyos naptól (napi minimumhőmérséklet ≤ 0 °C) az átlagos 12 helyett csupán 5-öt regisztr-



3. ábra: Az őszi globálsugárzás összege (kJ/cm²)

ráltunk, míg téli nap (napi maximumhőmérséklet ≤ 0 °C) országos átlagban nem fordult elő (a sokéves átlag 1 nap).

A hónap során mért legmagasabb hőmérséklet:

23,1 °C, Sellye (Baranya megye), november 9.

A hónap során mért legalacsonyabb hőmérséklet:

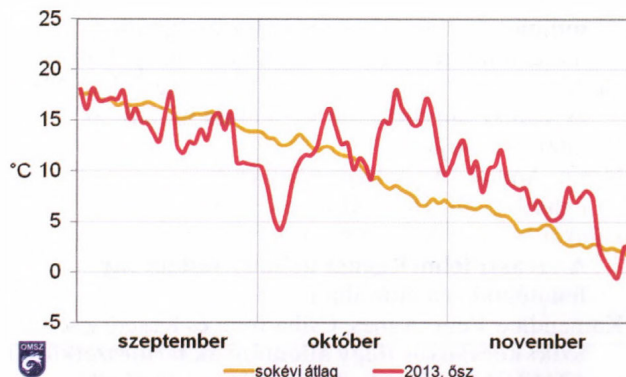
-10,4 °C, Zabar (Nógrád megye), november 28.

Országos átlagban az 1971-2000-es normál csapadék közel 1,5-szerese hullott november hónapban, mely kelet-nyugati irányú növekedést mutatott az ország területén. A Dunántúl nyugati felében a sokévi átlagos csapadék több mint 1,5-szerese hullott (volt, ahol a 2,5-szeresét is meghaladta), míg az ország többi részében jellemzően átlag körüli, ill. kicsivel átlag feletti értékek (100-140%) jelentkeztek. Néhány térségben azonban a normálnál kisebb értékek is adódtak, a déli és az északkeleti határszáron, illetve elszórtan egy-egy kisebb területen 60-100% közötti arányt figyelhetünk meg.

Az országos átlagban mért 13 csapadékos nap felülmúlta a 10 napos normált. A havas napok száma azonban elmaradt a sokévi átlagtól (3 nap), országos átlagban csupán 1 napon észleltünk hócsapadékot, melynek köszönhetően 2 hótakarós napot jegyeztünk. E napokból a legtöbbet Kékestető állomásunkon mértünk, szám szerint 5 havas napot és 6 hótakarós napot.

A hónap legnagyobb csapadékösszege:

207,9 mm, Kehidakustány (Zala megye)



4. ábra: Az őszi napi középhőmérsékletei és a sokévi átlag (°C)

A hónap legkisebb csapadékösszege:

27,8 mm, Csölyospálos (Bács-Kiskun megye)

24 óra alatt lehullott maximális csapadék:

50,0 mm, Vízvár (Somogy megye), november 10.

2013 őszi időjárási adatainak összesítője

Állomás	Napsütés (óra)		Globálsugárzás Évszak összeg, kJcm ⁻²	Hőmérséklet (°C)						Csapadék (mm)			Sél Viharos napok
	Évszak összes	Eltérés		Évszak közép	Eltérés	Maximum	Napja	Minimum	Napja	Évszak összes	Átlag %-ban	> 1mm napok	
Szombathely	398	5	77	10,9	1,3	27,3	09.08	-5,2	11.28	224	148	26	7
Nagykanizsa				10,8	1,0	26,3	09.03	-4,9	11.29	247	135	24	6
Siófok				12,4	1,4	29,0	09.08	-2,2	11.28	188	135	24	16
Pécs	431	-22	81	12,0	1,0	25,7	09.08	-4,2	11.28	169	121	24	8
Budapest	469	48	82	12,1	1,3	27,1	09.08	-5,6	11.28	104	83	19	8
Kékestető	436	-24	80	6,9	0,7	19,5	09.08	-7,4	11.27	165	83	21	28
Szolnok	438	-10	84	11,9	1,3	26,8	09.08	-5,4	11.28	113	104	21	4
Szeged	512	53	87	12,0	1,2	28,7	09.01	-3,0	10.05	128	127	22	10
Nyíregyháza				11,3	1,6	26,4	10.12	-6,1	11.28	113	98	20	7
Debrecen	487	56	78	11,6	1,4	27,2	09.08	-6,6	11.28	104	91	19	2
Békéscsaba				11,9	1,3	27,5	09.08	-3,1	10.05	119	106	19	7

AZ 58. ÉVFOLYAM (2013) SZERZŐI AUTHORS OF VOLUME 58 (2013)

Ács Ferenc, Breuer Hajnalka, Skarbit Nóra és Krakker Dávid: Magyarország éghajlata a XX. században különböző éghajlat-osztályozási módszerek alapján		Rajhónáné Nagy Andrea: 2013 tavaszának időjárása	85
Dunkel Zoltán: A nemzeti meteorológiai intézet szerepe a hazai és nemzetközi meteorológiai biztosításban	17	Rajhónáné Nagy Andrea: A 2012. év időjárása	36
Dunkel Zoltán: Tőkei László temetésén, Törökbálinton 2013. március 11-én elhangzott búcsúztató	29	Roszik Róbert és Kiss Márton: Zivataros július 106 Sopronban és környékén	125
Dunkel Zoltán: Tőkei Lászlóra emlékezünk	2	Sáhó Ágnes: Meteorológiai Világnap 2013	82
Edelényi Márton, Pödör Zoltán, Jereb László és Manninger Miklós: Bükkfák éves növekedésmenetének leírása szigmoid növekedési függvényekkel	49	Simon André: Tavaszi kökörcsin (Címlapkép)	134
Fejős Ádám és Tasnádi Péter: Hogyan működnek a hurrikánok?	136	Somfalvi-Tóth Katalin: Kislexikon	124
Gálos Borbála, Hänsler Andreas, Kindermann Georg, Rechid Diana, Sieck Kevin és Jacob Daniela: Esettanulmány a felszínborítás változás éghajlatmódosító hatásának vizsgálatára Európában	57	Somfalvi-Tóth Katalin: Kislexikon	170
Gerhátné Kerényi Judit és Gróbné Szenyán Ildikó: 2012. év száraz időszakának vizsgálata műholdas adatok alapján	111	Szerkesztői üzenet: A Marcell György Fő-obszervatórium főépülete 1955-ben (Címlapkép)	1
Hágen András: A pestisjárvány és az éghajlatváltozás a XIV. században	115	Szerkesztői üzenet: A norvégok megbecsülik meteorológusaikat	131
Hunkár Márta, Vincze Enikő és Németh Ákos: A tavaszi felmelegedés néhány vadnövény fenológiai reagálásában	98	Szerkesztői üzenet: Az 58. évfolyam (2013) szerzői	174
Kamandiné Végh Ágnes, Csiha Imre és Keserű Zsolt: Sziki kocsányos tölgy állományok természetközeli felújítási kísérletei a klímaváltozás hatásai mellett	63	Szerkesztői üzenet: Az Andrew hurrikán fejlődése, 1992. augusztus 23, 24 és 25-én (Címlapkép)	133
Kerekes András: Megemlékezés Katkó Bertalanról	90	Szerkesztői üzenet: Elhunyt dr. Ambrózy Pál	46
Kovács Erik, Puskás János: Az éghajlati paraméterek és a szőlő fenológiai vizsgálata Kerkamente, Muramente és Muravidék területén	156	Szerkesztői üzenet: Magyar Meteorológiai Társaság XXXIV. Vándorgyűlése és a VII. Erdő és Klíma Konferencia összefoglalói	74
Lábó Eszter és Radics Kornélia: A meteorológia iránti elkötelezettség a legmagasabb diplomácia szintjén, a WMO főtitkár látogatása	165	Szerkesztői üzenet: Radics Kornélia az Országos Meteorológiai Szolgálat új elnöke	164
Lázár Dóra: Mikrocsapadékok mérési módszerei és vizsgálata Magyarországon	150	Szerkesztői üzenet: Szász Gábor 85 éves	48
Lelovics Enikő, Unger János és Gál Tamás: A lokális klímazónák termikus sajátos ságainak elemzése – szegedi esettanulmány	142	Szerkesztői üzenet: Szász Gábor a Magyar Meteorológiai Társaság tiszteletbeli elnöke (Címlapkép)	45
Major György: Áttekintés a hazai pirheliométeres tevékenység évszázadáról	65	Szerkesztői üzenet: Vegetációs index kép, OMSZ Műholdas Kutató Laboratórium (Címlapkép)	89
Major György: Hazai meteorológusok létszáma	27	Tánczer Tibor: Ambrózy Pál temetésén elmondott beszéd	84
Mészáros Ernő: Az éghajlatkutatás kezdetei Magyarországon. A nagy előd: Berde Áron	92	Tar Károly, Németh István: Hegyfoky Kabos Szavalóverseny	171
Németh Ákos: A Balaton térségének termikus komfort viszonyai és annak változásai	145	Tóth Róbert, Baranka Györgyi és Bozó László: 60 éves a Marcell György Főobszervatórium	4
Rácz Csaba, Nagy János, Dobos Attila Csaba: Meteorológiai információk hasznosítása mezőgazdasági döntéstámogató rendszerekben	53	Tóth Róbert: Szakmai úton Kirgizisztánban	168
		Varga György: A Kárpát-medence légköri ásványi porkoncentrációjának alakulása a pleisztocén során	119
		Varga Miklós: Történelmi arcképek – Réthly Antal	175
		Vincze Enikő: 2013 nyarának időjárása	129
		Vincze Enikő: 2013 őszeének időjárása	172
		Vincze Enikő: A 2012/2013-as tél időjárása	41
		Wantuchné Dobi Ildikó és Vig Péter: Meteorológiai vándorgyűlés és Erdő-Klíma konferencia Debrecenben	72
		Zsikla Ágota: A 2012. évi Balatoni és Velencei-tavi viharjelzési szezonról	31
		Zsikla Ágota: A 2013. évi Balatoni és Velencei-tavi viharjelzési szezonról	161

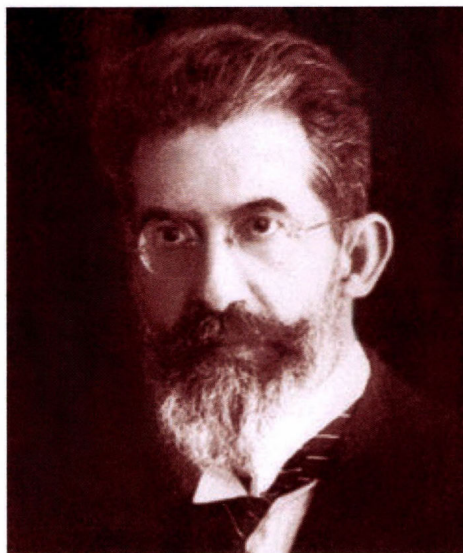
TÖRTÉNELMI ARCKÉPEK

HISTORICAL PORTRAITS

Varga Miklós

RÉTHLY ANTAL

Budapest, 1879. május 3. — Budapest, 1975. szeptember 21.



Középiskolai tanulmányait a Toldi Ferenc főreál iskolában kezdte, de az érettségit a közgazdasági gimnáziumban tette le. 1898-ban kerül állami szolgálatba, majd Konkoly-Thege Miklós igazgató kalkulátorként alkalmazza az OMFI-ban. Egyetemi tanulmányait – Konkoly támogatásával – napi munkája mellett rendkívüli hallgatóként folytatja. 1902-ben tudományos státusba kerül és asszisztensi kinevezést kap. 1903/04-ben az Ógyallai Obszervatóriumban Marczell György irányításával meteorológiai, csillagászati, földmágneses és földrengési megfigyeléseket végez.

1912-ben Kolozsváron Cholnoky Jenő professzornál doktorál „A földrengésről, különös tekintettel az Alföldre és Kecskemétre” című dolgozatával. 1913-ban a „Najda” hadihajó fedélzetén – több kollégájával – részt vesz az első Adria kutató expedíció munkájában. 1918-ban IV. Károly király egyetemi adjunktussá nevezi ki. A Tanácsköztársaság idején 1919-ben a Kísérletügyi Népbizottság keretében alakult Tudományos Kísérletezés Ügyosztály vezetője. 1920-tól megbízott egyetemi előadó. 1923-ban „Éghajlattan” témakörben egyetemi magántanár. 1925-ben kezdeményezésére megalakul a Magyar Meteorológiai Társaság, melynek ő lesz az első főttkára.

1925 októberétől két éven át Törökországban dolgozik, mint „igazgató szakértő”, megszervezi az ottani megfigyelő hálózatot és Ankarában Obszervatóriumot létesít. Tevékenységét Kemál Atatürk államfő magas kitüntetéssel ismeri el. Hazatérése után megbízást kap az első nemzeti Éghajlati Atlasz szerkesztésére és 1934-ben mutatja be az 1901-1930 évek adataiból készült Atlaszt.

1933-ban helyettes igazgató, majd 1934-ben – akadémiai és miniszteri – előterjesztésre a Kormányzó 1934. április 30-ai dátummal az OMFI igazgatójának nevezi ki. 1939-ig bővíti az Intézet létszámát, rendszeresíti a műszeres napsugárzás méréseket, sűríti a napfénytartam-mérő hálózatot. Sok új éghajlati és csapadékmérő állomást szervez. 1939-ben az IMO felkérésére két utazó barométerrel Béll Bélával közösen 8 európai főváros és Budapest normál-barométereinek nemzetközi összehasonlítását végzi el.

Az ország német megszállását követően 1944. április 25-ével állásáról betegsége hivatkozva lemond, és családjával Tokajba költözik. 1945. május 3-án az Ideiglenes Nemzeti Kormány visszahelyezi igazgatói beosztásába. 1948. április 15-én vonul véglegesen nyugállományba. Maradandó alkotása az „Időjárási események és elemi csapások Magyarországon” címen három időszakra osztott, négy kötetbe foglalt monográfiája.

