LÉGKÖR

XLVI. évfolyam

2001. 1. szám



Miniszteri és OMSZ elnöki kitüntetések, jutalmak átadása *(cikk a 2. oldalon)*

Dr. Turi-Kovács Béla miniszter Schenzl Guido dijat ad át





dr. Kéri Menyhértnek és dr. Varga Haszonits Zoltánnak

A Pro Meteorologia emlékplakett kitüntetettjei



H. Bóna Márta



dr. Szilágyi Tibor



és Bereczky László



Hárman a kitüntetett társadalmi észlelők közül: György Károly (Domaháza), Duló György (Méhkerék) és Bagota Ferencné (Érsekvadkert)

LÉGKÖR

AZ ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT ÉS A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG SZAKMAI TÁJÉKOZTATÓJA

Megjelenik negyedévenként

XLVI. évfolyam
1. szám

Felelős szerkesztő:
Dr. Ambrózy Pál
a szerkesztőbizottság elnöke

Szerkesztő bizottság:
Dr. Bartholy Judit
Bussay Attila
Bóna Márta
Dunay Sándor
Dr. Haszpra László
Hunkár Márta
Ihász István
Mezősi Miklós
Németh Péter
Schirokné Kriston Ilona
Tóth Róbert

ISSN 0133-3666

A kiadásért felel:
Dr. Mersich Iván, az OMSZ elnöke

Készült:
Az **FHM Kft.**
nyomdájában
750 példányban

Felelős vezető:
Modla Lászlóné

Évi előfizetési díja 870 Ft + Áfa

Megrendelhető:
Az OMSZ Pénzügyi Osztályán

TARTALOM

A címlapon:
Téli táj
(Horváth Ákos felvétele)

Hunkár Márta: **Meteorológiai Világnap 2001** **2**
Tamáskovits Károly: **Önkéntes társadalmi észlelők munkája az Országos Meteorológiai Szolgálatnál** **4**
Dr. Szigetvári Gábor: **Gondolatok kapcsolatomról a légtünettannal** **9**
OLVASTUK... Nők a meteorológiában **10**
Dr. Domonkos Péter: **2000.: a melegrekordok éve** **11**
KISLEXIKON **15**
Új könyv **15**
Konkolyné Bihari Zita, Zoboki Judit: **Különlegességek a 2000. év időjárásában** **16**
OLVASTUK... WMO összesítés az elmúlt év időjárásáról **18**
Márton Dénes: **A Medárd időszak csapadéka Mezőbándon** **19**
Horváth Szilvia, Makra László, Sümeghy Zoltán, Zempléni András, Motika Gábor: **A közlekedés szerepe a levegőminőség módosításában egy közepes méretű város példáján** **23**
Dr. Simon Antal: **Csernobil 15 év után** **29**
Tóth Róbert: **Környezetvédelmi konferencia Burkina Fasoban** **34**
Dr. Zách Alfréd: **A néphit meg az időjárás** **37**
A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG HÍREI **38**
Ambrózy Pál: **Verses meteorológia** **38**
Zoboki Judit, Konkolyné Bihari Zita: **A 2000-es ősz időjárása** **39**

METEOROLÓGIAI VILÁGNAP 2001:

Önkéntesek az időjárás, az éghajlat és a víz szolgálatában

Az ENSZ égisze alá tartozó Meteorológiai Világszervezet, a World Meteorological Organisation (WMO) 1950 március 23-án alakult. Ezt a napot azóta ünnepként tiszteli a meteorológus társadalom. Évente március 23-án a Föld minden tájján megemlékeznek a Meteorológiai Világnapról. Az Országos Meteorológiai Szolgálat és a Magyar Meteorológiai Társaság közös szervezésében délelőtt 11 órakor kezdődött az ünnepség. Az ünnepséget megelőzően sajtótájékoztató



Tamáskovits Károly szakmai előadást tart

keretében bemutatásra került az OMSZ új internetes honlapja, mely a megnövekedett információigényeknek minden téren eleget kíván tenni.

A WMO minden évben olyan téma összegzésével ünnepli ezt a napot, mely az egész emberiség számára fontos. A 2001. évi Világnap témáját – ***„Önkéntesek az időjárás, az éghajlat és a víz szolgálatában"*** – azért választotta a WMO, hogy elismerje minden önkéntes közreműködését a meteorológia, hidrológia tudományának, a WMO és a Nemzeti Meteorológiai és Hidrológiai Szolgálatok operációs tevékenységének fejlődésében, beleértve az egyének, kormányzatok, akadémiai intézetek, a civil társadalmi szervezetek, vallási közösségek és iskolák önkéntes tevékenységét. Ez a téma ugyanakkor egybeesik az ENSZ határozattal, miszerint 2001 az Önkéntesek Nemzetközi Éve.

A meteorológia története nem lehet teljes, ha nincs utalás az önkéntes és együttműködő megfigyelőkre. A kezdetek kezdete óta a meteorológusokat és hidrológusokat önkéntesek egész hálózata segítette, elsősorban operatív munkájukban. Az önkéntesek tevékenységének köre egészen a csapadék-megfigyeléstől a teljes szinoptikus, éghajlati vagy agrometeorológiai állomások felügyeletén keresztül a tudományok előmozdításáig terjed. A legtöbb országban az önkéntesek munkáját a nemzeti szolgálat tevékenységébe integrálják. Munkájukat az olyan időjárás-érzékeny szektorokban, mint mezőgazdaság, vízgazdálkodás, légi közlekedés és hajózás alkalmazzák. Kitartás és elhivatottság az önkéntesek, vagy ahogy a magyar meteorológiai szaknyelvben hívjuk, társadalmi észlelők két legfőbb közös jellemvonása. Nem ritka, hogy olyan önkéntes megfigyelővel találkozunk, aki több mint 50 éve dolgozik, vagy akinek már a szülei, nagyszülei is az időjárás megfigyelésének szolgálatában álltak.

Manapság a nemzeti szolgálatok nagyon magas színvonalú berendezéseket, eszközöket és modelleket használnak az időjárási, éghajlati előrejelzések és kapcsolódó produktumok készítése során. Ugyanakkor a földi, légi és tengeri önkéntes megfigyelések továbbra is hasznosak, mivel lényeges adatokat biztosítanak főleg az adatszegény, gyakran távoli és elérhetetlen területekről az operatív és tudományos meteorológiai és hidrológiai tevékenységek számára.

Szép hagyománnyá vált, hogy a Világnapon, amikor a Föld minden tájján megemlékeznek a meteorológiáról, nemcsak a szakmai kihívásokról beszélünk, hanem köszönetet mondunk azoknak is, akik emberöltőn keresztül a meteorológia területén munkálkodtak. Ezen a napon a Meteorológiai Világnap 51. évfordulóján köszönetet nyilvánítunk azoknak a meteorológusoknak



Dr. Szigetvári Gábor sümegi tanár, felkért előadó



A hallgatóság

és társadalmi észlelőknek, akik tevékenységükkel évtizedeken keresztül segítették, hogy az Országos Meteorológiai Szolgálat nemzeti szolgálatként hazai és nemzetközi téren is helyt álljon.

Dr. Turi-Kovács Béla környezetvédelmi miniszter köszöntő beszédet mondott, majd átadta a ***Schenzl Guidó Díj*** és a ***Pro Meteorologia Emlékplakett*** miniszteri kitüntetéseket. Ez évben Schenzl Guidó Díjat kapott **Dr. Varga-Haszonits Zoltán** nyugalmazott egyetemi tanár, a földrajztudományok doktora, kiemelkedő tudományszervezői, valamint az agrometeorológia terén kifejtett eredményes kutatási, oktatási és szakirodalmi tevékenységéért. Ugyancsak Schenzl Guidó Díj kitüntetésben részesült **Dr. Kéri Menyhért** nyugalmazott meteorológus, a földrajztudományok kandidátusa, sok évtizeden át a klimatológia terén végzett tudományos és ismeretterjesztő munkásságáért és a Magyar Meteorológiai Társaságban kifejtett aktív tevékenységéért.

A miniszter Pro Meteorologia Emlékplakettel tüntette ki **H. Bóna Mártát**, az OMSZ főtanácsosát, a hazai nagyközönség időjárási tájékoztatása terén, hosszú időn át folytatott kiváló munkájáért, **dr. Szilágyi Tibort**, az OMSZ kecskeméti Agrometeorológiai Obszervatóriumának nyugalmazott vezetőjét, sok évtizeden át az agrometeorológia terén kifejtett munkásságáért, a Magyar Meteorológiai Társaság keretében végzett eredményes tudományszervezői tevékenységéért, valamint **Bereczky Lászlót,** az OMSZ szakfőtanácsosát, a meteorológiai megfigyelési rendszer korszerűsítésében végzett eredményes és kiváló munkájáért.

A miniszteri kitüntetések átadása után *dr. Mersich Iván* az OMSZ elnöke elismerő okleveleket és jutalmat adott át azon társadalmi észlelőknek, akik sok évtizeden át kitartó, szorgalmas munkájukkal nagyban hozzájárultak a meteorológiai megfigyelésekhez. Az idén kitüntetésben részesült: **Bagota Ferencné**, aki *Érsekvadkerten* végzi 47 éve a csapadékméréseket, **Császár Zoltán** *Kárászról*, aki 48 éve munkatársunk, **Duló György** *Méhkerékről*, aki 46 éve megfigyelő, **György Károly** *Domaházáról*, aki 46 éve küldi a jelentéseket és **dr. Szigetvári Gábor** *Sümegről*, aki 35 év óta naponta klímaészlelést végez.

Gratulálunk a kitüntetetteknek!

A Meteorológiai Világnap idei témájához kapcsolódóan *Tamáskovits Károly* tartott szakmai előadást, aki az OMSZ munkatársaként már hosszú ideje a társadalmi észlelőhálózat gondozásáért felelős, s így e témában a leginkább járatos. Őt *dr. Szigetvári Gábor* követte, aki személyes indíttatásairól számolt be, melyekkel a meteorológia, vagyis a légtünettan vonzásába került.

Az ünnepség zárásaként *dr. Mersich Iván* fogadást adott a kitüntetettek tiszteletére.

Hunkár Márta
tudományos titkár

A Meteorológiai Világnapokról

Az 1961 óta évről-évre megrendezésre kerülő Meteorológiai Világnapok témáját a WMO Végrehajtó Tanácsa szokta eldönteni. Nyílván sok szempontot figyelembe vesznek a döntés meghozatala előtt. Sok esetben különböző ENSZ programokhoz kapcsolódik a Világnap témája, mint például az idén is az "önkéntesek"-ről való megemlékezés évében, de van, amikor a döntés kimondottan szakmán belüli.

Általában minden év májusában (esetleg júniusban) zajlik le a Végrehajtó Tanács ülésszaka, s ennek rendszeresen visszatérő napirendi pontja a Világnapok témájának megvitatása és elfogadása. Ahhoz, hogy legyen elegendő idő a WMO-n belüli felkészülésre (brosúrák megírása, plakátok és egyéb tájékoztató anyagok elkészítése), a Végrehajtó Tanács legalább két évre előre gondolkozik. A 2000. évi ülésszakon fogadták el a 2002. évi témát, melynek címe: A sebezhetőség csökkentése az időjárási és éghajlati szélsőségekkel szemben (Reducing vulnerability to weather and and climate extremes).

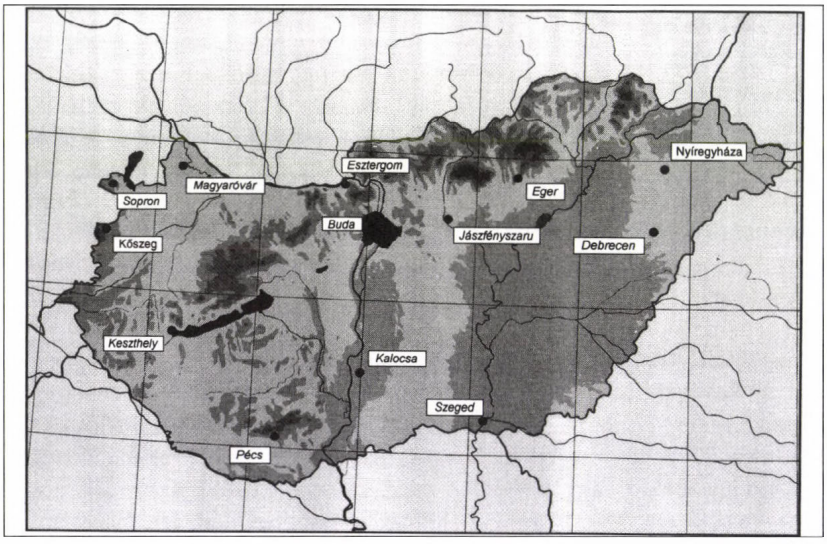
Tervek vannak már a 2003. évi témára is (Jövőbeli éghajlatunk), de ez még nincs hivatalosan elfogadva.

A. P.

Önkéntes társadalmi észlelők munkája az Országos Meteorológiai Szolgálatnál

Hölgyeim és Uraim, Tisztelt Hallgatóim !

Ma reggel 06.45-kor, mint az év 365 napjának mindegyikén a megcsörrenő óra hangjára az ország 14 társadalmi hagyományos klímaállomásán és közel 600 csapadékmérő állomásán kisietve a műszer-



1. ábra: Hazánk területén 1881-ben működő állomások

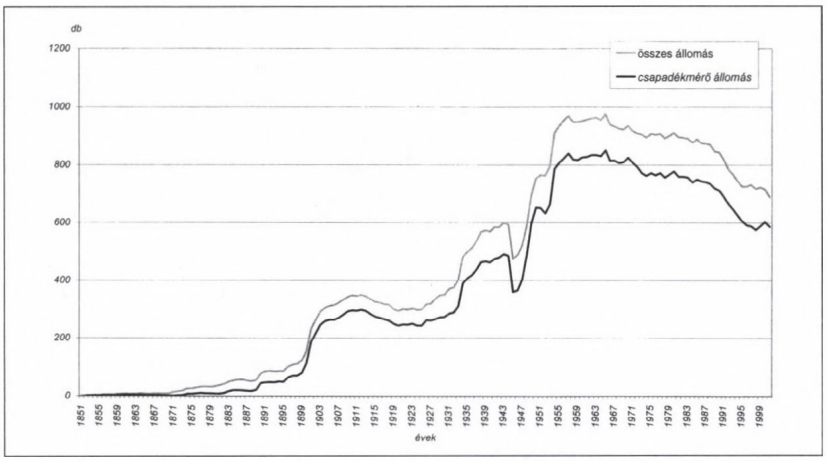
kertbe, udvarba, végezték el a csapadékmérést. Természetesen a klíma állomásokon a többi meteorológiai paramétert is megmérték, felpillantottak az égre, elnéztek a távolba, majd visszasietve a mért értékeket és a vizuális megfigyeléseket feljegyezték az észlelési naplóba. Kik Ők? Ők az ÉSZLELŐK, akik az év minden egyes napján egyszer, kétszer, vagy háromszor megteszik ugyanezt az utat, ha esik, ha fúj, ha fagy. Ha véletlenül közbejön valami, gondoskodnak helyettesről. A Meteorológiai Világnapon őket ünnepeljük, ezzel is elismerve közreműködésüket a meteorológia tudományának fejlődésében. Előadásom első részében engedjenek meg egy kis történelmi visszatekintést a meteorológiai állomáshálózatok jelentőségéről és a hazai meteorológiai megfigyelések történetéből.

Az első észlelői hálózatot 1780 körül a Mannheimben működő Udvari Meteorológiai Társaság hozta létre Európában. Ennek a hálózatnak a legkeletibb állomása Budán működött.

Hazánkban, 1717-ben Gensili Ádám tisztifőorvos Sopronban, Reimann János orvos Eperjesen, Buchhholz György Késmárkon végzett műszeres meteorológiai méréseket. Klimatológiai szempontból ezek tekinthetők a legkorábbi próbálkozásoknak. A legrégebbi észlelések a budai királyi csillagdából származnak, és 1782-1818-ig terjednek. Ezek után 1848-ig, kisebb megszakításokkal a Gellérthegyre épült csillagvizsgálóban végeztek meteorológiai megfigyeléseket. Berde Áron az első hazai klimatológiai munka szerzője 1847-ben megpróbálkozott egy honi állomáshálózat létrehozásával. Elképzelései talán meg is valósultak volna, ha nem jön közbe a szabadságharc és ezt követően a Természettudományi Társulat működésének egy évtizedes felfüggesztése.

A szabadságharc bukása után a hazai állomáshálózat így szinte kizárólag az osztrák tudományos szervek döntésétől függött. Jelentősebb változás csak azt követően történt, hogy 1851-ben Bécsben megalakították az Osztrák Meteorológiai Intézetet, amely igyekezett egyenletesebb állomás eloszlást kialakítani a monarchia területén. Az önálló magyar szolgálat létrejötte szakmai, de nemzeti szempontból is igen jelentős állomása volt a hazai meteorológiai megfigyelések történetének 1870-ben. Évkönyvünk 1871-ről 47 olyan állomást sorol fel, ahonnan már észleléseket küldtek be a meteorológiai intézet részére. Közülük 13 jut a mai ország területére. **Ez látható a térképen.** *(1. ábra)* A térképről kitűnik, hogy az állomások eloszlása nem volt valami szerencsés és az állomások mindegyike sem működött megszakítás nélkül. A Dunántúlon a leghosszabb mérési és megfigyelési sorozattal, valamint kis mértékű helyváltozással Mosonmagyaróvár rendelkezett. Ugyanez mondható el az Alföldön Kalocsáról, ahol 1871 IX. hóban kezdődtek a mérések és megfigyelések. Az északi hegyvidéket egyedül reprezentáló egri állomás helye is többször változott, de végül 1925-től évtizedekig változatlan volt.

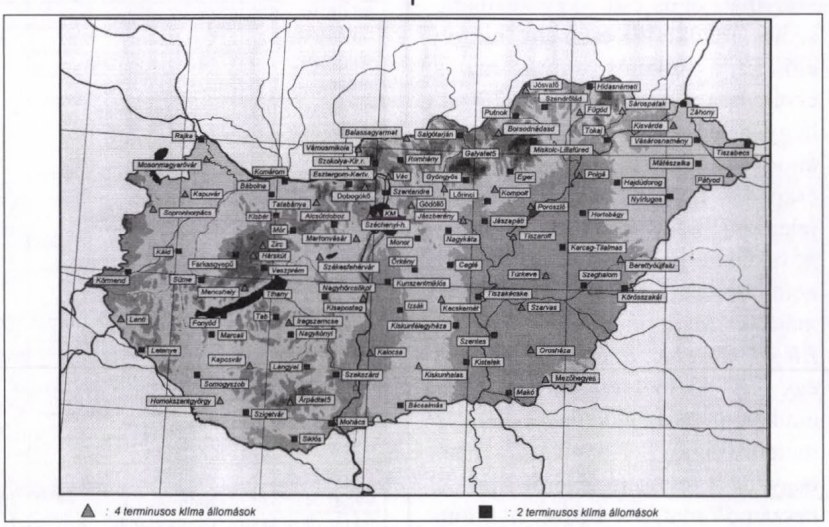
A **következő ábrán** *(2. ábra)* a mai államhatárok közötti állomáshálózat számszerű fejlődését tüntettük fel 1851-től napjainkig. Az első, ami szembetűnik, hogy az intézet alapítását követő évben, tehát 1871-ben megindul az állomáshálózat számának lassú növekedése. Elismerés illeti az akkori igazgatót Schenzl Guidót, aki 3 fős gárdájával hozzáfogott az



2. ábra: Összes állomás és a csapadékmérő állomások számának alakulása 1851-2001 között

állomások szervezéséhez, telepítésekhez. Ez a fejlődés 1886-ban egy kicsit megtorpant, mert Schenzl nyugdíjba vonult. 1880-ban jöttek létre az első csapadékmérő állomások, igaz kincstári kezdeményezésre, de az intézet szervezésében és felügyelete mellett. Ettől az évtől kezdve az éghajlati állomások száma hosszú időn keresztül alig változott. A századforduló körüli években a csapadékmérő állomások száma rohamosan nőtt. A megalakult klímaállomások közül érdemes kiemelni **Ógyallát**, ahol az első magyar meteorológiai obszervatórium is megalakult, amelynek nagy szerepe volt az országos hálózat munkájában, ugyanis itt került sor az első öníróműszerek bevezetésére, valamint itt kezdődtek a műszerhitelesítések is. Nem szabad figyelmen kívül hagyni a Dobogókő-i állomást sem, ahol a mérések és megfigyelések **1898-ban** kezdődtek és mivel ez az állomás hosszú éveken keresztül a legmagasabban fekvő meteorológiai állomás volt és a magalégköri mérések még ritkaságszámba mentek, ezért sok felbecsülhetetlen adatot szolgáltatott az éghajlatkutatók számára. Kiemelkedik a sorból a Túrkeve-i klíma állomás, mivel annak megalapítója az észlelők egyik legkiválóbbja és példaképe **Hegyfoky Kabos** volt. **1884**-ben már megfigyeléseket végzett az Alföldön, majd **1891. október 24-től 28** esztendeig észlelt, gyűjtötte az adatokat Túrkevén, ahol plébános volt és így bőven nyílt alkalma a természettudományokkal foglalkozni, és meteorológiai megfigyeléseket végezni. A túrkevei városi szoborparkban elhelyezett fehér márványoszlop méltán hirdeti ennek a kiváló, szerény tudós-észlelőnek az emlékét. Itt kívánom megemlíteni, hogy Túrkeve a mai időkben is adott kiváló, lelkiismeretes, munkáját precízen végző észlelőt a meteorológus társadalomnak. A közelmúltban esett ki a ceruza Kiss Károly kezéből, aki **41 éven** keresztül naponta háromszor végezte a méréseket és megfigyeléseket, 10 naponként talajnedvességet mért, és a régebbi időkben még vihartáviratot, sőt synop táviratot is továbbított az intézet felé. Emlékét tisztelettel megőrizzük.

A 10-es évek elejére a csapadékmérő állomások száma elérte a relatív maximumot. Később a I. világháború miatt jelentősen megritkult a hálózat. A két háború közötti időszakban mindkét hálózat megerősödött és közel elérte az optimálisnak mondható sűrűséget. Az újabb visszaesés a II. világháború idején volt és ez, - **mint az ábra is mutatja** -, sokkal nagyobb mérvű volt, mint az előző. A csapadékmérő hálózat felélesztése 2-3 évig tartott, de az éghajlati állomásoké majd egy évtizedet vett igénybe. Állomáshálózatunk az 50-es évek végén ismét felduzzadt: egyesült a saját csapadékmérő hálózatunk az erdészeti és vízrajzi célú hálózattal. Ez az egyesítés ismét szükségessé tette a párhuzamos mérések felszámolását. Egy viszonylag széleskörű elméleti vizsgálat eredményeként az 50-es évek végére kialakult az-az állomáshálózat (**közel 900 csapadékmérő állomás és 120 éghajlati megfigyelő állomás**), amely **30 évig** kisebb-nagyobb hiányosságoktól eltekintve kielégítette a legfontosabb követelményeket. A következő ábrán a **120 éghajlati megfigyelő állomást** látják *(3. ábra)*.

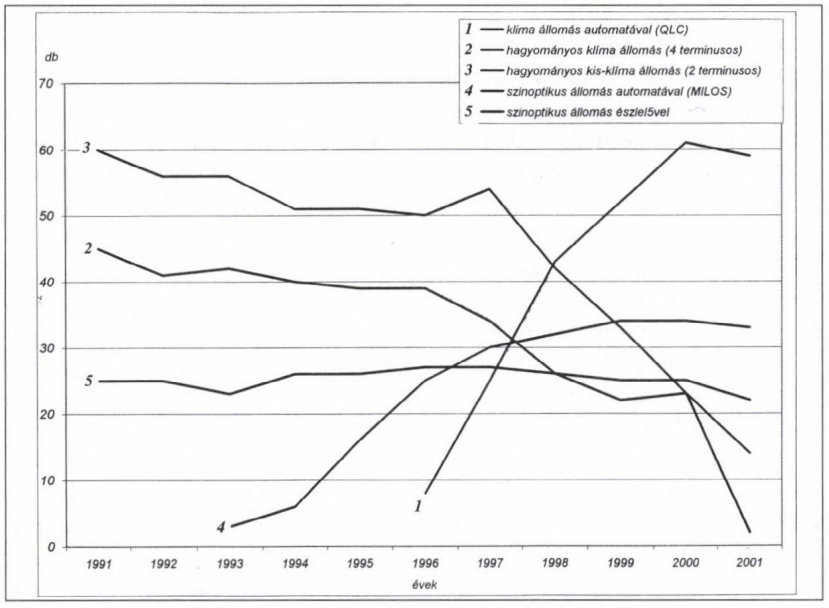


3. ábra: Hagyományos társadalmi klíma állomások

Nem szabad figyelmen kívül hagyni, hogy az 50-es évek második felében a mezőgazdaság igényeinek kielégítésére hozták létre a vadfenológiai hálózatot, amelynek észlelői az egyes vadon termő növények fejlődésének bizonyos fokozatait (pl: virágzás) figyelték meg. Ilyen észlelő hely akkor 110 volt az országban. Szintén ekkor alakult meg kezdetben 10 állomással az agrometeorológiai hálózat, amely elsősorban a kultúrnövények fejlődésével kapcsolatos felszíni és talajhőmérsékleti viszonyokat, a talaj nedvességtartalmát mérte és figyelte meg. Később természetesen ezek egy része beintegrálódott a klíma és csapadékmérő hálózatok sorába, növelve az ottani mérési és megfigyelési tevékenységet, valamint az ilyen jellegű állomások számát. Nem szabad megfeledkeznünk a szintén ebben az időszakban szerveződött úgynevezett ***„RK hálózatról"***, amely a csapadékmérő hálózaton belül alakult és mintegy 500 helyről postai távirat formájában továbbította a rendkívüli időjárási jelenségekről a sürgönyöket. Milyen időjárási helyzetekben kellett táviratot küldeni: a 40 mm-nél nagyobb csapadék, valamint olyan időjárás okozta károk, melyeket jégeső, villámcsapás, hirtelen árvíz, májusi fagy, hófúvás, szélvihar, ónos eső, vagy zúzmara, szóval rendkívüli esemény idézett elő. Ez a felkérés, előírás ma is érvényben van, annyi módosítással, hogy minden önkéntes társadalmi állomásra vonatkozik, a 40 mm csapadék helyett, már 30 mm-nél jelenteni kell, valamint a megnövekedett postai költségek miatt nem távirat, hanem levél formájában továbbítják észlelőink az *RK jelentéseket.* Itt engedjenek meg egy kis személyes kitérőt. Még amikor 1999-ben a hagyományos meteorológiai hálózat első negyedévi tevékenységéről írtam a beszámolómat, és benne a klíma állomások tervezett megszüntetéséről is alkotottam véleményt, megemlítettem, hogy társadalmi észlelőink nem a csekélyke megbízási díjért, hanem a meteorológia iránti elkötelezettségből, a természet jelenségei iránti érdeklődésből, megszállottságból végzik áldozatos tevékenységüket. Hozzátettem, hogy nincs az-az automata meteorológiai állomás, amely ezeket a megfigyeléseket pótolni tudná. Mintha az időjárás engem akart volna igazolni bekövetkezett 1999 nyarának rendkívüli eseménye. Mindannyiunk előtt ismertek június, július és még augusztus időjárási eseményei, hirtelen lezúduló nagy mennyiségű csapadék, sok helyen borsószemnél nagyobb jég, orkánszerű szél és ennek következményei - medrükből kilépett folyók, belvíz, elöntött pincék, összedőlt házak, villámcsapás - még sorolhatnám mi minden. Példának írtam a jelentésben, a június 17-18, és a 21-22-én történteket, amikor is egyes helyeken rövid idő alatt többhavi csapadékmennyiségnek megfelelő eső hullott. **A következő ábrán a beérkezett jelentésekből láthatnak néhányat** *(4. ábra).* A keletkezett károkról a kiadott utasításnak megfelelően észlelőink azonnal rendkívüli jelentést küldtek. Ezek többsége profi észlelőkhöz méltón, részletes tájékoztatást adott az akkori időjárási helyzetről, többször végezetek részméréseket, hogy egy-egy rövid idő alatt lehulló csapadékmennyiségről is tudjanak tájékoztatást adni és a

99.06.17.	508	Mátraverebély	55,8	Zivatar
99.06.17.	291	Mátyásdomb	82,5	
99.06.17.	245	Nagyigmánd	41,0	7 órától reggelig
99.06.17.	481	Nagylóc	52,5	24 óra alatt
99.06.17.	442	Nézsa	36,0	Felhőszakadás
99.06.17.	316	Pátka	38,7	17 óra 20-tól reggelig
99.06.17.	239	Sásd	31,7	10 óra 45--reggelig zápor
99.06.17.	789	Sátoraljaújhely	46,2	nagy vihar, kevés JÉG, a vihar alatt 15 óra - 16 óra lesett csapadék 44,6 mm
99.06.17.	284	Tamási	37,6	Villámlással, felhőszakadás
99.06.17.	243	Várpalota - Királyszállás	34,3	
99.06.18.	391	Kóspallag	72,3	6 óra 45 - 14 óra
99.06.18.	481	Nagylóc	35,8	Zápor, zivatar
99.06.18.	338	Sióagárd	58,4	
99.06.18.	749	Tarcal	39,3	Felhőszakadás, borsónyi JÉG
99.06.18.	438	Vecsés	43,5	12 óra 10 - 12 óra 45 függönyszerű eső, 13 óra 45 - 15 óra 30 villámlással, özönvízként szakadó, hömpölygő
99.06.19.	244	Balinka-Mecseipuszta	54,1	Vihar
99.06.19.	626	Bükkzsérc	82,6	13 óra 30 - 14 óra 40 zivatar
99.06.19.	610	Felsőtárkány	33,3	Zivatar
99.06.19.	571	Gyulavári	52,3	Zivatar
99.06.19.	754	Hajdúszoboszló	32,4	17 órától éjjel zápor, majd csendes eső
99.06.21.	230	Ács	46,8	13 órától zápor
99.06.21.	163	Bakonykoppány	65,0	12 órától
99.06.21.	203	Balatonfüred	32,0	14 órától
99.06.21.	108	Böhönye	46,7	12 óra 30-tól zivatar
99.06.21.	876	Bp., X. ker.	35,8	d.u.-tól
99.06.21.	891	Bp., XVII. ker.	31,3	11 óra 30-tól gyenge zivatar folyamatosan
99.06.21.	145	Csököly	37,3	Zivatar
99.06.21.	410	Diósjenő	31,3	
99.06.21.	416	Drégelypalánk	140,5	Estétől 22-én 03 óra Vízben állnak a házak, a község 1/3-a vízben
99.06.21.	378	Ercsi	50,9	14 óra 45-től hajnalig
99.06.21.		Fábiánsebestyén	65,4	19 órától, borsónyi JÉG
99.06.21.	159	Felsőszentmárton	33,5	12 óra 10-től
99.06.21.	268	Füle	45,3	viharos szél tombolt, fákat tört ki
99.06.21.	460	Galgaguta	79,2	
99.06.21.	307	Hőgyész	60,3	7 óra 45-től
99.06.21.	258	Isztimér	57,8	14 óra 10-től 22-én hajnalig
99.06.21.	429	Katymár	48,8	17 óra 23-tól
99.06.21.	243	Királyszállás	75,1	14 órától reggelig, erős széllel

4. ábra: Néhány rendkívüli jelentés



A főállomások és a hagyományos klíma állomások számának alakulása 1991-2001 között

keletkezett károkról is részletes leírással szolgáltak. A jelentések száma e pár nap alatt több mint 300 volt és akkor még nem említettem, azt a sok telefont, amelyen észlelőink azonnal tájékoztatták munkatársainkat.

Visszatérve az 50-es évek eseményeire, nem szabad megfeledkeznünk arról, hogy ebben az időben fokozatosan fejlődött a légiforgalom és általában a repülés. Ez szintén igényelte a meteorológiai kiszolgálást, tehát jelentős igényeket támasztott a szolgálattal szemben. Ezért hozták létre akkoriban a **veszélyjelentő hálózatot 34 állomással**, amelyet a klíma hálózatra építettek, akik többféle észlelést, mérést is végeztek. Ezen állomások észlelői fáradságot nem kímélve a sokszor több száz méterre lévő postára bicikliztek, hogy a bekövetkezett veszélyes időjárási jelenségről, helyzetről - mint zivatar, erős szélroham, köd, alacsony felhőzet, sűrű zápor, vagy hózápor - fél órán belül továbbítsák a táviratokat a Bp-i központnak és a megadott repülőtereknek. A nyári időszakban ezenkívül egyes állomások a balatoni viharjelzés támogatására a Siófoki Viharjelző Obszervatóriumnak is küldtek táviratokat.

Visszatérünk az állomások számszerű alakulását feltüntetendő ábrához *(2. ábra)*! Tehát mint említettem az állomások száma közel 30 évig alig változott. Az újabb változás a 90-es évek elején történt, amikor a Szolgálat úgy döntött, hogy először a főállomásokon, később a klíma állomásokon automata meteorológiai állomásokat üzemeltet a jövőben. Az ábrán is jól látszik a hagyományos klíma és csapadékmérő állomások fokozatos csökkentése. **A következő ábrán** *(5. ábra)* **ez jobban látszik, mert itt 1991-től tüntettük fel a fő, a hagyományos klíma és automata állomások számának alakulását.** A legnagyobb törés, mint az ábrán is láthatják 1999 végén 2000 év első negyedében történt, amikor az automata állomások telepítésének zöme befejeződött. Több mint **40 klíma állomásunk** észlelőinek köszöntük meg több évtizedes munkáját és felkértük őket, hogy csapadékmérő állomásként működjenek tovább. Ugyanis csapadékmérő hálózatunkat továbbra is fenn kívánjuk tartani, mivel ez az a meteorológiai elem, amelynek napi, havi, évi eloszlása nagyon változatos, ezért sok helyen kell mérni, nem beszélve arról, hogy a téli csapadék mérése egyelőre automatával eléggé bizonytalan. **Itt kell megemlíteni, hogy csak ketten nem vállalták tovább a méréseket.** Ez is ékes bizonyítéka észlelőink hozzánk való hűségéhez, a meteorológia, a légköri események, változások iránti érdeklődésének. A mai helyzet, amely egyelőre stabilnak mondható, közel 100 automata állomás, 10 standard klíma állomás, valamint közel 600 csapadékmérő állomás.

Az előadásom második részében a társadalmi észlelői gárda összetételéről, a több évtizede észlelőkről, valamint két észlelőnk tevékenységéről szeretnék néhány gondolatot mondani.

Az észlelői gárda összetétele: Kezdetben az értékes, nehezen pótolható műszerek kezelését jórészt fizikatanárok, orvosok, papok, vagy más szellemi foglalkozású személyek végezték. Bár a korai feljegyzések szerint volt közöttük földesúr, ügynök, királyi kamarás, vezértanító is. A múlt század kilencvenes éveitől kezdve, ahogy a csapadékmérő hálózat megszervezése megkezdődött, egyre több gátőr, erdész, postamester található az észlelők között. Ha ma statisztikai felmérést végeznénk az észlelők összetételére vonatkozóan, akkor elég érdekes képet kapnánk. Az észlelői gárda nagy részét a nyugdíjasok teszik ki, akik természetesen több évtizede kezdték a méréseket, megfigyeléseket, tehát valamilyen foglalkozással rendelkeztek. Ma is szép számmal vannak tanárok, erdészeti dolgozók, gátőrök. Kisebb létszámban háztartásbeli, GYESEN lévők, tanulók. Ez az összetétel is azt mutatja, hogy nem a felsőfokú végzettség, hanem az odaadás, a lelkesedés, a hivatástudat a meghatározó észlelőink munkájában.

A több évtizede észlelőkről: Mindenkit, aki hosszú évtizedekig munkatársunk volt lehetetlenség lenne felsorolni, így csak azoknak a neveit tüntettem fel az ábrán, akik

ma is aktív tagjai az észlelőhálózatnak és az 50-es évek előtt kezdték az észlelést, illetve férjről feleségre, apáról fiúra, vagy a család bármely tagjára szállt a munka.

Szilágyi család
Kiskőrösön
1934 óta, tehát 67 éve
Szakács László
Soltvadkert
1937 óta, tehát 64 éve
Országh Sándor családja
Kenderes
1947 óta, tehát 54 éve
Lóczi János
Ötvöskónyi
1947 óta, tehát 54 éve
özv Lukács Péterné
Bodrogolaszi
1948 óta, tehát 53 éve
Nagy István
Erdőtelek
1948 óta, tehát 53 éve
Jakab Gyuláné
Görgeteg
1949 óta, tehát 52 éve

És még sorolhatnánk tovább, ugyanis az 50-es évek kezdetétől nagyon sok észlelőnk ma is aktív munkatársunk.

Most pedig két észlelőnk munkáját emelném ki, nem a teljesség igénye nélkül, az idő rövidsége miatt:

Elsőként Szakács Laci bácsi nevét említem, aki mint említettem Soltvadkerten vezeti csapadékmérő állomásunkat idestova 64 éve. Laci bácsit biológusként, földrajz-fizika szakos tanítóként ezrek tisztelik Vadkerten. Egyedülálló meteorológiai gyűjteménye van a soltvadkerti Jóreménység Szakszövetkezetnél, ahova ma is, immáron 85 évesen is elsétál, hogy bejegyezze az előző nap meteorológiai méréseit, megfigyeléseit. Diákjai rendszeresen végeztek méréseket, megfigyeléseket. Tanítványaival közösen Vadkerten több kiállítást is szervezett, ahol meteorológiai műszereket, régi feljegyzéseket is bemutatott. Feldolgozta Soltvadkert 100 éves csapadékmérési adatait. Havi rendszerességgel publikál a Vadkerti Újságban és tájékoztatja az olvasókat az elmúlt hónap időjárási eseményeiről, mérési eredményekről. A hátam mögött lévő tabló, amit a mai alkalomra kaptam Tőle, reprezentálja Laci bácsi sokrétű tevékenységét.

Másodikként említek egy olyan észlelőt, aki miután 1948-ban vadászrepülőnek nem vált be, Mátyásföldön belecsöppenve a meteorológiai észlelésbe, itt maradt. Gondolom sokaknak nem mondok újat, hogy Gáspár Pali bátyámról van szó, aki ma társadalmi észlelőként az Érd-i csapadékmérő állomásról küldi jelentéseit. Mindenki előtt ismert, hogy aktív korában a Szolgálat oszlopos tagja volt és észlelőként, majd később állomásvezetőként számos helyen megfordult az országban, ahol igaz, nem alakultak ki dinasztiák, mert legtöbbször neki kellett elkezdeni a méréseket. Még a Kazahsztánban lévő Tengizben is Ő tette le a meteorológiai állomás alapkövét. Egy gondolatot szeretnék idézni Tőle, amivel nincs egyedül, mert észlelőink közül nagyon sokan így gondolják: ***"Valójában az észlelés hozzá tartozik az életritmusomhoz. Ha felkelek, először az égre nézek és egész nap figyelem az időjárás változásait. A figyelés olyan automatizmussá vált az életemben, mint a lélegzés, vagy a szívdobogás. Majd akkor hagyom abba, amikor ez utóbbi kettő is abbamarad".***

Megemlítem még dr. Szigetvári Gábort, aki a Sümeg-i klíma állomásunk vezetője. Úgy gondoltam, hogy mivel Ő a mai nap egyik kitüntetettje, felkérem, hogy előadásom után, Ő maga mondja el egy önkéntes társadalmi észlelő gondolatait.

Befejezésül néhány személyes gondolatot engedjenek meg. 30 évvel ezelőtt, amikor átléptem a Marcell György Obszervatórium kapuját és beléptem az észlelőhálózat nagy családjának soraiba még nem gondoltam, hogy életem jelentős részévé fog válni a meteorológiai észlelés. Később aztán, amikor már hazamenet és otthon is az eget kémleltem és vártam, hogy jöjjön egy még általam soha nem látott időjárási jelenség, azt vettem észre, hogy e nélkül hiányos az életem. Négyévi észlelés után, amikor beléphettem a hálózati ellenőrök kötelékébe, és olyanoktól tanulhattam a szakma rejtelmeit, mint Nagy Árpád, Prediger József, Horváth Emil, Metzger Béla Weingartner Feri, teljesen megfertőződtem. Aztán megismerve a társa-dalmi észlelők sokaságát, megannyi lelkiismeretes és kedves embert, na ekkor elmondhattam magamnak, hogy amire vágytam az életben bekövetkezett, olyan munkát végezni, amit az ember, szeretettel tesz. A végére hagytam tanítómestereim közül Csomor Mihályt, aki a hazai zúzmaramérés megvalósítója és hosszú évekig a Hálózati Osztály irányítója egyben évekig főnököm volt. Azt vallotta egyik írásában: ***"Az észlelési munka végzéséhez sok önfegyelemre, kitartásra és lemondásra van szükség, aki azonban ezt a munkát megszereti, azt következetességre és rendszerességre neveli".*** Azt hiszem, akik már sok évet észleltünk, tudjuk, igaza volt.

Sokáig gondolkodtam, hogy a számomra megadatott megtisztelő lehetőséget, hogy ezen a szép ünnepen előadásomat elmondhassam, mivel fejezzem be, de nem jutottam csak eddig a két szóig, ami azt hiszem mindent, elmond:

Köszönöm észlelőim !
Köszönöm, hogy meghallgattak!

Tamáskovits Károly

Gondolatok kapcsolatomról a légtünettannal

Azt hiszem, nagyot füllentenék, ha azt állítanám, hogy már a születésemkor is meteorológus óhajtottam volna lenni. Talán inkább a véletlenek találkozásai voltak azok, amelyek megismertettek a légköri jelenségekkel és azok összefüggéseivel.

Pici gyermekkoromban sokat sétálgattam édesanyámmal szülőfalum (később egyetemi nagyközség, sőt már város) parkjaiban és erdeiben. Az első benyomásaimat ott kaptam a természetről, így a légkörről is. Elemi iskolai tanítóm, *Döndi* bácsi, aki már a szüleimet is tanította, nagy gondot fordított a természeti jelenségek, az állat- és növényvilág megismertetésére, valamint az időjárási jelenségek megfigyeltetésére. Az utóbbiakat kiegészítették édesapám intelmei, aki a rádió – annak idején még gyér – időjárásjelentéseit magyarázta, felhívva a figyelmet az öltözködés mineműségére.

Minőségi változás ismereteimben az időjárástan irányába tíz esztendős koromban következett be, amikor Budára kerültem középiskolába és a földrajzoktatás folyamán a légköri jelenségekkel kapcsolatban jóemlékű *Taborsky* tanár úr megemlítette, hogy iskolánk (a budai Reál, később Toldy Ferenc gimnázium) első igazgatója hozta létre a magyar Meteorológiai Intézetet 1870-ben. SCHENZL GUIDO neve, amit akkor szinte ki sem tudtam mondani, hamar elszállt. A természeti jelenségek ok-okozati összefüggései, melyet a jó tanár igyekezett belénk ültetni, zömmel megmaradtak.

A számomra furcsa névvel akkor találkoztam újólag, amikor egyetemre kerülvén, mint földrajzszakos tanárjelölt, komolyabb ismeretséget kötöttem az időjárástannal és az éghajlattannal.

Mint kis létszámú évfolyam, közvetlenebb kapcsolatunk volt a tanszemélyzettel, amelynek tagjai barátilag kezelték azokat a hallgatókat, akik érdeklődőek voltak a szakma iránt. *Láng* professzor úrnak hosszú időn keresztül végeztem vízügyi méréseket a Börzsönyben és a Mátrában, amelyhez csapadékmegfigyelések is járultak. Úgyszintén sok ismeret ragadt rám *Leél-Őssy* tanár úr terepmunkáin, aki a karszt és a karsztvíz szerelmese volt. A témából mindég kibújt aztán a csapadék és az időjárás is.

Nagyon sokszor csatlakozott hozzánk *Révész Tamás* is, aki abban az időben a meteorológiai tanszék adjunktusa volt. Mindketten jóbeszédű emberek voltak és ömlött belőlük a szakma. Révész tanár úrnak egyébként hallgattam is a „Magyarország éghajlata" című tantárgyát. Sajnos *Száva-Kováts* professzor úrhoz nem volt szerencsém, mert 1951-ben hirtelen kivonták az egyetemről, pedig nagyon érdekelt volna a mikroklímáról szóló előadás sorozata. Szakmai képzettségemet *Dobosi Zoltán* tanár úréktól szereztem.

Terepjárásaink alkalmával gyakran jöttek velünk meteorológia szakos hallgatók, akikkel eszmét cserélhettünk a rokontudomány érdekességeiről *(Csomor Miska, Pletser Jancsi)*. Később tudtam meg, hogy iskolámban, ahol életem kétharmad részét eltöltöttem, érettségizett *Császár Margit (Makainé* – a szerk.) és *Kerényi Nárcisz* meteorológus is.

Egy hajdani kollégával beszélgetve jött elő a két volt tanítványa neve az akkori időjárásról és megemlítette, hogy Sümegen is van egy csapadékmérő állomás, amit ő vezet. Számára azonban már terhes (?) volt ez, és szívesen átadná nekem, ha elvállalnám, hogy pontosan és lelkiismeretesen elvégezném ezt a nem nagy, de rendszeres észlelést, amely csapadékmérésből és a napi maximum-minimum hőmérséklet feljegyzéséből, valamint távirati jelentésből állt. Sümegen 1944 óta volt szervezett észlelés, de a megbízottak ilyen és olyan okok miatt rendszertelenül észleltek. 1950-ig 6-7 észlelő működött, illetve nem működött. *Varga István* kollegám 1950-től 65-ig teljes adatsort adott az észlelésekről.

Én a megbízást 1965 elején kaptam, amit azóta is végzek itt-ott a feleségem segítségével. 1972 nyarán hőmérőházikót is állított fel az Intézet, amely után napi két észlelés, valamint a hajnali radiációs minimum feljegyzése is történt. Kertünk aránylag elég tágas és szellős, a hőmérsékletet és a csapadékot zavartalanul és pontosan lehet mérni. A széljárás is elég pontosan megfigyelhető, ugyanis az ablakomból szinte állandóan lehet látni a közelben lévő sümegi vár tetején kitűzött két zászlót, amelyek szélzászlónak is megfelelnek iránymutatásukkal. Az erősséget azonban inkább csak becsülni tudom. Pontos meghatározása amúgy is kétséges, mert a várhegy teteje a falu fölött kb. 100 méterre van, ott pedig a szélerő is sokkal erőteljesebb. A megbízatásomat követően szerettem volna a napfénytartamot is mérni, azonban a városka keleti szélén kiemelkedő Bakony hegység szélső lépcsője árnyékot okoz. Emiatt ez a gondolatom nem valósulhatott meg.

Immáron aztán már családi házban lakván, lassanként feleségemet is megismertettem az észlelés rejtelmeivel. Amikorra anyagilag is stabillá változott helyzetünk, módot ejtettem több napos kirándulásokra. Ezekben az időkben a feleségem volt az „állomásparancsnok". Gyalog és vonaton járogat-

tam zömmel a hegyvidékeket, főként itthon és a Kárpátokban. (Ifjúkoromban is nagyon sokat túráztam az ország megismeréséért.) A hegyvidékeken élveztem a felszín káprázatos formakincsét, valamint a magashegységi időjárás hirtelen változásait.

Olvasmányaim közepette a véletlen vezetett el ismét *Schenzl Guido* nevéhez. Ekkor határoztam el, hogy felkeresem szülőfaluját, Haus-t és nyugvóhelyét, Admont-ot. A sors kegyes volt hozzám, és 1993. augusztusában eljutottam az Enns völgyébe, ahol az admonti bencés templomban felkerestem a nagyon szeretett Alma Mater-em első igazgatójának valamint legfőbb meteorológusunknak a sírját. Szülőfalujához sajnos nem volt szerencsém. Noha jártam a Dachsteinen, idő és pénz hiányában azonban ez az óhajom nem teljesült. Ha még remélhetek egészséget az élettől, remélem, ide is eljutok egyszer.

Dr. Szigetvári Gábor
tanár

OLVASTUK...

Nők a meteorológiában

Az ENSZ 1995-ben tartotta a IV. Nők Világkonferenciáját Pekingben. Felhívása nyomán több más szervezethez hasonlóan a Meteorológiai Világszervezet (WMO) is felmérést kezdeményezett, hogy az egyes tagállamokban ill. régiókban milyen arányban találhatók női munkaerők, tisztségviselők a meteorológiai ill. hidrológiai szolgálatokban, tudományos egyesületekben, oktatásban. Az 1996. végén szétküldött kérdőívekre 94 válasz érkezett, ami alig több, mint a tagországok fele,de a nagyobb országok csaknem mindegyike válaszolt, így a felmérés reprezentatívnak tekinthető. Az eredményeket a WMO közelmúltban megjelent (sorszám nélküli) kiadványa tartalmazza. Ezek közül válogattunk néhány adatot ill. következtetést.

A WMO négyévenként sorrakerülő kongresszusán alig található nő a delegáció vezetők között: az 1951-1995 között lezajlott 12 kongresszuson összesen öt! A delegációk tagjai között is csak 10 % körüli az arányuk. A WMO különböző technikai bizottságaiban (alaprendszerek, klimatológia, agrometeorológia, hidrológia, stb.) kereken tízszer több a férfi résztvevő, mint a nő. Ugyanilyenek az arányok a regionális üléseken, munkacsoport értekezleteken. Itt említjük meg a nők részvételét a WMO genfi központjának munkájában: míg a teljes létszám (kb. 260 fő) több, mint fele nő, addig a szaktisztviselők között arányuk csak 20 %-os.

Valamivel jobb a nemek közötti arány az egyes meteorológiai intézetekben, bár jelentős különbségeket találhatunk az egyes kontinenseken (régiókban) ill.országcsoportokban. Míg pl. Kenyában 1200 férfi szakemberrel szemben mindössze 10 a női alkalmazottak száma, addig a volt szovjet tagköztársaságokban a nődolgozók száma többszöröse a férfiakénak.

A 94 kérdőív feldolgozásából kiderült, hogy a világon a férfi szakemberek száma az állami intézetekben ötször nagyobb (kb. 26 ezer), mint a nőké (kb. ötezer), de a technikai, adminisztratív alkalmazotttaknál ez az arány csak 3:1. Kutatóintézetekben még jobb a helyzet, a férfi dolgozók száma csak kétszeresen múlja felül a nőkét.

Az egyenrangúsodás felé történő majdani elmozdulásra lehet számítani abból, hogy az egyetemeken, főiskolákon tanulók között a nők számaránya 25-30 % (Európában közel 50 %).

Részletes felmérés történt a szakmai (főleg meteorológiai, kisebb mértékben hidrológiai, geofizikai, földrajzi) társaságokban való részvételről is. A világon összesen számbavett közel 30 ezer tagból alig 5 ezer a szebbik nem képviselője (17 %). Ám korcsoportokra bontva kiderül, hogy a 25 éven aluliaknál a nők aránya 26 %, és csak az idősebb korosztályok felé haladva csökken az arányuk egészen 10 %-ig. Nem derült ki a vizsgálatból, hogy ez az arányváltozás valóban annak a következménye, hogy növekszik a női munkaerők aránya a fiatalabb korosztályokban, vagy pedig annak, hogy idősebb korban hamarabb hátat fordítanak a szakmai társaságoknak.

A WMO 2003 körül mindenesetre megismétli a felmérést, hogy jobban kiderüljön, milyen tendenciák mutatkoznak a nők szerepvállalásában ill. szerephez jutásában a különböző WMO testületekben és nemzeti meteorológiai intézetekben.

Forrás: Report on the Participation of Women in the field of Meteorology, Operational Hydrology amd Related Geophysical Sciences (WMO kiadvány, évszám nélkül).

Közreadja:
Ambrózy Pál

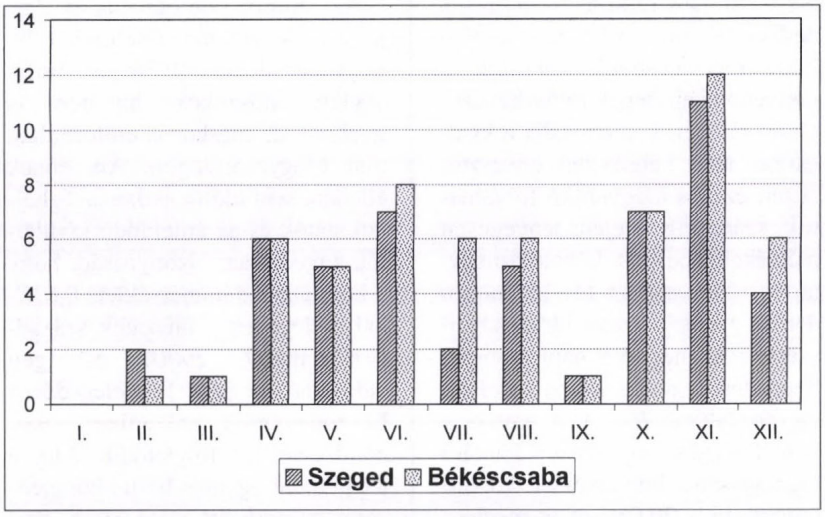
2000.: a melegrekordok éve

A 2000. év számos természeti szélsőséget hozott Magyarországon. Így, az áprilisban a Tiszán levonult gigantikus méretű árhullám alapján emlékezhetünk 2000-re, mint minden idők legnagyobb tiszai árhullámának évére, de megjegyezhetjük arról is, hogy ebben az évben volt a huszadik század legszárazabb nyara az ország jelentékeny hányadán. Mindezen túl, melegrekordok tucatja dőlt meg 2000-ben. Békéscsabán már június közepén előfordult 38°C-os maximum hőmérséklet, amely még nyár derekán is ritkaság Magyarországon, és e korai időszakban szinte példa nélkülinek számít. A szokatlan mértékű felmelegedés többször is megismétlődött a nyár folyamán, augusztus 21-én pedig olyan magas hőmérséklet fordult elő (szintén Békéscsabán), amekkorát ezt megelőzőleg soha nem jegyeztek fel a hazai megfigyelő hálózatban: a Nap delelése után három és fél órával 41,7°C-ig szökött a hőmérő higanyszála. (A Légkör 2000/3. számában már beszámolt e szélsőséges állapot kialakulásának dinamikai okairól, Horváth, 2000.) A melegrekordok sorozatának ezzel még nem volt vége. Októberben és novemberben ugyanis nem egyszer olyan magas volt a nappali felmelegedés, mintha a nyár még akkor sem akart volna véget érni. A felsoroltak alapján tehát 2000. a melegrekordok éve is volt. Cikkünk ennek jellegzetességeit és tanulságait tárgyalja.

Szokatlan meleg hetente egyszer

Amikor a szokványostól jelentősen eltérő hőmérsékletek bekövetkezéséről kívánunk számot adni, először azzal a problémával találjuk szemben magunkat, hogy nem honosodott meg szakterületünkön olyan, a „szokatlan", „extrém" vagy „rendkívüli" jelzőknek megfelelő definíció, amely matematikailag korrektül kezelhető, és a kutatók által egységesen elfogadott. (Megjegyezzük, hogy e probléma más meteorológiai elemek szélsőséges értékeivel kapcsolatban is fennáll.)

A különböző típusú extrém hőmérséklet értelmezések előnyös és kevésbé előnyös tulajdonságairól *Domonkos* és *Piotrowicz* (1998) nyújt áttekintést. Valamely léghőmérsékleti érték szokatlan voltát, leggyakrabban, az év adott szakában átlagos hőmérséklethez viszonyított eltérés jelentékeny mértékével (anomáliájával) szemléltetjük. A cikkünkben közlésre kerülő elemzésekben a napi hőmérsékletet a napi minimum és maximum hőmérsékletek átlagaival jellemezzük, és az anomália értékek eloszlásának felső 5%-ába eső értékeket tekintjük szokatlan melegnek, illetve említést teszünk a mindössze 1% gyakorisággal fellépő „rendkívül ritka" melegek előfordulásairól is. E definíció alapján az év minden szakában havonta átlagosan másfél szokatlanul meleg (és természetesen ugyanennyi szokatlanul hideg) nap fordul elő sokévi átlagban. Rendkívül ritka melegekből évente 3-4 darabra számíthatunk.



1. ábra. Szokatlanul meleg napok 2000-ben.
A sokévi átlag szerint évi 16-20 szokatlanul meleg napra számíthatunk, de 2000-ben háromszor ennyi fordult elő belőlük.

A 2000. évben április és december között minden hónapban (szeptember kivételével) az átlagost meghaladó mennyiségben fordult elő szokatlanul meleg nap. Mivel a nyári hőhullámok a Dél-Alföldet érintették a legsúlyosabban, elemzésünk során elsősorban szegedi és békéscsabai adatokra támaszkodunk. Az *1. ábra* a Szegeden és Békéscsabán előfordult szokatlan meleg napok számát havonkénti bontásban szemlélteti. Az évi összes előfordulás Szegeden 51, Békéscsabán 59 nap volt. Ezek az értékek az átlagost nagyjából háromszorosan meghaladó gyakoriságot fejeznek ki. Úgy is fogalmazhatunk, hogy 2000-ben hetente átlagosan egy nap szokatlanul meleg volt. A rendkívüli melegek száma is lényegesen meghaladta a sokévi átlagot: Szegeden 9, Békéscsabán 14 fordult elő belőlük. Összehasonlításul: szokatlan hideg napból 2000-ben Szegeden 4, Békéscsabán 6 fordult elő. Rendkívüli hideg Szegeden 1

alkalommal fordult elő (szeptember 7-én reggelre 4°C-ig süllyedt a hőmérséklet), Békéscsabán egyszer sem.

Az évi középhőmérséklet 1,8°C-kal volt magasabb a sokévi átlagnál, ami nem tekinthető drámai mértékű eltérésnek. Ezzel szemben azon az 50–60 napon, amelyet szokatlanul melegnek minősítettünk, 7,2°C volt az átlagos eltérés. Ez közel egyharmada az évi közepes hőingásnak!

A „hetente egy" szokatlanul meleg természetesen csak átlagos értelemben igaz, sőt, a meleg napok jelentékeny hányada csoportosan – vagy közvetlenül egymást követő napokon, vagy rövid, 1-2 napos megszakításokkal tarkított sorozatokban – fordult elő. Az elvégzett számítások alapján Szegeden nyolcszor, Békéscsabán pedig 7 alkalommal „magányos" szokatlanul meleg nap fordult elő (természetesen lehetséges, hogy a szomszédos napok ezen alkalmakkor sem voltak sokkal hűvösebbek, csupán az bizonyos, hogy azok anomáliái nem estek az eloszlás felső 5%-ába). Ezek azonban az összes intenzív felmelegedésnek kevesebb mint kétötödét tették ki. További, Szegeden 11, Békéscsabán 13 hőhullám alkalmával ugyanis a szokatlanul meleg időjárás legalább 2 napon, átlagosan 4 és fél napon át fennmaradt (a szokatlanul meleg napok legfeljebb 2 napig tartó, átmeneti megszakításait a hőhullámhoz tartozó időszakként kezeltük).

Szárazság és nagy napi hőingás

Mint azt a bevezető részben már említettük, a szokatlan intenzitású hőhullámok rendkívüli szárazsággal párosultak. A csapadékhiány országos jelenség volt, de a Dél-Alföldön még az ország más területeihez viszonyítva is kirívó mértékű szárazság uralkodott. A meleg és a szárazság egymástól nem függetlenül előforduló természeti jelenségek, ugyanis tartósan száraz időjárásban a sugárzásbevétel lényegesen kisebb hányada fordítódik párologtatásra, mint normális viszonyok között. Így tartós szárazságban több hő fordítódhat a levegő felmelegítésére. Ez az összefüggés különösen tavasz közepétől kora őszig bír nagy jelentőséggel (amikor a növényzettel borított felszín párologtatása a legnagyobb az év során). A szárazság – meleg kapcsolat érvényre jutását azonban az áramlási viszonyok által befolyásolt légtömegvándorlás egész éven át lényegesen módosíthatja: felerősítheti vagy éppen kioltathatja. A szárazság nem egyformán hat a napi maximum, ill. minimum hőmérsékletek alakulására. Míg a maximumok esetében egyértelműen pozitív irányú változást okoz a talajfelszín kiszáradása, a minimum hőmérsékletekben csökkenő irányú a módosulás. Éjszaka ugyanis a párolgás minimális, és míg a nedves talajfelszín harmat (esetleg köd) képződésével, valamint a mélyebb talajrétegek felőli hővezetéssel részben kompenzálja a kisugárzás által keletkezett hőveszteséget, ezek a kiegyenlítő folyamatok szárazság idején lényegesen mérsékeltebbek. A következmény: tartós szárazságban (és különösen derült, gyengén szeles időjárásban) szertelenül megnő a napi hőingás. Szegeden 7, Békéscsabán 23 olyan nap fordult elő 2000-ben, amikor a hajnali legalacsonyabb és a délutáni legmagasabb hőmérséklet közötti különbség a 20,0°C-ot is meghaladta. (A szegedi és békéscsabai előfordulások közötti jelentékeny különbség azt mutatja, hogy a napi hőingás mértéke helyi hatásoktól is függ.) A maximális differencia 22,9°C volt, és az abszolút melegrekord bekövetkezésének napján, tehát augusztus 21-én fordult elő.

Mivel a napi hőingás többnyire meghaladta a szokványos mértéket, a dél körüli és délutáni órák hőmérsékletében még markánsabb kiugrásokat okoztak a hőhullámok, mint a minimum és maximum hőmérsékletek átlagában. Az *1. táblázat* kilenc hőhullám alkalmával Szegeden vagy Békéscsabán előfordult maximális hőmérséklet értékeket tartalmaz. Ezen adatokhoz csak annyit fűzünk hozzá, hogy a huszadik századi magyarországi éghajlatra egyáltalán nem jellemzőek.

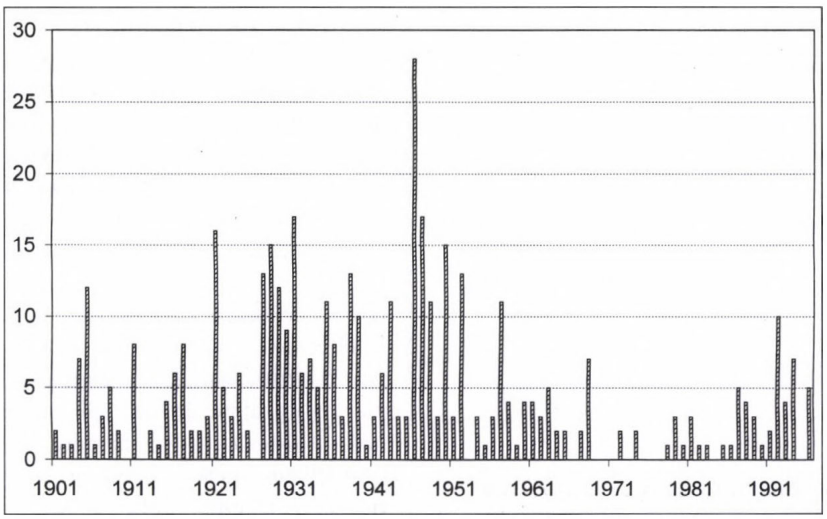
1. táblázat. A Szegeden és Békéscsabán előfordult legmagasabb hőmérsékletek 2000. legintenzívebb hőhullámaiban.

Dátum	T_{max} [°C]	Megfigyelőhely
május 11.	30,3	Szeged
június 14.	37,9	Békéscsaba
június 23.	37,2	Békéscsaba
július 4.	38,8	Békéscsaba
augusztus 21.	41,7	Békéscsaba
szeptember 20.	30,4	Szeged
október 14.	28,9	Békéscsaba
október 31.	24,4	Szeged
november 17.	23,0	Békéscsaba

Éghajlatváltozás vagy természetes ingadozás?

Az archív meteorológiai feljegyzések alapján kijelenthetjük, hogy hasonlóan szélsőséges hőmérsékletű időszakok, ha nem is gyakran, de máskor is előfordultak már Magyarországon. Ám ennek ellenére sem indokolatlan az éghajlatkutatók és az érdeklődő kívülállók aggodalma: bizonyosság, hogy a Föld átlagos hőmérséklete 0,6°C-kal melegedett a huszadik században (*WMO, 2000*), és igen valószínű, hogy a felmelegedés a huszonegyedik században fokozódó ütemben folytatódik. Aligha fogja tudni ugyanis bármi kompenzálni a civilizált társadalom által légkörbe juttatott üvegházhatású gázok (széndioxid, metán, dinitrogén-oxid, stb.) hőmérséklet növelő hatását. A következő 50 évre Magyarországra előre jelzett legvalószínűbb változás 1-2°C hőmérséklet növekedés, és a nyári csapadékmennyiség kb. 20%-os csökkenése (*Mika, 1996, 2000*).

Szinte adódik a következtetés, hogy azért volt 2000-ben szárazabb



2. ábra. Szokatlanul meleg nyári napok száma Szegeden, 1901 és 1996 között. A XX. század közepe után visszaesett a szokatlanul meleg nyári napok gyakorisága.

és forróbb a nyár, mert a megnövekedett légköri üvegházhatás következményei „elérték" Magyarországot. Ám legyünk óvatosak! A huszadik század korábbi időszakában sem a Dél-Alföldön, sem az ország többi részén nem mutatkozott szisztematikus változás a nyári hőségek előfordulási gyakoriságában. A *2. ábráról* leolvashatjuk, hogy a szokatlanul meleg napok gyakorisága nemhogy nem növekedett, de kifejezetten visszaesett a huszadik század második felére.[1] Lényegében hasonló a helyzet a nyári (június és augusztus közötti) csapadékmennyiségekkel (*3. ábra*). Az évenkénti értékek nagy változékonyságot mutatnak, de nyoma sincs egyirányú, szisztematikus megváltozásnak. Egészen más a helyzet az évi csapadékösszegekkel (*4. ábra*), melyekben statisztikailag szignifikáns csökkenő trend mutatkozik mind a Dél-Alföldön, mind pedig az ország más területein.

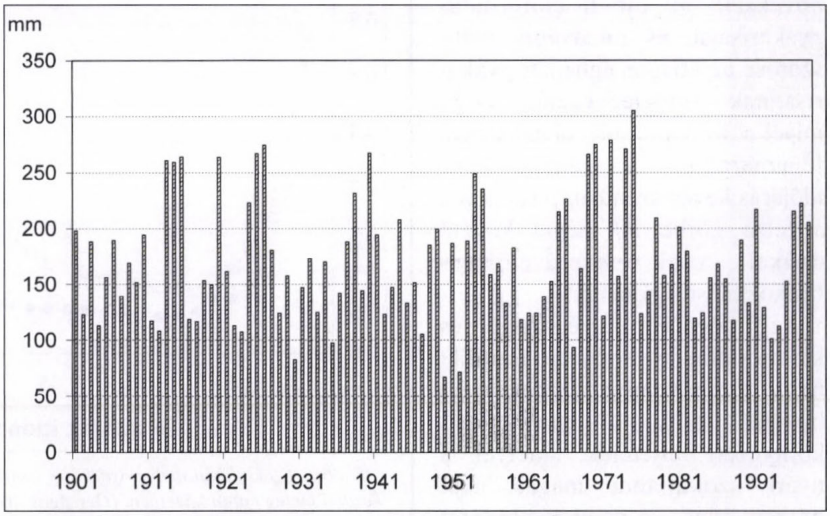
Egyetlen nyár vagy egyetlen év adataiból soha nem szabad az éghajlat megváltozására vonatkozó következtetéseket levonni. Ennek hangsúlyozása okán felidézzük, hogy mindössze egyetlen évvel korábban, 1999 nyarán, a Dél-Alföld egyes részei belvízben áztak a gyakori és rendkívüli vízbőségű felhőszakadások miatt. A 2000. év időjárása tehát nem nyújt alapot ahhoz, hogy belőle a huszonegyedik századra vonatkozó éghajlati szcenáriók* megbízhatóságára következtessünk. Ezzel szemben, utóbb beigazolódhat, hogy amely furcsaságokat az elmúlt esztendő időjárásban tapasztaltunk, azok közelebb állnak a XXI. század, mint a XX. század átlagos éghajlati viszonyaihoz.

[1] A szegedi megfigyelőállomást a XX. század közepe táján sajnos több ízben is áthelyezték a városon belül (Sindely, 1983), így a 2. ábrán mutatkozó változások részben ezzel magyarázhatók. Mivel azonban a szokatlanul meleg napok gyakoriságában más megfigyelőállomások adatai alapján is jelentékeny visszaesés mutatkozik 1950 után, mondandónk lényegén ez a körülmény nem változtat

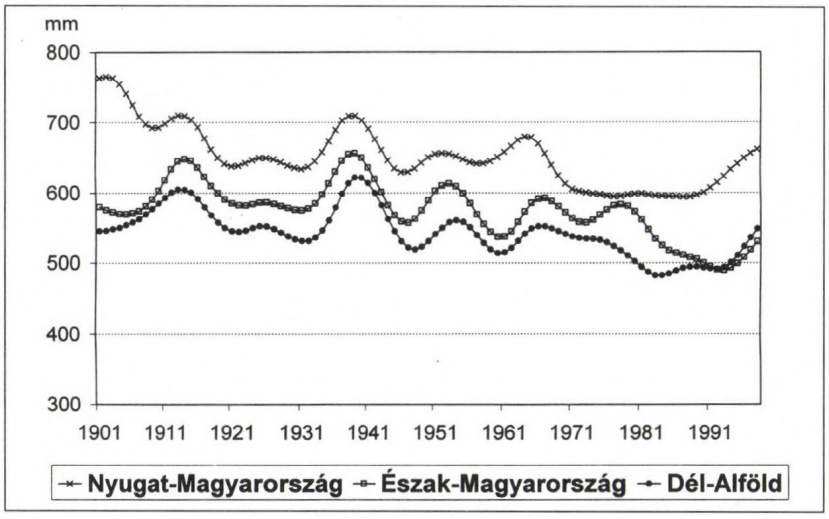
Forró nyári napok ismétlődő előfordulása

A 2. ábráról, azon túl, hogy nincs szisztematikus változás a szokatlanul meleg nyári napok gyakoriságában, az is leolvasható, hogy időnként meglepően sok forró nap azonos éven belül fordul elő. Az *5. ábra* azt szemlélteti, hogy mekkora a június – augusztus között bekövetkezett szokatlanul meleg nap megismételt előfordulásának a valószínűsége 1-40 nappal a kezdeti előfordulást követően. A két görbe közül az egyik a csapadékszegény időszakokban (kevesebb mint 1,5 mm/nap csapadékmennyiség átlagosan) fellépő ismétlődési gyakoriságot, a másik az általános esetre vonatkozó gyakoriságot szemlélteti.

A kezdeti szokatlanul meleg napot követő 5-7 napban a megismétlődés valószínűsége mindkét görbe esetében meredeken csökken. Az újabb szokatlanul meleg nap néhány napon belüli megismétlődésének viszonylag nagy gyakorisága azzal magyarázható, hogy az azokat elősegítő nagy térskálájú légköri folyamatok rend-



3. ábra. Nyári csapadékmennyiségek, 5 dél-alföldi megfigyelőhely átlagai, 1901-1998. A nyáron lehulló csapadékmennyiség értéke évről évre széles határok között ingadozik, de szisztematikus megváltozás nem fedezhető fel.



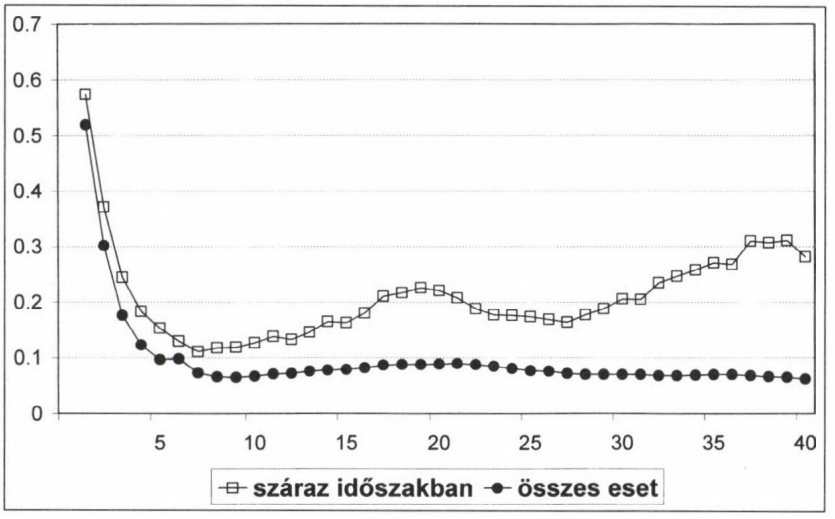
4. ábra. Évi csapadékmennyiség Magyarország különböző régióiban, 1901-1998. Az évi csapadék mennyisége országszerte szignifikánsan csökkent az elmúlt évszázadban.

szerint több napon át fennmaradnak. Az időjárási folyamatok e konzervatív vonásának hatása nyáron rendszerint nem terjed túl az 1 héten, ezért az a későbbi megismétlődési gyakoriságok alakulásában már nem mutatkozik. Ennek ellenére a megismétlődési gyakoriság sem 1 hét elteltével, sem a rákövetkező 33 nap során nem süllyed le az átlagos éghajlati értékre (amely definíció szerint 5%). Az eltérés csapadékszegény időszakokban sokkal markánsabb, mint általános esetben. Itt nemhogy az 5%-hoz nem közelít, de a második héttől kezdődően lassan növekszik az újbóli előfordulás gyakorisága, és mindvégig többszöröse az átlagos éghajlati gyakoriságnak (megjegyezzük, hogy mivel a 30 napon túl folyamatosan fennmaradó csapadékszegény időjárás kevés számban fordult elő, a felső görbe 30. napot követő értékei csak hozzávetőleges tájékoztatást nyújtanak).

Az 5. ábra két görbéje együtt és külön-külön is arról tanúskodik, hogy vannak olyan, esetenként hosszú időn át fennmaradó környezeti feltételek, amelyek a nyári szokatlanul magas napi hőmérséklet megismétlődését elősegítik. Az egyik legkézenfekvőbb ilyen feltétel a kevés csapadék okozta talajszárazság. Kutatási eredmények azt támasztják alá, hogy a nagy térskálájú cirkuláció egyes, az időjárást azonos irányban befolyásoló elemei is különböző gyakoriságokkal fordulnak elő az egyes nyarakon, sőt ilyen hatások a szomszédos évek nyarain előforduló forró nap gyakoriság bizonyos fokú hasonlóságát okozzák. Utóbbi jelei ugyancsak felfedezhetők a 2. ábrán.

A Légkör 1997/1. száma tanulmányt közölt a nyári szárazság és extrém magas hőmérséklet értékek statisztikai kapcsolatáról (*Domonkos és Nemes, 1997*). Annak a cikknek a 4. ábrája azt szemlélteti, hogy különösen meleg késő nyarat (július – szeptember időszakot) követő évek nyarainak huzamos ideig fennmaradó csapadékszegény időszakaiban válik magassá az extrém magas hőmérséklet bekövetkezésének esélye. A feltételnek eleget tevő nyarak száraz periódusának 20. napja után már az éghajlati átlagot több mint háromszorosan meghaladó a szokatlanul meleg napok gyakorisága. Értékeljük ebből a szempontból is a 2000. augusztusában bekövetkezett rendkívüli hőhullám kialakulásának feltételeit! 1999. július és szeptember közötti időszaka országszerte közel másfél fokkal melegebb volt a sokévi átlagnál, amely 3 hónapos időszak esetében számottevő mértékű eltérésnek minősül. 2000. nyarán krónikus volt a csapadékhiány, sőt július végétől egy heteken át tartó, csaknem teljesen csapadékmentes időszak következett.

Nem állítjuk, és még csak sugallni sem szeretnénk, hogy a magyarországi abszolút melegrekord 2000. augusztus 21-én bekövetkezett megdőlése törvényszerű volt,



5. ábra. Szokatlanul meleg nyári nap ismételt előfordulásának gyakorisága 1-40 nappal a kezdeti meleg napot követően. (Országos átlag, a 6. naptól kezdődően 11 napos mozgó átlaggal simított értékek.) A megismétlődés valószínűsége mindvégig meghaladja az éghajlati átlagnak megfelelő 5%-os értéket, sőt, csapadékszegény időszakban feltunően nagy mértékű az eltérés.

hiszen csapadékszegény időszak és meleg megelőző késő nyár sokkal gyakrabban fordul elő, mint ahányszor hasonlóan ritka rekord megszülethet. Kijelentjük azonban, hogy az augusztus 20-a körül 5 napon át ismételten fellépő 35°C feletti maximum hőmérséklet olyan előzmények után következett be, amelyek fennállása esetén az ilyen típusú szélsőség előfordulási gyakorisága az átlagos mértéket sokszorosan meghaladó.

Hivatkozások

Domonkos P. és Nemes Cs., 1997: Magyarország éghajlatára jellemző néhány nagy időléptékű időjárási törvényszerűség. Légkör, 42/1, 27-30.

Domonkos, P. and Piotrowicz, K., 1998: Winter temperature characteristics in Central Europe. Int. J. Climatol., 18, 1405-1417.

Horváth Á., 2000: Az új hőmérsékleti rekord időjárási körülményei. Légkör, 45/3, 11-13.

Mika J., 1996: Regionális éghajlati forgatókönyvek. Természet Világa, 127/I. különsz., 69-74.

Mika J., 2000: Hazai éghajlati forgatókönyvek. in: III. Erdő és Klíma Konferencia (szerk. Kircsi A.), Debreceni Egyetem, 9-23.

Sindely P., 1983: Szeged 110 évi (1871-1980) homogén hőmérsékleti sorozata. Légkör, 28/2, 5-9.

WMO, 2000: A Meteorológiai Világszervezet állásfoglalása az éghajlat 1999. évi állapotáról.

Dr. Domonkos Péter

KISLEXIKON

[Cikkeinkben csillag jelzi azokat a kifejezéseket, amelyek a kislexikonban szerepelnek]

SV (sievert)

("Csernobil 15 év után")

Az ionizáló sugárzás biológiai hatását az élő szervezet által elnyelt energia okozza. Kézenfekvő tehát, hogy a sugárhatást az egységnyi tömegű testszövetben elnyelt energia mennyiségére vonatkoztassuk. (1Gy (gray)=1joule/kg) A fizikai módszerrel meghatározható energianagyság azonban egymagában nem elégséges a különféle (alfa-, béta-, gamma-, neutron-, röntgensugárzás) biológiai hatásának jellemzésére. A **biológiai hatásosság** nagymértékben függ az egyes sugárfajták fajlagos ionizálóképességétől. Ugyanakkora alfa-sugárzás pl. sokkal nagyobb mértéku biológiai károsodást okoz, mint a gamma-sugárzás. Ezért szükségessé vált a **dózis-egyenérték** fogalmának bevezetése: a biológiai hatásosság alapján meghatározott szorzótényezovel szorozzuk a dózis grayben kifejezett méroszámát. Ezt a származtatott egységet nevezzük **sievert(Sv)**-nek.

Gamma-, röntgen-, illetve béta-sugárzás esetén a szorzótényezo 1. A gray és a sievert érték tehát számszeruen megegyezik. Az alfa-sugárzás biológiai hatásossága azonban 20-szor nagyobb, így 1 gray alfa-sugárzás 20 Sv dózis-egyenértéknek felel meg.

Bq (becquerel)

("Csernobil 15 év után")

A radioaktivitás egysége, az idő-egység alatt elbomló atomok száma. A bequerel olyan radioaktív sugárforrás aktivitása, amelyben 1 másodperc idő alatt egy bomlás következik be. $1Bq=s^{-1}$

sugárbetegség

("Csernobil 15 év után")

Sugárzó energia, különösen röntgensugárzás, radioaktivítás okozta kóros elváltozás a sejtekben és az ennek következtében előálló tünetek összessége.

La Niña

("WMO összesítés az elmúlt év időjárásáról")

A La Niña az El Niño ellentettje. Ez azt jelenti, hogy ilyenkor a délamerikai partok mentén a szokásosnál jóval hidegebb a tenger, ami a légkört erősen stabilissá teszi. Így a parti területek ebben az időszakban különösen szárazak. La Niña a megszűnő El Niño-t követően léphet fel, de nem minden esetben jelentkezik.

PM (lebegő szilárd részecskék)

("A közlekedés szerepe a levegő-minőség módosításában egy közepes méretű város példáján")

A diszperziós közegben, esetünkben a légkörben lévő olyan szilárd halmazállapotú részecskék, amelyek nem ülepednek. Általában a 10 m-nél kisebb átmérőjű részecskék ülepedése elhanyagolható.

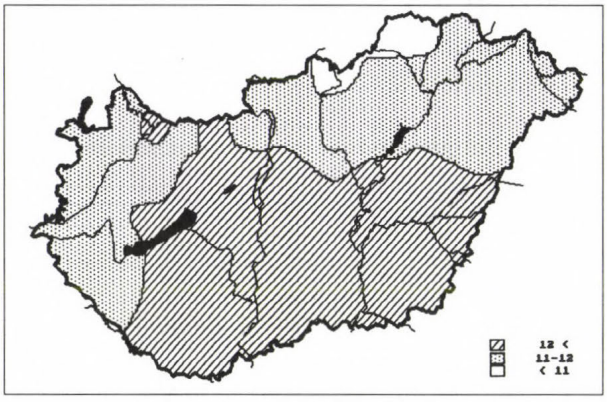
Összeállította:
Schirokné
Kriston Ilona

Új könyv: A Föld rövid története – *Múlt, jelen, jövő*

A közelmúltban jelent meg fenti címmel *Mészáros Ernő* akadémikus legújabb könyve a *Vince Kiadó* Tudomány - Egyetem sorozatában. A kötet szaklektora, Géczy Barnabás akadémikus így mutatja be a művet: „Nagy ívű, történelmi szemlélettel megírt bravúros munka. Tanít, szórakoztat és mindenekfelett érdekes. Mindenki talál benne felfedeznivalót, akit a 20. századvégi természettudomány alapproblémái érdekelnek".

Különlegességek a 2000. év időjárásában

Rendkívüliségekben gazdag időjárással búcsúzott a XX. század. Az elmúlt év során világszerte dőltek meg eddigi rekordértékek, szélsőséges időjárási események sorát jegyezhettük fel. Nem volt kivétel ez alól Magyarország sem, ahol a világ más területeihez képest

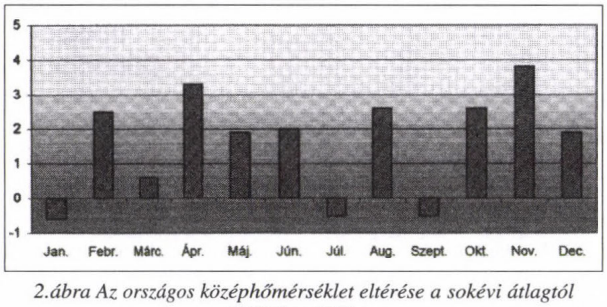


1.ábra 2000. évi középhőmérséklet (°C)

talán szerényebb, de hazai viszonylatban mindenképpen igen ritka jelenségek fordultak elő. A Légkör tavalyi számaiban már számos cikk megjelent, mely e rendkívüli eseményekkel foglalkozott, de úgy gondoljuk, hogy szükség van az év egészét, valamint a meteorológiai paraméterek többségét együttesen jellemző, összefoglaló elemzésre is.

Az elmúlt évben az országos középhőmérséklet 11,4°C volt, ami az 1961-90-es időszak átlagértékét több mint másfél fokkal meghaladja. Rendkívüliségét mutatja, hogy 1961 óta a második legmelegebb év volt, ennél melegebbnek csupán az 1994-es év bizonyult. Az éves középhőmérséklet értékei (a magasan fekvő területek kivételével) országszerte 10,5 és 12,9 fok között alakultak (*1.ábra*), vagyis a leghidegebb területeken is olyan magas volt ez az érték, mint amilyen egy átlagos évben a legmelegebb területeken szokott lenni.

Az elmúlt év extrém hőmérsékleti viszonyait igazolják a különböző küszöbnapok előfordulásának éves

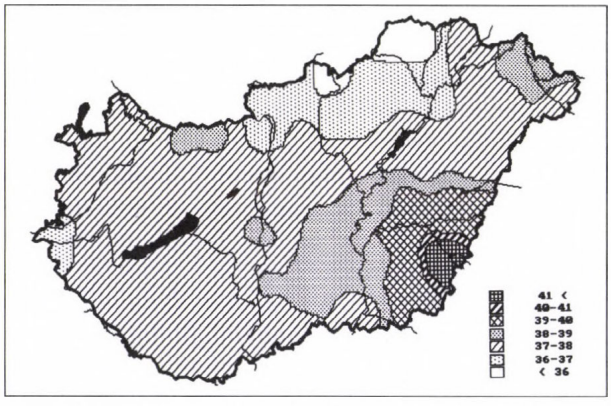


2.ábra Az országos középhőmérséklet eltérése a sokévi átlagtól 2000-ben °C-ban

statisztikái is. A tél enyheségét jól jellemzi a fagyos és téli napok alacsony száma. Az elmúlt évben átlagosan 78 napon süllyedt a hőmérő higanyszála fagypont alá az ország területén (fagyos nap), az értékek még a leghidegebb területeken sem haladták meg a sokéves országos átlagértéket, ami 94 nap évente. Téli napot (Tmax ≤ 0°C) országos átlagban 21-t regisztráltak, ami 10 nappal kevesebb, mint a sokéves átlag.

A magas hőmérsékletek átlépését mutató nyári (Tmax ≥ 25°C), hőség (Tmax ≥ 30°C) és forró (Tmax ≥ 35°C) napok előfordulásai jelentősen meghaladták a szokásos értéket. Nyári nap átlagosan 96 fordult elő a szokásos 65 helyett, a 36 hőségnap pedig több, mint duplája a megszokott 15-nek. Tavaly országos mértékben 7 forró napot is feljegyezhettünk, melyek átlagos évi száma az 1961-90-es időszak alatt csupán 0,4 volt.

A szokásostól jócskán eltért az évi menet is. Az év legmelegebb hónapja általában július szokott lenni. Az elmúlt évben ezzel ellentétben a júniusi és az augusztusi középhőmérséklet is meghaladta az átlagos júliusi értéket, amelynél 2000-ben mintegy fél fokkal hűvösebb volt *(2.ábra)*. A *2.ábrán* a többi hónap

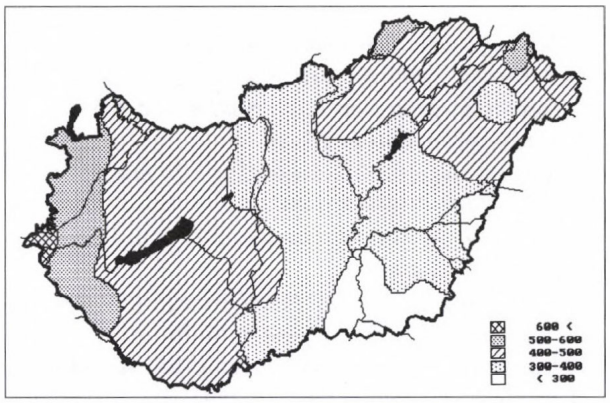


3.ábra 2000. évi abszolút maximumhőmérsékletek (°C)

hőmérsékleti viszonyairól is szemléletes képet kapunk. Látható, hogy a már említett júliussal együtt csupán három olyan hónap volt, melyben a hőmérséklet a sokévi átlag alatt maradt, és ezek az eltérések is csupán fél fok körül alakultak. A többi hónapban a 2000-es értékek meghaladták a sokévi átlagértékeket. Legkiugróbb közülük november volt, amikor közel négy fokos pozitív anomáliát regisztráltak.

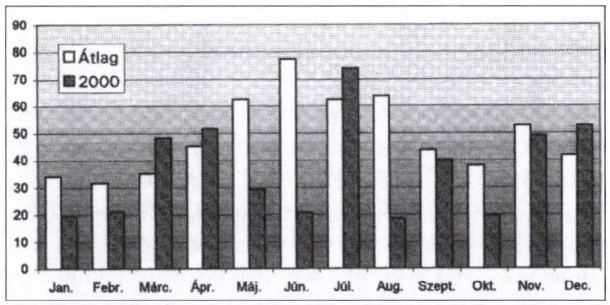
A tavalyi évben nem születtek negatív hőmérsékleti rekordok, bár néhány napon jóval a megszokott érték alá csökkent a levegő hőmérséklete. Az év leghidegebb napján, január 25-én közel 10 fokkal volt hidegebb az országos középhőmérséklet a megszokottnál.

A minimumokkal ellentétben a napi maximum-



4.ábra 2000. évi csapadékösszeg (mm)

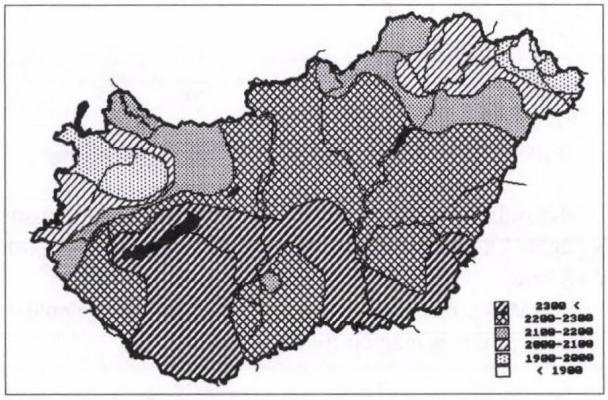
hőmérsékletek között sok rendkívüli értéket regisztráltak. Az év során 10 olyan nap is volt, amikor az országos középhőmérséklet több, mint 8 fokkal meghaladta a sokévi átlagot, új napi rekordértéket pedig 13 napon mértek. Mint a Légkör korábbi számából már ismert, augusztus 21-én, Békéscsabán a hőmérséklet a Magyarországon valaha mért legmagasabb értéknél



5.ábra Havi csapadékösszegek 2000-ben és az 1961-1990-es átlagértékek (mm)

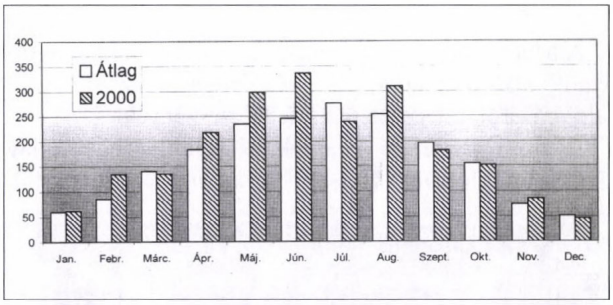
magasabbra, 41,7 °C-ig emelkedett. Az év legmagasabb hőmérsékleteinek földrajzi eloszlását a *3. ábrán* láthatjuk.

Az elmúlt év nemcsak a hőmérséklet, hanem a csapadék tekintetében is rendkívülinek számított. 1961 óta ez az év volt a legszárazabb, országos átlagban 430 mm csapadék hullott, ami körülbelül 170 mm-rel alacsonyabb a megszokottnál. Az ország különböző



6.ábra Napsütéses órák száma 2000-ben (óra)

részein a csapadékösszegek 200 és 600 mm között alakultak *(4.ábra)*. A legszárazabb terület Szeged környéke volt, a szokásoshoz képest délkeletebbre húzódott. Az Alföld túlnyomó részén sem haladta meg a 400 mm-t az éves összeg, azaz a sokévi átlagnak kevesebb, mint a kétharmada volt. Legtöbb csapadék Szentgotthárd környékén hullott, de 200 mm-rel itt is alulmaradt a megszokott értéknél. Nemcsak a csapadék mennyisége, hanem a csapadékos napok száma is jóval kisebb volt az átlagosnál, a szokásos 114 helyett csupán a 83 ilyen napot. Januárban és februárban még örülhettünk, hogy az előző év végének csapadékban gazdag időjárása után végre kevesebbet esett *(5.ábra)*, ami jó hatással volt a belvízzel borított hatalmas területek csökkenésére. A következő két hónapban az átlagosnál ismét magasabb volt a havi csapadék mennyisége, ami a hirtelen felmelegedéssel együtt a Tiszán hatalmas árvíz kialakulásához vezetett. Május és június folyamán gyökeres változás történt, a havi csapadékösszeg májusban a sokévi érték fele, míg júniusban annak kevesebb, mint egyharmada körül alakult. Ennek köszönhetően a



7.ábra A napsütéses órák száma 2000-ben és az 1961-1990-es átlagértékek

tavasz utolsó hónapjában a belvíz mellett már aszályos területek is voltak. Július nemcsak a hőmérséklet tekintetében különbözött a szomszédos hónapoktól, csapadéka is meghaladta a szokásos értéket. Országos átlagban ez volt legcsapadékosabb hónapunk, melyet közvetlenül a legszárazabb augusztus követett, amikor körülbelül 30%-a esett a megszokott mennyiségnek. Augusztusban több olyan állomás is volt, ahol a havi összeg nem érte el az 1 mm-t sem. Ezután is további többé-kevésbé három száraz hónap következett, csupán december volt ismét az átlagosnál kissé csapadékosabb.

A téli hónapok csapadékszegény és enyhe időjárásának követ-keztében 2000 folyamán nagyon kevés hó hullott. A havas napok évi átlagos száma 8, míg a hótakarós napoké 10 volt a szokásos 27, illetve 39 helyett.

2000-ben országosan 2200 órát sütött a nap, mintegy 250 órával többet, mint egy átlagos esztendőben. Az elmúlt 40 év alatt ez az év volt a napfényben második leggazdagabb, csupán az 1961-es összeg haladta meg néhány órával a tavalyi értéket. Az ország területén a legnaposabb területek az Alföld és a Dunántúl déli

részei voltak (*6.ábra*), míg a legalacsonyabb értékeket az északkeleti határ mentén mérték. Az év folyamán csak négy hónapban volt kisebb a napfénytartam a szokásos értéknél (*7.ábra*), de a különbség csak júliusban volt jelentős. A nyár középső hónapja a magas napállás és a viszonylag kevés csapadék hatására általában az év legnaposabb hónapja szokott lenni, de tavaly a napsütéses órák havi száma jóval elmaradt a májusi, júniusi és augusztusi értékektől is. A sokévi átlaghoz képest az elmúlt évben februárban sütött a legtöbbet a nap, a havi összeg országosan több, mint másfélszerese volt a megszokottnak.

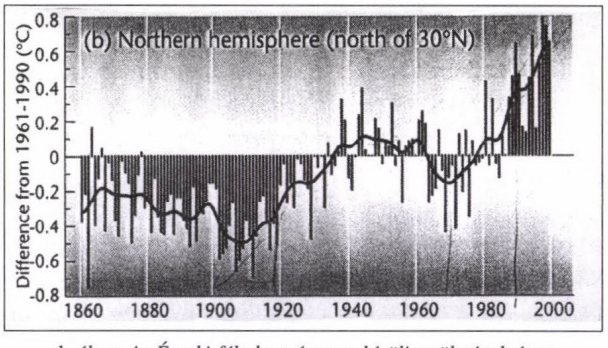
Konkolyné Bihari Zita és Zoboki Judit

A legmagasabb mért hőmérséklet: 41,7°C, Békéscsaba, 2000. augusztus 21-én
A legalacsonyabb mért hőmérséklet: -22,4°C, Szécsény,2000. január 25-én
A legnagyobb évi csapadékösszeg: 670 mm, Kékestető (az átlag 80 %-a)
A legkisebb évi csapadékösszeg: 203 mm, Szeged (az átlag 41 %-a)
A legnagyobb 24 órás csapadékösszeg: 49,9 mm, Rábagyarmat, 2000.szeptember 16-án
A legnagyobb évi napfényösszeg: 2383 óra, Siófok
A legkisebb évi napfényösszeg:1945 óra, Kisvárda

OLVASTUK...
WMO összesítés az elmúlt év időjárásáról

A Meteorológiai Világszervezet (WMO) immár nyolcadik alkalommal ad ki éves jelentést az előző év időjárásáról, a legszélsőségesebb eseményekről.

A 2000. Esztendő megszakítás nélkül a 22-ik átlag fölötti évi globális középértéket mutatja az 1961-1990-



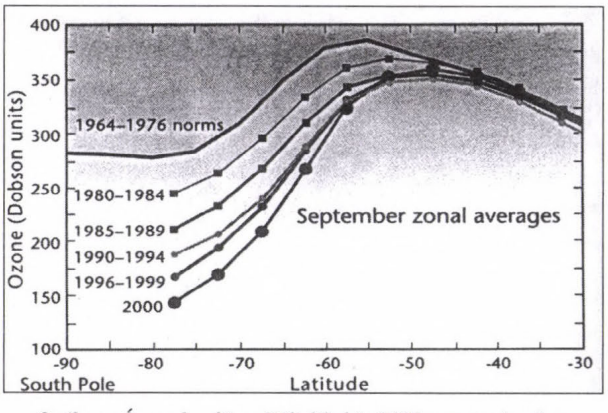
1. ábra: Az Északi-félteke trópuson kívüli területének éves hőmérsékleti anomáliái (Viszonyítási időszak: 1961-1990)

es időszak normál-értékéhez képest. Az elmúlt 140 év idősorában ez a hetedik legmelegebb, annak ellenére, hogy a La Niña* jelenség hűtőhatást gyakorol a trópusi övezet jelentős részén. A hat legmelegebb év mindegyike az elmúlt évtizedre esik. Angliában, ahol legrégebben folynak éghajlati megfigyelések, az elmúlt 342 év közül a tavalyi volt a 15-ik legmelegebb.

Az *1.ábra* az Északi-félteke 30N-től északra eső részének átlag-hőmérsékletét mutatja 1860-tól 2000-ig. A Déli-félteke hasonló területén, valamint a trópusokon az anomáliák jóval kisebbek, így a globális anomália 0,29C lett.

Noha számos helyről jelentettek árvizeket, felhőszakadásokat, földcsuszamlásokat, nagyon sok régió – így Délkelet-Európa is – az aszálytól szenvedett az elmúlt nyáron.

Ismét jelentős volt mindkét félteke tavaszi hónapjaiban az ózonhiány a magasabb földrajzi szélességeken. Az Északi-féltekén a sarkkörön túl márciusban 20-30 %-os hiány mutatkozott az 1964-1976-os átlagértékhez képest. A közepes szélességeken a hiány „mindössze" 10 % körüli. A Déli-féltekén az eddigi legnagyobb ózonlyukat mérték szeptember-október folyamán (*2.ábra).*



2. ábra: Ózon eloszlás a Déli-féltekén 2000. szeptemberében

Műholdas mérések szerint az Északi Jeges tenger jegének kiterjedése az elmúlt 30 év alatt kb. 3 %-kal csökkent.

A WMO hozzájárulásával az OMSZ a teljes jelentést a közel-jövőben magyar nyelven kiadja.

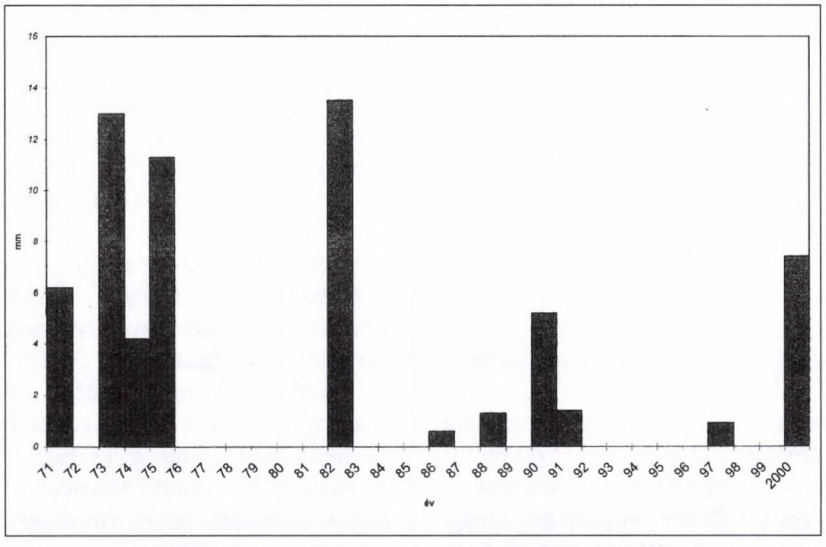
Ambrózy Pál

A MEDÁRD IDŐSZAK CSAPADÉKA MEZŐBÁNDON

A Medárd nappal kapcsolatos népi megfigyelések és tapasztalatok régi keletűek. Sok emberben él az a meggyőződés, hogy ha Medárd napján esik az eső, akkor "40 napig esni fog az eső", vagy legalább is 40 napon át bőséges lesz a csapadék. Ehhez a naphoz fűződő hiedelmek talán azzal függnek össze, hogy a nyár eleji bőséges csapadék, vagy ennek hiánya nagy mértékben befolyásolja a földműves ember munkájának eredményét. Az idők folyamán más szempontok szerint is értelmezték a gazdag júniusi csapadékot. Erdély éghajlatának első komoly kutatója, Berde Áron azt írta könyvében: "Legnagyobb szomorúságunkra akkor jön az eső, amikor fürdőre készülünk." Így alakult ki az a felfogás is, hogy a "deákok hordozzák az esőt", azaz a csapadékos időszak akkor áll be, amikor a diákok szünidőre érkeznek.

Mielőtt helységünk, Mezőbánd 30 évi csapadékadatainak ismertetésére térnék, röviden megemlítem néhány földrajzi és meteorológiai adatát. Mezőbánd Maros megye egyik legnagyobb községe, az Erdélyi-Mezőség délkeleti peremén, a Komlód patak bal felén terül el, Marosvásárhelytől nyugatra, 21 km távolságra. Földrajzi fekvése: É-i szélesség 46°34', K-i hosszúság 24°21', tengerszint feletti magassága 310 m.

A hőmérséklet szélső értékei a vizsgált időszakban: -33°C 1985. január 14-én, és 37°C 1987. július 20-án.



1. ábra: A csapadékos Medárd napok csapadékmennyisége

A csapadék változékony természete Mezőbándon is érezteti hatását. A legnagyobb évi csapadékösszeget 1974-ben mértem: 811,4 mm-t, 153 csapadékos nap eredményeként. A legkevesebb csapadékos nap 1982-ben fordult elő: 81 nap, ami 421,1 mm csapadékot eredményezett. A legkevesebb évi csapadék azonban 1994-ben volt: 348,2 mm (99 csapadékos napból). *Csürös István: Az Erdélyi-Mezőség élővilágáról* című könyvében említést tesz arról, hogy 1947-ben Mezőbándon 265,2 mm csapadékot mértek.

Az 1971-2000 közti 30 év csapadékátlaga 557,7 mm. A csapadék nagyfokú változékonyságát bizonyítják azok az adatok is, amelyek szerint 1982 és 1995 között létezett egy olyan 14 éves periódus, amelynek átlaga csupán 486,5 mm volt. Viszont az 1971-80 közötti 10 év átlaga ennél sokkal magasabb: 618,4 mm.

A legcsapadékosabb hónapok (30 éves átlagok):

június: 90,4 mm
július: 76,6 mm
május: 63,4 mm

Mezőbánd 30 évi csapadékadatainak feldolgozásával arra szeretnék választ találni, hogy:

1. Milyen gyakoriak a csapadékos Medárd napok, és mekkora a csapadékuk?
2. A Medárd nappal kezdődő 40 napos periódus (a továbbiakban *Medárd periódus*) mennyivel csapadékosabb az előző és a következő 40 nap csapadékánál?
3. Vannak-e lényeges különbségek a Medárd periódus, valamint az előző és következő periódusok csapadékkategóriái, azaz a napi csapadék mennyiségének eloszlása között?
4. Milyen eltérések vannak az egyes évek Medárd periódusának csapadékösszegében?
5. Mezőbánd csapadéka menynyiben elégíti ki a termesztett növények vízszükségletét?

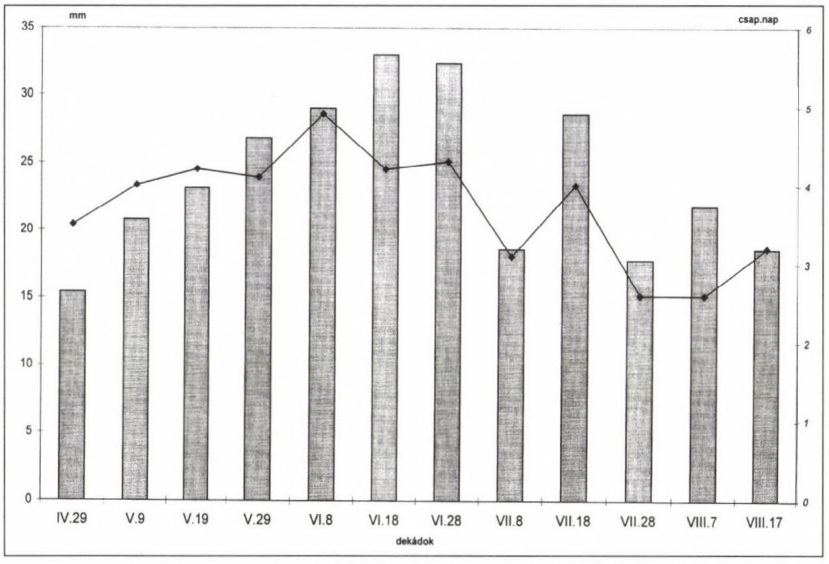
Csapadékos Medárd napok

A csapadékos Medárd napok száma kevésnek mondható: 11 a 30 évből, ami 36,7 %-nak felel meg.

Az *1. ábra* tájékoztat arról, hogy a csapadékos Medárd napokkal rendelkező évek között változó számú csapadékmentes Medárd nap fordul elő. Ezek száma: 6, 5, 3, 2, illetve 1. Csupán egy alkalommal fordult elő, hogy egymás után 3 évben volt csapadékos Medárd nap: 1973, 1974, 1975. A 11 évből 4 év során jelentéktelen mennyiségű csapadék hullott: 0,6 mm és 1,4 mm között. A Medárd napok átla-

gos csapadékösszege 2,17 mm/nap, az egész periódus napi átlaga 2,12 mm/nap.

Megállapítható, hogy a fenti adatok *nem támasztják alá* a Medárd nappal kapcsolatos népi megfigyeléseket vagy hiedelmeket. Hogy



2. ábra: A Medárd periódus, a megelőző és a következő 40 napos periódus átlagos csapadéka és a csapadékos napok száma (1971-2000, Mezőbánd)

mégis miért e naphoz fűződnek a csapadékos időszak bekövetkeztének "tapasztalatai", arra a következőkben próbálok választ találni.

A Medárd periódus 40 napjának, az azt megelőző és a rákövetkező 40 napos periódusok csapadékának 30 évi átlagai

Ezen adatok elemzése előtt szükségesnek tartom megemlíteni azt, a tudomány által elfogadott tényt, hogy a bőséges nyári esőzések annak következtében alakulnak ki, hogy már a nyár elején felmelegszik kontinensünk szárazföldje, a felszálló meleg levegő helyébe pedig az óceánok és tengerek felől vízpárában gazdag levegőtömeg érkezik a szárazföld belsejébe, amely bőséges csapadékot idéz elő. A lehulló csapadék mennyiségét több tényező mellett az óceánoktól és tengerektől való távolság is lényegesen befolyásolja.

Vizsgálva a 40 napos Medárd periódus csapadékának eltérését az előző és a következő időszak csapadékától, hasonló nagyságú (40 napos) időszak csapadékösszegét választottam az összehasonlítás alapjául. Így a vizsgálat magában foglalja a mezőgazdasági növények vízellátása szempontjából legfontosabb időszakot: április 29-től augusztus 26-ig, vagyis a vegetációs periódusnak majdnem az egészét. Ismerve a csapadék időbeni eloszlásának változékony természetét, az árnyaltabb összehasonlítás érdekében a periódusokat 10-10 napot magába foglaló dekádokra osztottam.

A *2. ábra* tájékoztat arról, hogy az egyes dekádok csapadékátlagai milyen irányban változnak, mennyi a dekádok csapadékátlaga. A grafikon adataiból világosan kirajzolódik, hogy a Medárd periódus csapadékátlag szempontjából lényegesen kiemelkedik a szomszédos periódusok átlagából.

A csapadék dekádonkénti eloszlása híven tükrözi a csapadékhajlam fokozódását a vizsgált időszak kezdetétől június 27-ig, vagyis a Medárd periódus második dekádjának végéig, a harmadik dekádban egy kis csökkenés következik be, majd a negyedik dekádban erőteljesen csökken a csapadékátlag. Április 29-től június 27-ig fokozatosan emelkedik visszaesés nélkül a csapadékátlag, majd rövid 20 nap alatt lényegesen lecsökken. A Medárd periódus negyedik dekádja semmiképpen sem sorolható a csapadékban gazdag 40 napos periódushoz a vizsgált 30 éves adatsor alapján. Ha egy folyamatos, 40 napig tartó, csapadékban gazdag periódust akarnánk megállapítani, akkor az a Medárd periódus előtti dekáddal kezdődhetne.

A Medárd periódus után újra egy csapadékban gazdag dekád következik, megközelítve a Medárd periódus első dekádjának értékét. Az utolsó három dekádban a csapadékhajlam visszaesik, ami megnyilvánul mind a csapadék mennyiségében, mind a csapadékos napok számában is. A visszaesés menete nem egyenletes.

Csapadékkategóriák

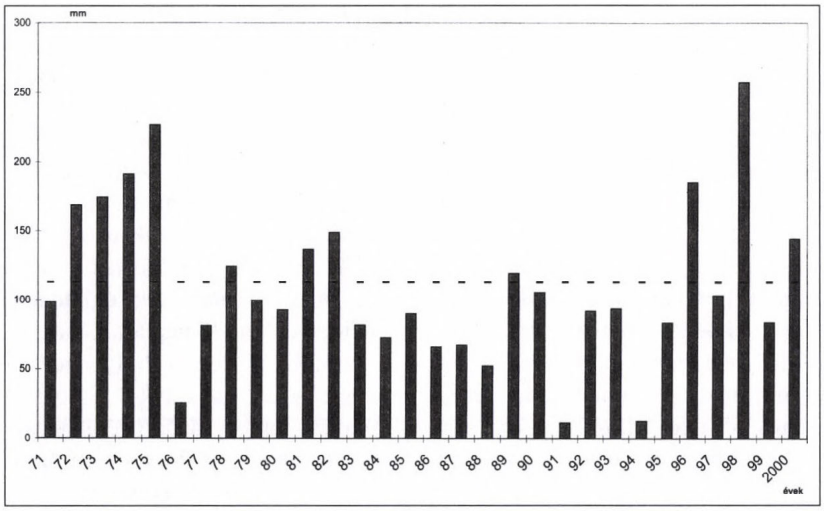
Az *1. táblázat* a különböző kategóriájú csapadékos napok számáról tájékoztat. Az adatokból megállapítható, hogy legnagyobb számban a 2,0-4,9 mm-es csapadékkategóriájú napok fordulnak elő, utána az 5,0-9,9 mm-es és a 10,0-19,9 mm-es kategóriák következnek.

A 30 mm-nél nagyobb csapadék kategóriája 19 alkalommal szerepel a Medárd periódusban. Olyan nagy

1. táblázat A csapadékos napok megoszlása a csapadék mennyisége szerint a Medárd periódus 40 napján, valamint az előző és következő 40 napon.

mm időszak	0,1-0,4	0,5-0,9	1,0-1,9	2,0-4,9	5,0-9,9	10,0-19,9	20,0-29,9	>30.0
M.előtt	53	43	69	137	89	66	9	7
M.periódus	62	48	71	114	94	75	12	19
M.után	54	34	39	75	78	69	20	7

esők, amelyek árvizeket vagy földcsuszamlásokat okoznának, nem mondhatók gyakoriaknak. Utóljára 1975-ben volt olyan árvíz, amely a település alacsonyabban fekvő részeit elöntötte. Július első három napján összesen 129,1 mm csapadék hullott. Az árvíz kialakulásához a hozzánk érkező nagy víztömeg is hozzájárult. Akkor az egész országban árvizek pusztítottak.



3. ábra: Az 1971-2000-es évek Medárd periódusának csapadékösszegei

A 24 óra alatt lehullott csapadék maximumértékei a következők voltak:

április: 27,2 mm 1999. IV. 19.
május: 36,1 mm 1996. V. 28.
június: 85,1 mm 1996. VI. 26.
július : 57,2 mm 1973.VII. 2.
aug.: 52,5 mm 1974.VIII.10.
szept.: 39,0 mm 1975. IX. 2.

Az 1996. júniusi maximum nem csak nagyságával, hanem kártételével is kitűnik. Ekkor a villám három épületben tett kárt, és egy ember halálát okozta.

A Medárd periódusok csapadékösszegei

A *3. ábrán* a Medárd periódus évenkénti csapadékösszegei láthatók. Megfigyelhető, hogy a 30 éves időszak első és utolsó éveiben vannak kimagasló csapadékösszegek. A 30 évből 11 évben volt az átlagnál több csapadék. Felvetődik a kérdés, hogy a csapadékos Medárd periódusok évében az évi csapadékösszeg is átlagon felüli-e? Az adatok nem igazolnak egy ilyen egybeesést (*4. ábra*).

A csapadékos Medárd napi 11 évből 5 év átlagon felüli, 6 év átlagon aluli 40 napos csapadékösszeggel rendelkeznek. A nem csapadékos Medárd napi 19 évből 6 év átlagon felüli, 13 év átlagon aluli. Tehát a csapadékos Medárd napi évek 54 %-ának átlagon aluli csapadéka van, míg a nem csapadékos Medárd napi éveknél ez az arány 68,4 %. Ezek az adatok is a helyi klíma száraz jellegére utalnak.

A száraz jellegre utalnak azok az esetek is, amikor csapadékban gazdag évben a Medárd periódusban átlagon aluli a csapadék:

1980: 703,4 mm évi csapadékösszeg, ebből 92,9 mm a Medárd periódusban,

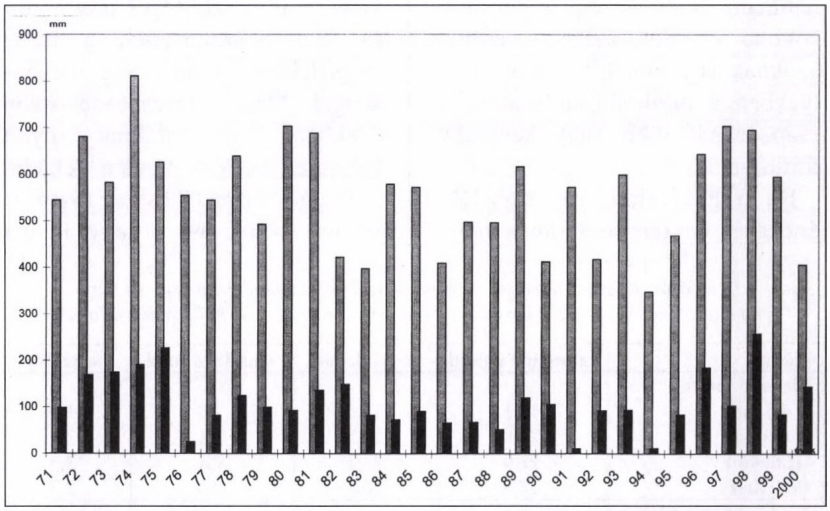
1993: 600,3 mm évi csapadékösszeg, ebből 93,9 mm a Medárd periódusban,

1997: 703,8 mm évi csapadékösszeg, ebből 103,1 mm a Medárd periódusban.

Szárazabbnak tekintett években még ritkábban fordul elő átlagon felüli csapadék a Medárd periódusban. Ilyen fordult elő 1982-ben, amikor 421,1 mm-es évi csapadék mellett 149,0 mm volt a Medárd periódus csapadéka (a periódus átlaga: 113,1 mm).

A helyi csapadék és a mezőgazdasági növények vízigényének kielégítése

A téli csapadék csak rövid időre biztosítja tavasszal a növények vízigényét. Éppen ezért nagy jelentősége van annak a csapadéknak, amelyik a nyári félévben áll a növények rendelkezésére. A vizsgált időszak 120 napja éppen azt a legfontosabb időszakot foglalja magába, amikor a kielégítő csapadék, vagy ennek hiánya döntő



4. ábra: Az évi- és a Medárd periódusban mért csapadékösszegek (1971-2000)

módon befolyásolja a mezőgazdasági terméseredményeket.

Mennyi csapadéknak kell a növények rendelkezésére állnia?

Szász Gábor – Tőkei László: Meteorológia mezőgazdáknak, kertészeknek, erdészeknek c. könyvének (Mezőgazda Kiadó, 1997) 447. oldalán Szász Gábor ismerteti azt a legkisebb csapadékmennyiséget, amely a közepes termések eléréséhez szükséges. A szerző rendkívül széleskörű statisztikai elemzés alapján állapította meg az egyes hónapokra vonatkozó csapadékösszegeket.

A *2. táblázat* tartalmazza ezeket az adatokat, amelyekhez mint standard értékekhez csatolom a helyi csapadék adatait. A havi standard értékekből napi és 10 napi (dekád) értékeket számítottam, hogy az összehasonlítás során árnyaltabban ki lehessen fejezni azt a csapadékállapotot, amely szerint megállapítható, hogy az egyes periódusokban és dekádokban mennyi azoknak az éveknek a száma, amelyekben a minimálisan szükséges csapadéknál több vagy kevesebb fordult elő.

Ha a havi standard csapadékértékeket összehasonlítom a helyi csapadékértékekkel, akkor olyan megállapításra kell jutnom, hogy július hónap kivételével biztosított a minimális csapadékmennyiség. Ha dekádonként végzem el ezt az összehasonlítást, akkor túlsúlyban vannak azok az évek, amelyek nem fedezték a minimális csapadékösszegeket (*3. táblázat*). Mindhárom periódusban találunk egy-egy dekádot, amelyekben a 30 évből 24 évben nem jutottak hozzá a növények a minimálisan szükséges csapadékhoz. Ezekben a dekádokban a helyi csapadék értéke 5-10 mm-rel alacsonyabb a standard értékeknél.

A szükséges minimális csapadékot el nem érő évek nagy száma csak azt fejezi ki, hogy sok évben átmeneti szárazság fordult elő. A szükséges minimumot meghaladó évek száma a dekádok többségében kevesebb az előző kategóriánál, de a csapadéktöbbletükkel rendszerint kiegészítik a szükséges minimumra. Ezt alátámasztják a helyi csapadékértékek havi- vagy dekádátlagai. Még a legcsapadékosabb években sem találunk olyan helyzetet, hogy a minden dekádra szükséges csapadékösszeg biztosítva lett volna. Ez a tény is azt bizonyítja, hogy a csapadékeloszlásban változatosság, "szeszélyesség" uralkodik.

Ha a 30 évi napi csapadékátlagok alapján vizsgáljuk azt, hogy az egyes dekádokban hány nap elégíti ki a szükséges minimális csapadékösszegek kritériumát, akkor jobban tükröződik helységünk általános csapadékellátottsága. Az egyes dekádokban vannak ugyan kilengések pozitív vagy negatív irányban, de minden periódus 40 napjának átlaga a szükséges minimális csapadék biztosítását jelzi. Kis hiány mutatkozik a Medárd periódus utáni 40 nap átlagában.

Összességében a helyi adatok vizsgálatából az tűnik ki, hogy a Medárd naphoz fűződő népi tapasztalatok abban az értelemben felelnek meg a valóságnak, hogy júniusban bőséges a csapadék. A csapadék változékony természetéből kifolyólag azonban nem minden június gazdag csapadékban. Az adatok nem támasztják alá a 40 napos *Medárd periódus* létezését. Ha mégis beszélünk Medárd periódusról, azt a valóságnak egy olyan mesterségesen kiemelt részeként kell tekinteni, amely szervesen illeszkedik bele abba a természeti törvények szabta tendenciába, amelynek eredményeként kialakul a nyári csapadékbőség.

Mezőbánd csapadékadatainak figyelembevételével kielégítő mezőgazdasági terméseredményeket lehet elérni.

2. táblázat. Közepes termések eléréséhez szükséges minimális havi csapadékösszegek (Szász Gábor szerint) és a Mezőbánd-i 30 évből számolt átlag.

hónapok	április	május	június	július	augusztus
standard havi cs.	45	65	75	90	60
Mezőbánd	48	63	90	77	61

3. táblázat. Közepes termések eléréséhez szükséges minimális dekád- és napi csapadékösszegek (Szász Gábor szerint) és a Mezőbánd-i 30 évből számolt átlagok.

időszak	standard dekád	helyi dekád	standard napi	helyi napi
Medárd előtti				
I. dekád	19,8	15,5	2,0	1,5
II.dekád	21,0	20,8	2,1	2,1
III.dekád	21,0	23,1	2,1	2,3
IV.dekád	23,8	26,8	2,4	2,7
Medárd periódusban				
I.dekád	25,0	29,0	2,5	2,9
II.dekád	25,0	33,0	2,5	3,3
III.dekád	27,8	32,4	2,8	3,2
IV.dekád	29,0	18,6	2,9	1,9
Medárd utáni				
I. dekád	29,0	28,6	2,9	2,9
II.dekád	23,0	17,8	2,3	1,8
III.dekád	19,0	21,8	1,9	2,2
IV.dekád	19,0	18,6	1,9	1,9

Márton Dénes
ny. tanár

FELHÍVÁS!

Elkészült az MMT 2000. évi sporoni vándorgyűlésén elhangzott előadások szövegét tartalmazó CD. Megrendelhető az MMT Titkárságán (Tel.: 201-75-25). A CD ára 1000,- Ft

A közlekedés szerepe a levegőminőség módosításában egy közepes méretű város példáján

1. Bevezetés

Mint ismeretes, az emberi tevékenység jelentősen hozzájárul a légszennyező anyagok felhalmozódásához. Az egyre romló levegőminőség alapvető oka az ipari tevékenység; továbbá a városi népesség növekedése, s ezzel összefüggésben a beépített területek növekvő aránya. Az egyik legfontosabb szennyező forrás mégis a közlekedés, főként a sűrűn lakott területeken. Magyarországon a közlekedésből származó szennyezőanyag kibocsátás részarányai a következők: CO: 70%, NOx: 55%, PM* (lebegő részecske): 14% *(Data on Hungary's environment, 1999)*. A levegő minőségével kapcsolatos problémák jellege és fontossága függ a város méretétől, valamint földrajzi (klíma, helyi meteorológiai adottságok az adott pillanatban, földrajzi helyzet, domborzat) és társadalmi (környezetvédelmi szabályozások, a várostervezéssel kapcsolatos lehetőségek és irányelvek) tényezőktől *(Mayer, 1999)*.

Szeged közlekedési hálózata túlzsúfolt. A forgalomban résztvevő járművek közül a személygépkocsik aránya a legnagyobb (84 %). Az utóbbi 10 év során (1990-2000 között) a forgalomsűrűség nem változott számottevően. Ugyanakkor a forgalomban résztvevő járműtípusok aránya alapvetően módosult. Egyre több járműtípus emissziója jelentősen csökkent, továbbá egyre nő a katalizátorral fölszerelt járművek aránya. Következésképp, a stagnáló forgalomsűrűség ellenére a légszennyező anyagok közlekedésből származó emissziója számottevően csökkent. Így pl. a közlekedésből származó CO emisszió 2000-ben mindössze 35-40 %-a volt az 1990-ben mért értéknek *(Pitrik, 2000)*.

A városi tömegközlekedést a Tisza Volán Rt. buszai bonyolítják le Szegeden. A cégnek 2000. végén 47 db diesel szóló-, s 58 db diesel csuklós busza volt. A közlekedés okozta légszennyezés terhelés jelentős része a buszoktól származik. Ennek csökkentése érdekében a Tisza Volán kísérleti jelleggel 1999-től működtet Szegeden földgáz üzemű autóbuszokat. Technológiai szempontból két rendszer honosodott meg a gyakorlatban. Ezek: a cseppfolyós földgáz üzem (LPG = Liquid Petrol Gas, azaz cseppfolyós gáz) (pl. Bécsben), illetve a sűrített földgáz üzem (CNG = Compressed Natural Gas, azaz sűrített földgáz) (pl. Szegeden). A cég jelenleg 8 db CNG szóló-, továbbá 19 CNG csuklós autóbuszt üzemeltet. A sűrített gázzal működő buszok aránya folyamatosan növekszik.

A sűrített földgáz üzemű (CNG) autóbuszok egyik nagy előnye, hogy az egészségre és környezetre káros kipufogógáz komponensekből - károsanyag komponenstől függően - 35-85 %-kal kevesebbet bocsátanak ki, mint a legszigorúbb, ún. „Euro 3" európai emissziós előírások határértékei. A legújabb előírásokkal nem szabályozott komponensek tekintetében szintén jelentős az előny a földgáz üzem javára. Ma egy földgáz üzemű autóbusznak - az ún. "londoni típusú" (téli) szmog kialakulásáért felelős - korom és kén-dioxid kibocsátása pl. kevesebb, mint 20 %-a egy hasonló kategóriájú diesel erőforrás emissziójának. Jelenleg a Tisza Volán összes autóbusza megfelel az „Euro 2" környezet-védelmi szabvány előírásainak *(1. táblázat)*.

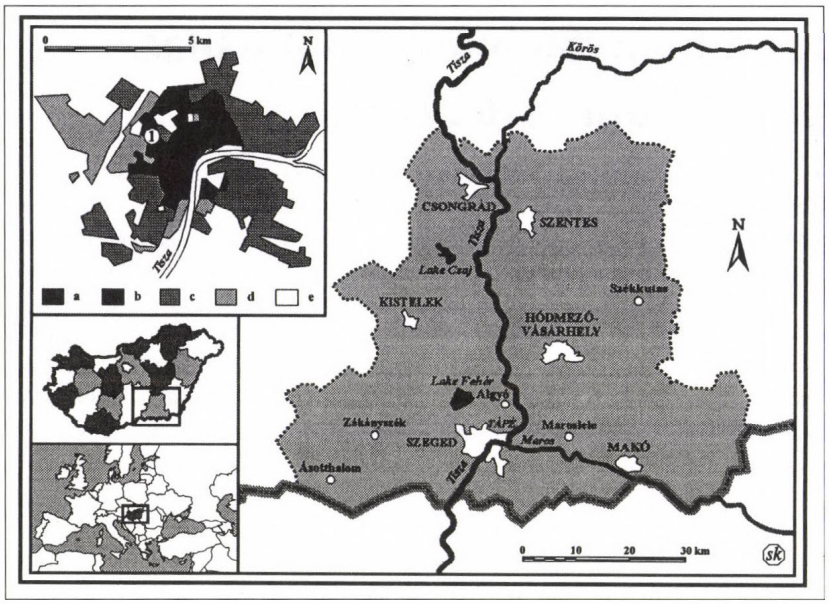
A gáz üzemű autóbuszoknál nincs füstkibocsátás a gyorsításkor, s ez az előny a városi tömegközlekedésre jellemző folyamatos - ún. "stop and go" - üzemben hangsúlyozottan jelentkezik.

A földgáz üzemű gépkocsik járulékos előnye, hogy a párolgási

1. táblázat: Emissziós normák és a jelenleg alkalmazott motortípusok adatai

szabvány	károsanyag kibocsátási küszöbérték (g/kWh)				megjegyzés
	CO	HC	NOx	részecske	
Euro 0	12,3	2,6	5,8	-	[1]
Euro 1	4,5	1,1	8,0	0,36	
Euro 2	4,0	1,1	7,0	0,15	[2]
Euro 3	2,1	0,66	5,0	0,10	[3]
Euro 4	1,5	0,46	3,5	0,02	[4]
Rába G10 DE UTSLL 190 sűrített földgázmotor katalizátorral	0,29	0,44	2,07	0,05	A Tisza Volánnál jelenleg működő típus
Rába D10 UTSLL 190 Euro 2 diesel motor	1,38	0,636	6,557	0,126	A Tisza Volánnál jelenleg működő típus

[1]Környezetbarát diesel motorok. Jelenleg a Tisza Volánnál a Rába D10 motorcsalád típusai.
[2]Bevezetésre került az EU-ban és Magyarországon is 1998-ban. Magyarországon jelenleg érvényes.
[3]Bevezetésre került az EU-ban 2000. októberétől. Magyarországon jelenleg még tervezet.
[4]Tervezett határértékek. A bevezetés tervezett időpontja az EU-ban: 2005. október.
Megjegyzés: fenti előírások a 3,5 t fölötti nehéz gépjárművek típusvizsgálatára, s sorozatgyártására vonatkoznak.



1. ábra: Szeged földrajzi helyzete és a város beépítettségi típusai (Unger, 1997) a: belváros (2-4-emeletes épületek); b: lakótelepek előregyártott betonelemekből (5-10-emeletes épületek); c: különálló épületek (1-2-emeletes épületek); d: ipari területek; e: zöldterületek; (1): automata levegőminőségi állomás

és forgalmazási szén-hidrogén emissziójuk elhanyagolható mértékű. Környezetvédelmi szempontból a gáz üzemű járművek további előnye a diesel buszokkal szemben a közlekedési környezet mérsékeltebb zajterhelése (-4; -6 decibel).

A közgazdasági szabályozók is kedveznek a földgáz üzemre való áttérésnek. 2001. évi árakon a földgáz üzemű autóbuszok üzemeltetési költsége 49 %-a a diesel meghajtású járművekének.

Jelen tanulmány célja egy automata levegőminőségi állomásról származó légszennyező paraméterek idősorainak elemzése; pontosabban annak vizsgálata, hogy milyen mértékben befolyásolja a közlekedés a levegő minőségét egy forgalmas útkereszteződésben. A fent említett mérőállomás az egyetlen automata levegőminőségi állomás Szegeden, s ezt 1997-ben helyezték üzembe.

1.1. Szeged földrajzi helyzete, topográfiája és éghajlati adottságai

Szeged a 20°06'E és a 46°15'N koordináta értékek metszéspontjában található; tengerszint feletti magassága 80 m. Lakossága megközelítőleg 155.000 fő, a beépített terület nagysága 46 km^2. A Dél-Alföld legnagyobb városa, mely a Tisza és a Maros összefolyásánál fekszik *(1. ábra)*. A várost körutas-sugárutas szerkezet jellemzi. Jóllehet Szeged a Dél-Alföld köny-nyűipari központja (malom-, fa- és paprikafeldolgozó ipar, kenderfeldolgozás, szalámigyártás), a nehézipar bizonyos elemei is jelen vannak (gumi-, festékipar, kőolaj- és földgázbányászat). A rendszerváltást követően Szeged ipari potenciálja sokat romlott. Megszűnt a textilgyár, a kábelgyár, a ruhagyár, s a konzervgyár, továbbá Kecskemétre helyezte át központját és tevékenységét a KÉSZ, Könynyűszerkezet-Építő és Szolgáltató Kft. Az ipari területek Szeged ÉNy-i részén találhatók. Emiatt az uralkodó nyugatias, északnyugatias áramlatok a szennyezőanyagokat erről a területről a város központja felé szállítják. Az évi átlaghőmérséklet 11°C, az évi átlagos csapadékösszeg pedig 570 mm.

2. A vizsgálat módszere

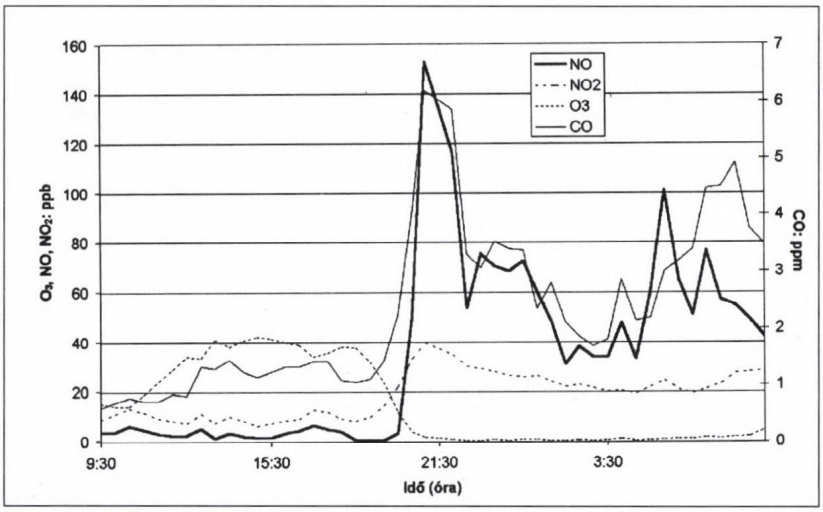
2.1. Műszeres háttér

Az automata állomás 5 db, egymástól független műszer segítségével méri a CO, NO, NO_2, SO_2, O_3 és PM koncentrációkat. A CO koncentrációt nem diszperszív infravörös abszorpcióval mérik (a műszer típusa: CO11M-LCD). Az NO és NO_2 koncentrációk mérése a kemilumineszcencia elvén, alternatív üzemmódban történik; az NO_x koncentrációkat pedig úgy kapjuk, hogy a műszer automatikusan összegzi a legfrissebb NO és NO_2 értékeket (a műszer típusa: TE 42C). Az SO_2 mérési elve az UV fluoreszcens emisszió (a műszer típusa: FHAF21M-LCD). Az O_3 koncentráció mérése a 254 nm hullámhosszon történő UV abszorpción alapszik (a műszer típusa: TE 49C). A PM koncentrációt a sugárzás abszorpciója révén mérik (a műszer típusa: FH 62 I-N).

A gáz analizátorokat két ponton kalibrálják. Ezek egyike a 0-pont, melynek beállítása automatikusan, minden 24 órában történik. A másik kalibrációs pontot kéthetenként egy alkalommal, hiteles anyagmintával állítják be. Az ózonműszer kalibrálását gáz fázisú titrálással végzik. A szilárd anyagok mérését negyedévenként egy alkalommal hitelesítik.

Személyi számítógép segítségével történik a műszerek ellenőrzése, ill. az adatok tárolása. A 10 másodpercenkénti mérésekből először 1 perces, majd ezekből 30 perces átlagok készülnek. A dolgozat verifikált adatbázisa a CO, NO, NO_2, NO_x, SO_2, O_3 és PM koncentrációknak az 1997. január 1. - 1999. december 31. közötti időszakban mért 30 percenkénti átlagai.

Az automata levegőminőségi állomás a belvárosban - egy forgalmas útkereszteződésben (a Kossuth Lajos sgt., valamint a Damjanich u. - Teréz u.



2. ábra: Az NO-, NO_2-, O_3- és CO-koncentrációk 30-percenkénti átlagértékei, Szeged belvárosa, automata levegőminőségi állomás, 2000. szeptember 12. 9^{00} - szeptember 13. 9^{00}.

kereszteződése) - található, a főúttól kb. 10 m távolságra *(1. ábra)*. Ez Szeged egyik legforgalmasabb közlekedési csomópontja. A mérések 1997. január 1.-én kezdődtek. Az útkereszteződés sarkán - a mérőállomástól ugyancsak kb. 10 m távolságra - egy kétszintes épület áll, ami a szennyezőanyagok terjedése révén befolyásolja a helyi koncentrációt. Az automata állomás szenzorai 3 m magasságban mérik a légszennyező paraméterek koncentrációit.

Az állomás méri továbbá a fontosabb meteorológiai elemek 30-perces átlagértékeit. Az említett meteorológiai elemek a következők: hőmérséklet (a műszer típusa: THS-611), légnedvesség (a műszer típusa: THS-611), globális sugárzás (a műszer típusa: RS 81-I), valamint szélirány (a műszer típusa: WS-12 H+) és szélsebesség (a műszer típusa: WS-12 H+). A hőmérséklet és a légnedvesség mérése a felszín fölött 3 m magasságban történik, míg a szélirányt, szélsebességet, valamint a globális sugárzást a felszín fölött 6 m magasságban mérik.

2.2. Forgalomszámlálás

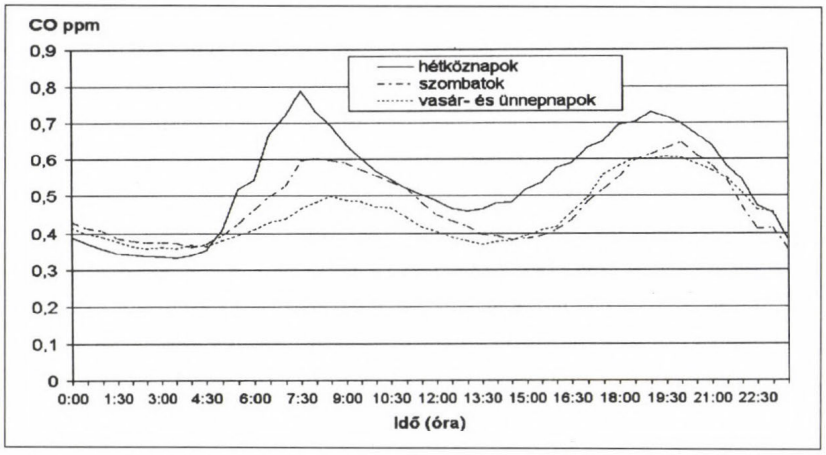
Csúcsforgalom 8-10 óra, 13-14 óra, valamint 16-17 óra között tapasztalható a kereszteződésben. Egy munkanap során átlagosan kb. 30.000 személygépkocsi és kisteherautó, 1500 szóló és csuklós autóbusz, 3000-3500 teherautó, 900 motorkerékpár és 20 lassú jármű (pl. traktor) halad át a csomópontban. Az autók jelentős része katalizátorral rendelkezik (országos átlagban kb. 38 %).

Abból a célból, hogy megvizsgáljuk a járműforgalom hatását az automata állomáson mért légszennyező paraméterek koncentrációjára, 24 órás forgalomszámlálást hajtottunk végre a fent említett útkereszteződésben 2000. szeptember 12., 9^{00} óra - szeptember 13., 9^{00} óra között. Ezen időszak alatt (szélcsend, zavartalan sugárzási feltételek) a 30-percenkénti folyamatos forgalomszámlálás eredményeit jegyeztük föl járműtípusok szerint. A forgalomszámlálás technikai hátterét a Csongrád Megyei Állami Közútkezelő KHT által alkalmazott módszer képezte. Eszerint járműcsoportokat hoztunk létre, melyek (az ún. "járműegyenérték"-ükkel) a következők: személy- és kistehergépkocsi (utóbbi pl. Ford Transit) (1,0), szóló autóbusz (1,8), csuklós autóbusz (2,5), könnyű tehergépkocsi (1,4), szóló nehéz tehergépkocsi (1,8), szerelvény (pl. kamion, nyergesvontató) (2,5), motorke-rékpár (0,7) és lassú jármű (pl. traktor) (2,5). (A járműegyenérték az adott járműnek a forgalomban betöltött szerepére utal. Azt fejezi ki, hogy az adott jármű milyen mértékben lassítja vagy gyorsítja a forgalmat a személygépkocsihoz/kistehergépkocsihoz képest.) A forgalomszámlálást követően a járműcsoportok összegzett 30-percen-kénti értékeit megszoroztuk a hozzájuk rendelt járműegyenértékek-kel. Ily módon összegzett járműegyenértéket kaptunk a 24 órás forgalomszámlálás minden egyes 30-perces időszakára. Ezen összegzett járműegyenérték idősor képezte adatbázisunk egyik részét.

A tanulmányban megvizsgáltuk a CO, NO, NO_2 és O_3 koncentrációk időbeli eloszlását. Ezenkívül az összegzett járműegyenérték idősornak, valamint a szélsebesség és szélirány idősoroknak a fent említett légszennyező paraméterekkel való kapcsolatát is elemeztük.

3. Eredmények

Az O_3 30 percenkénti koncentráció adatai 25-70 g m^{-3} közötti értékeket mutatnak *(2. ábra)*. Még az O_3 csúcsok is jóval a megengedett határérték alatt vannak. Az O_3 lakott területre vonatkozó (védett I. övezet) 30 perces levegőminőségi határértéke 110 g m^{-3} (az MSZ 21854-1990 szabvány szerint), ami megfelel 56 ppb-nek (az átszámítás alapja: t = 20°C; p = 1013 mb). Az O_3 értékek maximuma dél körül tapasztalható. Ugyanakkor az egyetlen időszak során (9^{30}-20^{00} óra között), amikor szellő fújt (északi-északkeleti szelek), az NO_2/NO arány nagyobb volt, mint 1. Ezzel szemben este és éjszaka a helyzet éppen fordított. Az utóbbi esetben $NO_2/NO < 1$. Az NO_2/NO arány alakulása azonban nem elsősorban a szélsebességtől, hanem az ózonkoncentráción keresztül a besugárzástól, illetve az NO emisz-

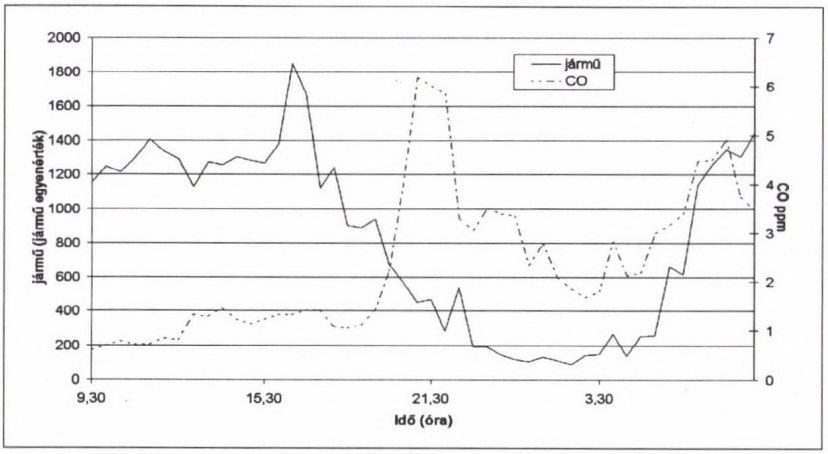


3. ábra: A CO-, NO- és NO_2-koncentrációk 30-percenkénti átlagértékeinek időbeli menete, Szeged belvárosa, automata levegőminőségi állomás, 1997-1999, hétköznapok, szombatok, vasárnapok+ünnepnapok

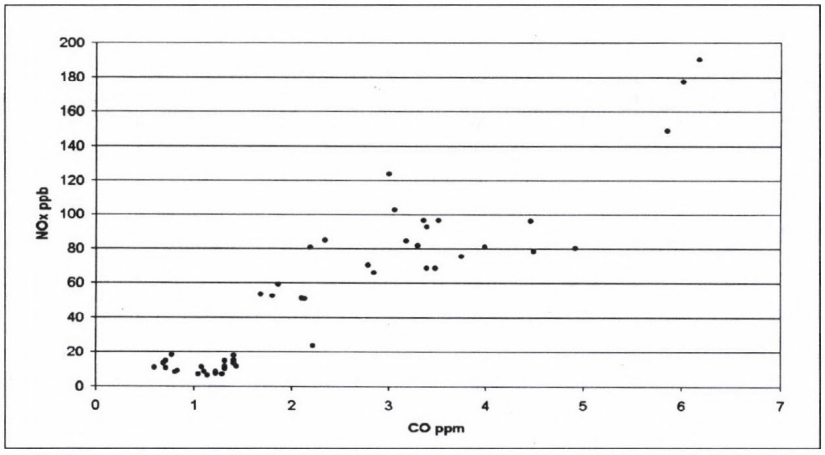
sziótól függ. Napközben az $NO_2/NO > 1$ arány a nitrogén-monoxid gyors oxidációjával ($NO + O_3$ $NO_2 + O_2$) magyarázható (intenzív, ózontermeló fotokémiai folyamatok), míg az arány esti, éjszakai megfordulása a légkör oxidatív kapacitásának a lecsökkenését jelzi (besötétedés után az ózonképződéshez vezető fotokémiai folyamatok leállnak). Mindez független attól, hogy a szélsebesség energetikai okokból általában az esti órákban mérséklődik (*Bogo, et al., 1999; Matzarakis, et al., 1999*).

Abból a célból, hogy meghatározzuk a CO-, NO-, NO_2- és O_3-koncentrációk átlagos napi menetét, ezen szennyezőanyagok 30-percenkénti átlagértékeit képeztük hétköznapokra, szombatokra, vala-mint vasár- és ünnepnapokra az 1997-1999 közötti időszakra vonatkozóan *(3. ábra)*. A CO, NO és NO_2 napi menete jellegzetes, egyidejű kettős hullámot mutat. A maximumok 6^{30}-8^{30} között (főmaximum), illetve 18^{00}-20^{00} között (másodmaximum) lépnek föl, míg a minimum hajnali 1^{00}-4^{00}, a másodminimum pedig 12^{00}-14^{00} között tapasztalható. A napi menet egyrészt a CO és NO (mint elsődleges légszennyező anyagok) közlekedési eredetére vezethető vissza, hiszen a maximumok a reggeli és esti csúcsforgalom idején lépnek föl, másrészt utal arra, hogy az NO_2 keletkezése egyértelműen az NO-emisszió függvénye. Az O_3 napi menete ellentétes a másik három légszennyező paraméterével. Az O_3 és NO között a 0,1 %-os valószínűségi szinten szignifikáns negatív korrelációt mutattunk ki (r = -0,738). Ez a csúcsforgalmi időszakokban megnövekvő nitrogén-monoxid kibocsátással, s a nappali ózontermelő fotokémiai folyamatokkal kapcsolatos. Az igen reaktív NO gyorsan lebontja az O_3-at. Hétvégeken a vizsgált gázok koncentrációja jóval alacsonyabb (az ózoné magasabb) és időbeli menetüknek kisebb az amplitúdója (az ózoné nem változik). Az éjszaka folyamán az összes szennyezőanyag koncentrációja igen alacsony. Ez a csökkenő emisszióra, a szennyezőanyagok keletkezéséhez vezető kémiai reakciók sebességének csökkenésére (O_3, NO_2), valamint a horizontális hígulásra vezethető vissza. Az ózonkoncentráció éjszakai csökkenésében szerepet játszik még az ózonfogyasztó termikus kémiai reakciók folytatódása.

A forgalomszámlálás napján mérsékelt északias szél fújt 9^{30} - 20^{00} óra között. Ezen időszakon kívül szélcsend volt. A CO és NO napi menete jellegzetes egyidejű változást mutat *(2. és 4. ábra)*. A köztük lévő korrelációs együttható: r = 0,919 (szignifikáns a 0,1 %-os valószínűségi szinten). Lévén a CO és NO alapvetően közlekedési eredetű, azt várhatnánk, hogy koncentrációiknak és a járműegyenértéknek a napi menete hasonló lesz *(2. és 4. ábra)*. Valójában azonban nappal ellentétes kapcsolat mutat-ható ki közöttük, s csak az éjszakai-kora reggeli órákban párhuzamos a menetük *(2. és 4. ábra)*. A nappali mérsékelt szél csökkenti a CO- és NO-koncentrációt, ugyanakkor az esti-éjszakai órákban, a légkör stabilitásának a növekedésével (a szélsebesség csökken) a csökkenő emisszió ellenére is nő a felszínközeli légrétegben a CO- és NO-koncentráció.



4. ábra: A forgalomsűrűség és a CO-koncentrációk 30 percenkénti értékei, valamint a szélsebesség értékek időbeli menete, Szeged belvárosa, automata levegőminőségi állomás, 2000. szeptember 12. 9^{30} - szeptember 13. 9^{00}



5. ábra: A CO- és az NOx-koncentrációk 30 percenkénti átlagértékeinek időbeli menete, Szeged belvárosa, automata levegőminőségi állomás, 2000. szeptember 12. 9^{30} - szeptember 13. 9^{00}

A CO- és NO_x-értékek közötti korreláció is erős (r = 0,919) *(5. ábra)*. A CO/NO_x-arányok a közlekedés erőteljes szerepét tükrözik (*Makra és Horváth, 2000*).

A további számításainkhoz meghatároztuk a vizsgált légszennyező anyagok átlagos koncentrációit *(2a. táblázat)*, melyek alapján kiszámítottuk a monitoring állomáson mért közlekedési és egyéb eredetű légszennyező anyagok évi, nyári- és téli félévi átlagos arányait *(2b. táblázat)*. Mivel az állomás a főút közelében található, így a CO évi, nyári- és téli félévi átlagértékei egyaránt magasabbak, mint a kevésbé forgalmas kerületekben. Az SO_2/CO arány jóval kisebb mint 1, ami azt jelzi, hogy nincs a közelben SO_2-t kibocsátó ipari tevékenység. Ipari területek közelében alacsony az évi átlagos CO-koncentráció, s az NO_x/CO arány magas. A monitoring állomás térségében az NO_x/CO évi arányai nem érik el a *(Liu, 1991)* által iparinak tekintett körzetek értékeit. Ha az NO/NO_2 arány nagyobb mint 2, ez azt jelenti, hogy az állomásnak és környezetének levegőminőségét lényegesen befolyásolja a forgalomból származó szennyező hatás (*Liu, 1991*). A fenti arányt kiszámítva azt kaptuk, hogy az automata állomás környezetében a forgalomnak a levegőminőségre gyakorolt hatása nem számottevő. (Az NO/NO_2 arány alakításában jelentős szerepe van a légkör oxidatív kapacitásának is, ahogy ez a nyári és téli arányok eltéréséből jól látható.) A kapott eredmények alapján nem állapíthatunk meg szignifikáns eltérést adott éven belül az évi, téli- és nyári félévi átlagértékek között, kivéve az NO/NO2 arányt mindhárom vizsgált év során *(2b. táblázat)* (*Makra és Horváth, 1999*). (Megjegyzendő, hogy a fönti arányokkal kapcsolatos döntési kritérium relatív. A dolgozatban (*Liu 1991*) eredményeit vettük alapul.)

2a. táblázat: A vizsgált légszennyező anyagok évi, nyári- és téli félévi átlagos koncentrációi, 1997-1999

szennyezőanyag	CO	NO	NO_2	NO_x	SO_2	O_3	PM
év	4,167	12,674	17,154	30,372	2,183	21,563	44,937
nyári félév	2,788	7,563	11,630	19,543	1,217	27,870	39,337
**téli félév	5,383	18,432	20,414	39,554	3,153	15,057	50,190
*NO, NO_2, NO_x, SO_2, O_3, Ox (ppb); CO (ppm); PM (mg m^{-3})							
**a január-március és az október-december közötti 3-3 hónap mindhárom vizsgált évben							

2b. táblázat: Az SO_2/CO, NO_x/CO és NO/NO_2 évi, nyári- és téli félévi átlagai, 1997-1999

arányok	SO_2/CO			NO_x/CO			NO/NO_2		
automata állomás	1997	1998	1999	1997	1998	1999	1997	1998	1999
év	-	0,491	0,605	5,209	6,909	6,178	0,604	0,807	0,799
nyári félév	-	0,427	0,442	6,407	8,151	6,357	0,695	0,517	0,534
**téli félév	-	0,547	0,702	5,377	6,529	6,160	1,033	1,029	1,009
*SO_2, NO, NO_2, NO_x (ppb); CO (ppm)									
**a január-március és az október-december közötti 3-3 hónap mindhárom vizsgált évben									

Vizsgálataink további célja volt, hogy rámutassunk az egyes szennyezőanyagok hétköznapokon, szombati napokon, továbbá vasár- és ünnepnapokon mért koncentrációiban tapasztalható különbségekre. Elemzéseinkhez az automata állomás 1997., 1998. és 1999. évi adatait dolgoztuk fel. Magyarországon egy hét 40 munkaórából áll. Előzetesen azt vártuk, hogy a levegőminőség lényegesen módosul a hétvégeken. A CO, NO_x, O_3, SO_2 és PM napi átlagértékein alapuló számításaink szerint ezen szennyezőanyagok koncentrációja hétköznapokon magasabb, hétvégeken pedig alacsonyabb *(3. táblázat)*. Az O_3 napi átlagértékei azonban pontosan az ellenkező állapotot tükrözik: szombatokon, valamint vasár- és ünnepnapokon az ózon magasabb, míg hétköznapokon alacsonyabb koncentráció értékeket mutat. Az O_3 és az NO közötti reakció gyors lefolyású. Következésképp, amint a gépjárművek által kibocsátott NO koncentrációja csökken (szombatokon, valamint vasár- és ünnepnapokon), az O_3-koncentráció növekszik, illetve fordítva (*Fang and Chen, 1996*).

4. Konklúzió

Mind a CO-, mind az NO-koncentrációk ellentétes kapcsolatot mutatnak a szélsebességgel. Mivel a vizsgált forgalmi csomópontban valószínűleg mindkét paraméter domináns módon közlekedési ere-

detű, koncentrációiknak is egyidejűleg kell változniuk, ami megfelel a várakozásoknak.

A CO, NO_x, SO_2 és PM napi átlagos koncentrációi hétköznapokon magasabbak, hétvégeken alacsonyabbak. A CO, NO és NO_2 átlagos napi menetét elemezve hétköznapokon, illetve hétvégeken, a legnagyobb eltérések 6^{00}-9^{00} és 18^{00}-22^{00} óra között tapasztalhatók, melyek magukba foglalják a csúcsforgalmi időszakokat is. Az O^3-koncentrációk az előzőekkel ellentétes képet mutatnak.

Mivel ipari hatás nem mutatható ki, a közlekedési hatás pedig viszonylag csekély, az adott mérési ponton nincs számottevő levegő-szennyezettség. Az évi átlagértékeket tekintve az SO_2 koncentráció tizedrésze a küszöbértéknek, az NO_2 és NO_x különkülön kb. a fele, a PM pedig épp a határértéken belül van, bár a téli félévben túllépi azt. Egyedül a CO haladja meg jelentősen (kb. 2,5-szeresen) a határértéket. A lakott területre vonatkozó (védett I. övezet) éves levegőminőségi határértékei a következők: CO: 2000 g m^{-3} (1,714 ppm); SO_2: 70 g m^{-3} (2,183 ppb); NO_2: 70 g m^{-3} (17,154 ppb); NO_x: 100 g m^{-3} (30,372 ppb); PM: 50 g m^{-3} (az MSZ 21854-1990 szabvány szerint) (az átszámítás alapja: t = 20 C; p = 1013 mb). A 3. fejezet 5. bekezdésében az NO/NO_2 arány alapján arra következtettünk, hogy az automata állomás környezetében a forgalomnak a levegőminőségre gyakorolt hatása nem számottevő. Ugyanakkor a vizsgált szennyezőanyagok közül a CO jelentős mértékben túllépi a levegőminőségi küszöbértéket, ami egyértelműen a közlekedés szerepére utal. Összehasonlításként a Stuttgart-Bad Cannstatt városi levegőminőségi állomáson (st), ahol igen jelentős a gépjárműforgalom (*Mayer, 1999*), illetve a Szegeden (sz) mért néhány légszennyező gáz évi átlagos koncentráció arányai a következők: NO(st)/NO(sz) ~ 4;NO_2(st)/NO_2(sz) ~ 2; O_3(st)/O_3(sz) ~ 2. (Stuttgart lakóinak a száma kb. háromszorosa Szegedének. A motorizáció eltérésére vonatkozóan nem állnak rendelkezésre adatok.)

3. táblázat: A levegő minőségében tapasztalt különbségek

automata állomás	a napi átlagok különbsége				
szombat - hétköznap (%)					
szennyezőanyag	CO	NOx	O3	SO2	PM
év	-12.5	-22.6	7.2	-12.6	-9.4
nyári félév	-9.9	-25.1	6.2	-19.6	-9.2
*téli félév	-13.5	-16.9	6.4	-3.4	-8.6
ünnepnap - hétköznap (%)					
szennyezőanyag	CO	NOx	O3	SO2	PM
év	-17.1	-41.0	10.4	-25.7	-17.9
nyári félév	-14.2	-31.5	9.1	-15.6	-17.0
*téli félév	-21.8	-51.8	12.9	-36.6	-19.6
(ünnepnap + szombat) - hétköznap (%)					
szennyezőanyag	CO	NOx	O3	SO2	PM
év	-15.0	-32.6	8.9	-19.8	-14.1
nyári félév	-12.1	-28.5	7.8	-17.5	-13.3
*téli félév	-18.2	-36.3	10.0	-22.2	-14.9
*a január-március és az október-december közötti 3-3 hónap mindhárom vizsgált évben					

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetet mondanak Lukácsovics Lászlónak hasznos tanácsaiért. Megköszönik a lektor lelkiismeretes munkáját, s konstruktív észrevételeit. Ez a dolgozat az Oktatási Minisztérium FKFP-0001/2000. számú, illetve az OTKA T-34765 számú pályázati támogatásával készült.

Horváth Szilvia, Makra László, SümeghyZoltán
Szegedi Tudományegyetem,
Zempléni András
Eötvös Loránd Tudományegyetem
Motika Gábor
Alsó Tisza Vidéki
Környezetvédelmi Felügyelőség

Irodalom

Bogo, H., Martin Negri, R. and San Román, E., 1999: Continuous measurement of gaseous pollutants in Buenos Aires city. *Atmospheric Environment.* 33, 2587-2598.

Data on Hungary's environment, 1999. Ministry for Environment, Hungary, Budapest. 153 p.

Fang, S.H. and and Chen, H.W., 1996. Air quality and pollution control in Taiwan. *Atmospheric Environment,* 30/5, 735-741.

Liu, C.M., 1991: A study of air quality characteristics and trend in Taiwan area. R.O.C.-EPA contract No. EPA-81-E3L1-09-02.

Magyar Köztársaság, Országos Szabvány. A környezeti levegő tisztasági követelményei. MSZ 21854-1990.

Makra, L. and Horváth, Sz., 1999: Spatial and temporal characteristics of air quality status over a middle-sized urban area. The 15th International Congress of Biometeorology (ICB'99) and the International Conference on Urban Climatology (ICUC'99), Sydney, Australia. 8-12th November 1999. Proceedings. ISBN 1 86408 543 6

Matzarakis, A., Mayer, H. and Sczepanski, P., 1999: Urban air pollution and forests. In: Air pollution VII. WIT PRESS. Advances in Air Pollution 6, 303-312.

Mayer, H., 1999: Air pollution in cities. *Atmospheric Environment,* 33, 4029-4037.

Pitrik, J., 2000: Change of air pollution load coming from urban traffic at Szeged. The 7th Symposium on Analytical and Environmental Problems. Proceedings. (Galbács, Z., ed), SZAB, Szeged, 170-179. (in Hungarian) ISBN 963 440 081 7

Unger, J., 1997: Some features of the development of an urban heat island. Studia Universitatis Babes-Bolyai, *Geographia,* 42/1-2, 125-131.

CSERNOBIL 15 ÉV UTÁN

Bevezetés

A Föld lakóinak döntő százaléka tudja, hogy mi történt 1986. április 26-án hajnali 1 óra 23 perc 40 másodperckor a csernobili atomerőmű négyes blokkjában, amely ekkor sokszoros emberi mulasztás, felelőtlenség, meggondolatlanság következtében repült a levegőbe, nukleáris felhővel borítva be először a környéket, majd rövid idő alatt szinte egész Európát. A csernobili negyedik blokk üzemszerű leállítását 1986. április 25-ére tervezték, de előtte egy kísérletet akartak elvégezni annak kipróbálására, hogy a turbógenerátorok forgási energiája az erőmű teljes feszültségkimaradása esetén mennyi ideig képes biztosítani a blokk áramellátását. E kísérlet során több hibát is elkövettek, amelyeket már nem tudtak uralni, az abszorbens grafit rudak az aktív zónába estek, amit két robbanás követett, majd beindult a megfékezhetetlen grafittűz. A szovjet vezetés cinikusan, mélységesen hallgatott az eseményről. Csernobil városában és Kievben az emberek a balesetet követő reggelen szokásos tevékenységüket kezdték meg, munkába siettek, a gyermekek iskolába igyekeztek, senki nem tudta, senkit nem tájékoztattak mekkora veszélynek vannak akaratuktól függetlenül is kitéve a szabadban tartózkodók. Az erőmű körüli 30 km-es körzet lakosságának kitelepítése csak 36 órával a robbanás után kezdődött meg. A felelőtlen államvezetés pedig úgy gondolta, ezt az eseményt is el lehet hallgatni, ahogy évtizedek óta sok mást is. A reaktor tűzhöz kivonult tűzoltók tájékozatlanul, felkészületlenül, rutinból, hagyományos tűzként kezelve az eseményt, rövid néhány óra után 28 embert veszítettek az elszenvedett halálos sugárdózis következtében. A robbanás pillanatában 400 ember dolgozott az erőműben, korábban 2 fő a robbanást követően azonnal meghalt. Az igazi dráma azonban csak ezután kezdődött, hiszen a beleset következményeit szinte puszta kézzel, emberi önfeláldozással, önkéntes vállalkozók ezrei tudták csak hosszú idő alatt lokalizálni, a felrobbant reaktort szarkofágba zárni, és ideiglenesen megszüntetni a további környezetszennyezést. Az ideiglenességet azért kell kiemelni, hiszen a mocsaras altalajon a szarkofág rohammunkával összeállított hatalmas vasbeton tömege lassan süllyed, falai repedeznek, belsejében pedig a sebtében bezárt, szétszóródott mintegy 200 tonna hasadóanyag ellenőrizetlen elrendezésben sugároz, melegszik és szintén süllyed, veszélyeztetve a környezet altalaját, talajvíz rendszerét.

A nukleáris biztonság 2000-ben

A 2000. év húsvétját megelőző nagyhéten figyelemreméltó világpolitikai események történtek. Az orosz Duma először a SALT-2 szerződést, majd nagypénteken (2000. 04. 21.) a kísérleti atomfegyver robbantások teljes beszüntetéséről korábban aláírt szerződést ratifikálta. Csernobil árnyéka az aláírók erkölcsi ítéletét nyilván befolyásolta.

A *S*trategic *A*rms *L*imitation *T*alks (*SALT*), a *stratégiai* (hadászati) *fegyverrendszerek korlátozásá*ról folytatott Szovjetunió-USA tárgyalássorozat és az ezek eredményeként létrejött SALT-1, valamint SALT-2 szerződés a korábbi két nagyhatalom viszonyát, a politikai világhelyzetet alapvetően befolyásoló megegyezés. Az 1960-as évek végére a két világhatalom belátta, hogy megközelítőleg egyensúly alakult ki hadászati atomütőerejük tekintetében. A kétoldalú elrettentés megvalósult. Az előkészítő tárgyalások 1969. november 17-én Helsinkiben kezdődtek, majd a tényleges tárgyalásokat 1970. április 16-án Bécsben, *Kurt Waldheim* ENSZ főtitkár nyitotta meg. A SALT-2 megállapodást 1979. július 15-én *Brezsnyev* és *Carter* látta el kézjegyével a bécsi csúcstalálkozójukon. Az afganisztáni szovjet fegyveres beavatkozás megszakította ezt a folyamatot. Időközben a Szovjetunió felbomlott, helyette a katonai vezető szerepet Oroszország vette át, így került sor 2000. április 14-én a Duma részéről a szerződés utólagos jóváhagyására, vagyis a ratifikációra. Ezzel néhány év múlva a két ország egy sokkal alacsonyabb szinten tartja majd fenn atomrobbanófejes rakétarendszereit, kevésbé veszélyeztetve azután az emberiség létbiztonságát.

A nukleáris kísérletek és a nukleáris fegyverek elterjesztésének moratóriuma

A kísérleti atomfegyver robbantások betiltására is hosszú tárgyalássorozat után kerülhetett sor. Moszkvában 1963. október 5-én írták alá az *atomcsend szerződést*, amely október 10-én már hatályba is lépett. A szerződő felek vállalták, hogy a joghatóságuk és ellenőrzésük alatt álló területeken kísérleti célból sem hajtanak végre semminemű olyan nukleáris robbantást, amely radioaktív szennyeződést okozhat a környezetben. A szerződéshez mintegy 120 ország csatlakozott. E szerződést a későbbiekben az aláírók csak részben tartották be, a földalatti robbantásokat azóta is folytatják. Az alá nem író nemzetek (Franciaország, Kína, India) pedig csak a fenti dátum után

kezdték meg légköri nukleáris kísérleteiket.

Az *atomsorompó szerződést* 1968. július 1-jén írták alá Moszkvában az atomfegyverek elterjedésének megakadályozására. Az aláíró felek (Szovjetunió, USA, Nagy Britannia) kötelezték magukat arra, hogy nem adnak át atomfegyvereket és azok előállítására szolgáló berendezéseket olyan államok számára, amelyek ilyenekkel még nem rendelkeznek. A szerződés végrehajtásának ellenőrzése a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség (*I*nternational *A*tomic *E*nergy *A*gency = IAEA) feladata. A felsorolt szerződések alapjaiban érintik az atomhatalmak gazdasági, katonai, politikai viszonyait és érdekeit, így nem csoda, hogy mintegy 30 év kellett a még mindig nem teljes megoldás elfogadásához. E szerződés betartásánál főleg az arab államoknál (elsődlegesen Irakban) találtak az IAEA kiküldött bizottságai atomfegyver előállítására utaló nyomokat.

A szabályozott nukleáris reakció létrehozása óta eltelt évtizedekben az atomipar két irányban fejlődött, egyrészt a hadi-, másrészt a békés felhasználás irányában. Mindkét irányzat veszélyes tevékenységet takar, a baleset lehetősége egyáltalán nem zárható ki a békésnek minősített felhasználások során sem.

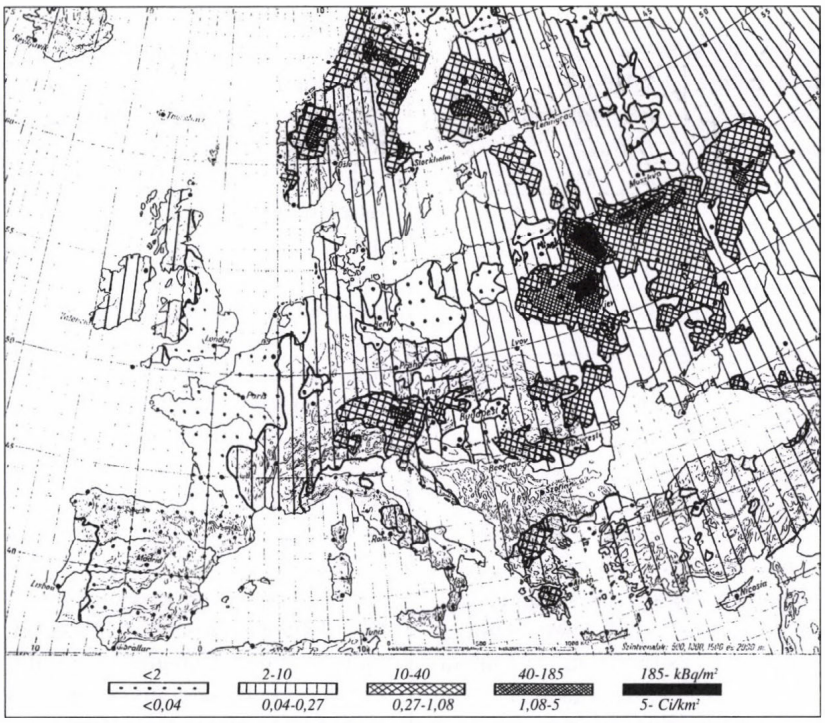
Jelentősebb nukleáris balesetek (1945-99)

A nukleáris biztonság ellenőrzésével és regisztrálásával megbízott IAEA 1999. évi 41/3 BULLETIN-jében összesen 136 jelentősebb (*Major Radiation Accident*) nukleáris balesetet sorol fel, a baleset idejének, helyének, forrásának, dózis értékének, a dózis túlterhelés mértékének (>0,25 Sv* egésztest besugárzás) és a balesettel kapcsolatos halálesetek számának feltüntetésével. A táblázat szerint 28 regisztrált baleset során összesen 103 fő vesztette életét nukleáris esemény következtében, ahol Csernobilban (1986) 28 fő, 1961-ben egy szovjet nukleáris tengeralattjáró balesete során 8 fő és 1996-98 között Costa Ricaban terápiás céllal Cobald-60-nal történt 60%-kal magasabb mértékű besugárzás miatt 13 fő pusztult el. A maradék 106 baleset során elsődlegesen a megengedettnél magasabb besugárzást szenvedett el egy-, vagy több személy. E táblázat természetesen még nem tartalmazza a KURSZK atom-tengeralattjáró balesetét (2000. augusztus 12.), ahol még nem bizonyított a 118 tengerész (egyes adatok szerint 103 fő) halálának valódi oka. Valószínűleg még nagyon sok időnek el kell tellenie, amíg e baleset tényleges lefolyását a nagyközönség is megismerheti. Ha a közölt balesetek számát összehasonlítjuk a jelenleg a Földön működő összesen 437 energiatermelő reaktor egység számával, amely 351.795 MW energiát termel, egyesekben talán nem is tűnik magasnak a nukleáris balesetek és sérültek száma. Azon felül, hogy minden egyes ember megismételhetetlen érték és elvesztése tragédia, nem szabad megfeledkezni a halálos dózisnál alacsonyabb besugárzást elszenvedettekről sem, akik száma néhány esetben igen jelentős lehet. Gondoljunk csak Hirosima (1945.08.06-án 70-80.000 ember azonnal meghalt és azóta is évente számosan) és Nagaszaki (1945.08.09-én 36.000 halott és 40.000 sebesült) közvetlen és közvetett sebesültjeire, áldozataira. Az IAEA táblázat a háborús veszteségeket nem tartalmazza, mivel ezek nem ipari, vagy terápiás baleset áldozatai. A csernobili baleset sugársérültjeit differenciáltan célszerű kezelni a jobb megértés érdekében. Csernobillal kapcsolatban számos tudatosan vagy tudatlanul félreértelmezett vélekedés van jelen a társadalomban.

A csernobili baleset rövidebb- és hosszú távú kihatásai

1996 áprilisában a csernobili események után pontosan tíz évvel az IAEA Bécsben, hat másik ENSZ szervezettel közösen, az Osztrák Konferencia Központban, Csernobil Konferenciát rendezett *One Decade after Chernobyl: Summing up the Consequences of the Accident* címmel, ahová több mint 800 szakértő érkezett 71 államból és 20 nemzetközi szervezettől. Az eseményeket 200 újságíró követte figyelemmel. A csernobili események következményeit az alábbi szempontokból értékelték.

1) Radioaktív ülepedés (fallout) kérdései. A balesetet követően *10^{19} Becquerel* aktivitás szabadult ki az ellenőrzés alól. Ezen belül két elem, a *jód* és a *cézium* volt jelen döntő mennyiségben. A kezdeti időben a J-131 volt a jelentős, amely rövid (8 napos) felezési idejű izotóp. A radiojód főleg a baleset helyéhez közeli területeken volt található a légkörben, ahol az emberekben, a pajzsmirigyben dúsult fel és okozott jelentős besugárzást, főleg gyermekeknél, akik pajzsmirigye relatíve kisebb, így hamarabb telítődhet. A baleset során *10^{18} Becquerel J-131* szabadult ki. A jód izotóp vagy belélegzéssel, vagy szennyezett élelmiszerekkel (tej, zöldségek) kerülhet be az emberi szervezetbe. A kiszabadult radioaktív cézium, amelyen belül a *Cs-137* hosszú, mintegy 30 év felezési idejű izotóp *10^{17} Becquerel* mennyiségben jutott a légkörön át szállítva nagy távolságokra, főleg Európában és – kicsi, de mérhető mennyiségben – az egész északi hemiszférában. A talajon leülepedett cézium hosszú időn át a teljes emberi testet folyamatosan besugározza. Az *1. ábrán* szereplő térképen az 1986. május 10-ére normalizált teljes Cs-137 ülepedés (contamination) eloszlását láthatjuk az európai térségben. A térkép az EUR 16733



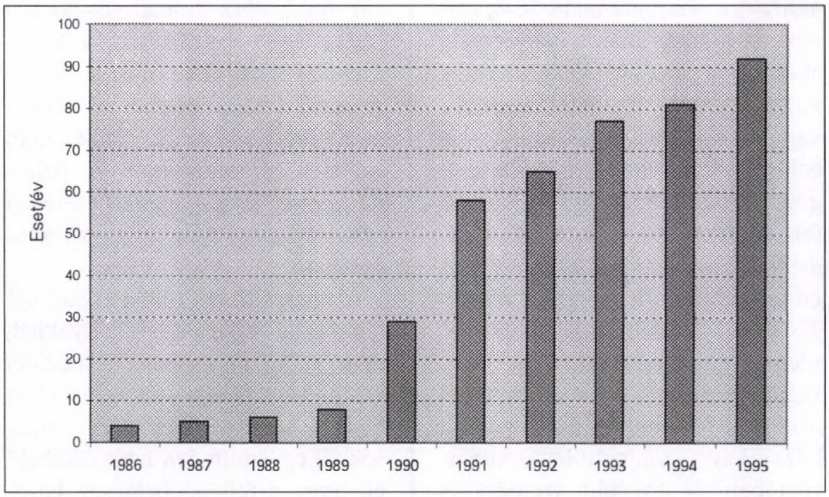
1.ábra: A csernobili atomerőmű baleset következtében Európában szétszóródott cézium-137 izotóp ülepedése 1986. május 10-ére számítva. (Az EUR 16733 reportból). (A térképen fehéren – jelzés nélkül – maradt területekről adat nem áll rendelkezésre).

Report, (Luxemburg, 1996.) kiadvány adatait tartalmazza. A térkép az egyes országok mérési aktivitását is tükrözi, Izland, Portugália, Jugoszlávia, Szicília, Törökország, a Közel-keleti arab országok és a Szovjetunió Uralon túli területeiről nincs adat, e területek szakemberei nyilván nem mérték fel kellőképpen a szennyeződés lehetőségét.

2) A sugárdózis mértéke. A radioaktív anyagok kiszabadulásának számos közvetlen következménye volt a Csernobili Atomerőmű környezetére és az ökoszisztémára. A sugárzási károk jól korreláltak a kapott sugárdózissal, mind a népességnél, mind pedig az élővilágban. A népesség egyedei által elnyelt dózist *sievert*-ben fejezik ki, természetes környezetben a *népességet érő éves dózis értéke 2,4 mSv*. A baleset alkalmával jelenlévő dolgozók és mindazok, akik segédkeztek a baleset következményeinek megszüntetésénél - őket *likvidátoroknak* nevezték - igen magas sugárdózist kaptak, *több ezer mSv-t* is és sugárbetegséget* (klinikai sugár szindrómát) szenvedtek el. Ahogyan már említettük, 28 fő halt meg rövid idő alatt sugárbetegségben. Több mint 100.000 személyt telepítettek ki a szennyezett területről, akik szintén kaphattak különböző mértékű, kisebb-nagyobb sugárdózist. A *2. ábrán* az 1986-1995 közötti években, Belorussziában az egyre növekvő számú gyermek pajzsmirigy rákos betegek halmozódása szerepel. Az idézett jelentésben a 15 évnél fiatalabb gyermekeknél több mint 800 esetet mutat be a grafikon. A helyi ökoszisztémában a kapott dózissal más kapcsolatok mutatkoztak.

3) Környezeti károk. Halálos dózist (*lethal radiational dosis*) tapasztaltak számos sugárérzékeny helyi ökorendszerben a baleset néhány kilométeres körzetén belül, különösen a tobozos fáknál és az égerfajtáknál. E környezetben a mérhető dózis néhány hónap után határozott csökkenést mutatott és végül az ökoszisztéma helyreállt (*I. táblázat.*)

A környezeti szennyezés mellékhatása volt a szennyezett területeken termelt élelmiszerek radioaktív szennyeződése. A baleset után a kulcsfontosságú élelmiszereknél a maximális szint túllépte a *Codex Alimentarius* (törvényes magyar nevén: *Élelmiszer Könyv,* a FAO és a WHO közös kiadványa, amelyben szabályozták a nemzetközi kereskedelemben forgalmazható élelmiszerek radioaktivitás szintjét is) megszabta értékeket, azonban a nagy kollektív gazdaságok által termelt élelmiszerek nem lépték túl ezt a határt. Kivétel volt a vadon termő élelmiszerek csoportja - mint a gombák, bogyós gyümölcsök, vadhúsok - amelyek a nagyon szennyezett területek erdeiből származtak és még néhány európai tóból származó halféle haladta meg a



2. ábra: Pajzsmirigyrákos esetek halmozódása Fehéroroszországban

I. táblázat. Az 1986. áprilisi csernobili baleset során az európai környezetbe kikerült radioaktív anyagok mennyisége és várható csökkenése

Radionuklid	*1986-ban kiszabadult (PBq*)*	*1996-os szint (PBq)*	*2056-os várható szint (PBq)*
J-131	*200-1700*	*0*	*0*
Sr-90	*8*	*6*	*1,5*
Cs-134	*44-48*	*1,6*	*0*
Cs-137	*74-85*	*68*	*17*
Pu-238	*0,03*	*0,03*	*0,02*
Pu-239	*0,03*	*0,03*	*0,03*
Pu-240	*0,044*	*0,044*	*0,03*
Pu-241	*5,9*	*0,08*	*0,2*
*Am-241***	*0,005*	*0,08*	*0,2*

*(*egy peta bequerel = 1 PB q = 10^{15} Bq*)*

*(**Az americium-241 koncentrációja a leányelemei feldúsulása miatt növekszik idővel.)*

Codex szintjét. A fentieken felül fontos szempont volt az egyes személyek szennyeződésének ellenőrzése (egésztest számlálóval) a mezőgazdasági termékek rendszeres ellenőrző mérésén felül.

4) Egészségügyi hatások.

Az erőmű balesete következtében előálló egészségügyi hatásokat két szempontból lehet tárgyalni. Egyrészt, mint *klinikailag megfigyelhető hatások*at, másrészt a *hosszú távú hatások*at.

A népesség azon száma, amely a Csernobili Erőmű balesete következtében klinikailag megfigyelhető hatásokat szenvedett el, a sérült személyek egyéni tulajdonságainak, reagálóképességének következtében relatíve alacsony volt, a baleset méreteihez viszonyítva. A *klinikailag megfigyelhető egészségi hatásokat elszenvedettek csoportjá*ba tartoznak azok a személyek, akik igen jelentős sugárzásnak voltak kitéve (félhalálos dózis, vagy nagyobb sugárzásnak). A baleset során jelenlévő összes dolgozóból *237 személy*ről lehetett feltételezni, hogy *klinikai szindrómát szenvedett el a besugárzástól* és ők kórházi megfigyelésre is kerültek. Közülük 134 személyen diagnosztizáltak akut sugárszindrómát. E csoportból rövid időn belül 28 meghalt közvetlen sugársérülés következtében (3 további személy is meghalt a baleset idején, kettő robbanási ok miatt, egy pedig szívtrombózis következtében). Néhány évvel a baleset után további 14 személy halt meg ebből a felügyelt csoportból, azonban ezeket az elhalálozásokat nem tudták közvetlenül bizonyíthatóan összekapcsolni az elszenvedett sugárdózissal. E baleseti helyzetben a pajzsmirigyhatások természetes következménynek számítanak. Az 1995. év végéig *Belorussziából több mint 800 pajzsmirigy rákos esetet jelentettek gyermekeknél.* Úgyszintén voltak pajzsmirigy megbetegedések Ukrajnában és Oroszországban is. A pajzsmirigy ráknál lehetséges, hogy annak oka nem csak sugárzási okra vezethető vissza, azonban a felsorolt és jelzett személyek mind kapcsolatosak voltak a baleset sugárzási hatásával. Az *2. ábra* drámai növekedést jelez, az egyébként véletlen eseményekkel nem magyarázható ritka ráktípusnál és ez a növekedés nem folytatódott az 1986 után született gyermekeknél. A pajzsmirigyrák korai diagnózis esetében nem végzetes, gyógyítható és felügyelhető.

A *hosszú távú egészségi hatások* léphetnek fel azon személyeknél, akik az előző csoport egyedeinél kisebb sugárdózist szenvedtek el. A hosszú távú egészségügyi hatásoknál egyértelműen nem dönthető el, hogy a fellépő betegség besugárzás, vagy örökletes hatások következménye-e. Csernobil során ez az eredmény sok megfigyelőt meglepett, főleg az egésztest besugárzást kapott lakosságnál. Meglepte a kutatókat, hogy a *likvidátoroknál* az elméletileg várt leukémiás esetszám növekedés nem következett be. Lehetséges, hogy a dózis a jelzettnél alacsonyabb volt, de feltételezhető volt az is, hogy a korábbi vizsgálatok eredményei nem voltak megfelelőek. Likvidátornak nevezték azokat az önkénteseket, vagy sorkatonákat, akiket egyetlen munkafázisra alkalmaztak, mégpedig egyetlen lapáttal, mintegy 1,5-2 perces futás közben gyűjtötték be a felrobbant reaktor széthullott elemeit, belökték a reaktorba, majd visszarohantak induló helyükre, majd személyi ellenőrzés után végleg elhagyták a veszélyes körzetet. E munka egyértelműen öngyilkos jellegű volt, mégis a várt hatásnál alacsonyabb volt az egészségi károsodás. Mintegy 200.000 likvidátor dolgozott az erőművön 1986-87-ben.

5) Szociális és más befolyások.

A csernobili baleset társadalmi, gazdasági, szervezeti és politikai hatásaiból fontos és sokoldalú következtetéseket lehetett levonni. A három elsődlegesen és legsúlyosabban érintett országban – Belorusszia, Oroszország és Ukrajna – a katasztrófa gazdasági és társadalmi hatásában tragikusnak bizonyult. A baleset során először 116.000 főt, majd 1990 és 1995 között további 210.000 személyt telepítettek át. Egy új várost, *Szlávutis*-t kellett felépíteni, az erőmű további üzemeltetéséhez és a rombolások megszüntetéséhez. Teljes falvakat fertőtleníteni kellett, ugyanott hatalmas munkát jelentett új infrastruktúra (gáz-, vízhálózat) létesítése. Újra kellett indítani a szervezett életet és a gazdaságot is az érintett területeken. A mezőgazdaság és az erdészet hatalmas veszteségeit pótolni kellett. Kompenzálni kellett a gazdaságokat

a megsemmisített terményért, állatállományért. El kellett látni a korábbi tevékenységüket elvesztett embereket életük folytatásához. Meg kellett szervezni a teljes körű sugárzásellenőrzést az egészségügyben, export-importban, közlekedésben. Küzdeni kellett a szélsőséges lélektani hatások ellen (stressz, szorongás, „hősmentalitás", stb.). Jelentős demográfiai változások léptek fel, csökkent a fiatalok száma a körzetben, nagyfokú migráció indult meg. A Szovjetunió teljes közvetlen kiadása 1986-91. között a baleset elhárítására meghaladta a 23.000 millió rubelt. A belorusz elnöki jelentés szerint az állam vesztesége a csernobili baleset miatt, mintegy 32 évi teljes állami költségvetését tette ki. Ez az összeg a Szovjetunió éves költségvetésének 20-25%-át jelentette.

6) Nukleáris biztonsági kérdések

Mind a nyilvánosság, mind pedig a felelős hatóságok részéről felmerülő kérdés, hogy a Csernobil-típusú reaktorok jelenleg mennyire biztonságosak? Csernobilban és a volt Szovjetunió területén 15 darab RBMK-1000 típusú reaktor épült és részben üzemel. E típus elsődlegesen nem energiatermelésre lett tervezve, rendszere nem zárt tartályú, mint a nyugati típusok, céljuk kezdetben főleg plutónium termelés volt. E típusnál a csernobilihez hasonló baleset ismétlődése nagy valószínűséggel elutasítható, mivel éppen a tanulságok figyelembevételével a biztonságot javították. A biztonság elkülönített kérdését foglalja magában a baleset után a szarkofágba zárt hulladék kérdése. A szarkofágot 30 év élettartamra tervezték, ez alatt biztosítania kell állapotának épségét. Ha a szarkofág drasztikus sérülése (összeomlás) következne be, e ténynek széleskörű, nagykiterjedésű kihatásai lennének, így erre gondolni sem szabad. Csernobilban jelenleg az elsőrendű fontosságú biztonsági követelmény a szarkofág biztonságának megőrzése. Különösen nagy gondot okozna, ha a szarkofágba zárt fűtőanyag tömeg vízzel érintkezne. A víz szarkofágba jutásának megakadályozása tehát elsőrendűen fontos biztonsági követelmény.

Requiem Csernobilért.

A tervezés során egy atomerőművet általában 30 éves üzemelésre készítik elő. Ez után az idő után az erőművet le kell állítani és az előre meghatározott technológiai előírások betartásával szét kell szerelni. Az üzemelés szélsőséges körülményei miatt 30 év alatt a reaktor tartály és egyéb létfontosságú egységek oly mértékben elhasználódnak, hogy a rendszer zártsága már nem biztosítható. A hosszú üzemidő alatt egyes alkotórészek felaktiválódhatnak, idegen anyagok kerülhetnek a reaktortérbe, illetve közelébe, amelyek azután ellenőrizhetetlenül viselkedhetnek. A csernobili 4. sz. reaktorblokk - mint ismeretes - 1986. április 26-án állt le. A 2. sz. reaktorblokkot 1991-ben tűzeset miatt kellett leállítani. Az 1. blokkot 1996-ban kapcsolták ki, szintén meghibásodás miatt. A legutóbbi ideig már csak a 3. sz. blokk üzemelt, mintegy 10.000 fő kiszolgáló személyzet segítségével. A 3. sz. blokkot az utolsó félévben az Ukrán Kormány már csak politikai nyomásként tartotta üzemben, így kényszerítve a Nyugatot, hogy anyagilag segítse a *rivnai* és *hmelnickiji* atomerőművek befejezését, amelyek a Csernobili Erőmű szerepét vannak hivatva átvenni. Az Európai Újjáépítési és Fejlesztési Bank a megítélt 250 millió euró értékű kölcsönt csak akkor utalja át Ukrajnának, ha az véglegesen bezárja Csernobilt. Az Európai Unió és az USA is több millió dollár segélyt ajánlott fel, ha leállítják az utolsó reaktort is. 2000. novemberétől a csernobili 3. blokk már nem termelt áramot, a távvezeték rendszerében fellépett igen jelentős meghibásodás miatt. Végül *Kucsma* államfő rákényszerült a végző döntésre, *2000. december 15-én déli 12 órakor*, hivatalos pravoszláv gyászmisét követően *véglegesen leállították a csernobili 3. sz. blokkot is*, ezzel végetért a rossz hírű, vagy hírhedt Csernobili Atomerőmű működése, örök időkre gyászt, könnyeket, bajt hagyva maga után. A csernobili történet sajnos e gesztussal még nem ért véget, hiszen az egész monstrumot, beleértve a szarkofágot is, szét kell szerelni, és ártalmatlanítani kell a volt erőmű teljes környezetét. Az emberiségnek ez az erőmű nagy tanulságokkal és hihetetlen összegű anyagi áldozatokkal is szolgált, az emberáldozatokon felül, és fog még a jövőben is szolgálni.

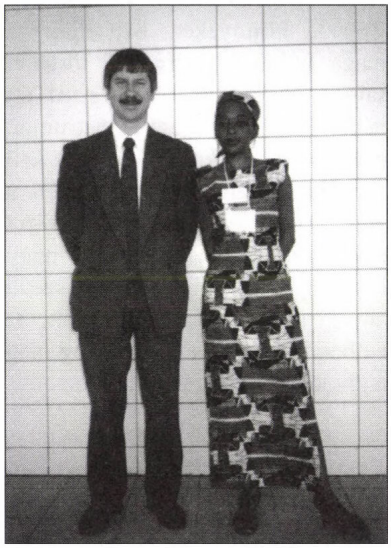
Hazai intézkedések

A csernobili baleset Magyarországot is váratlanul érte. A korábbi hazai nukleáris balesetelhárítási szabályozások elsődlegesen egy esetleges korlátozott kiterjedésű, nukleáris fegyverekkel is vívott háború hatásainak csökkentésére irányultak. Mindenki meg volt győződve, hogy szélsőséges külső behatások nélkül (terrorizmus, földrengés, háború, stb.) az atomerőművek meghibásodása kézbentartható folyamatot eredményez. Csernobil azonban megcáfolta ezt a feltételezést. igaz, hogy emberi felelőtlenség okozta a tragédiát, aminek tanulságaként a jövőben hasonló esemény előfordulása nem valószínű. Mindezek ellenére a Kormányzat hathatósan felkészült bármiféle ipari, vagy természeti katasztrófa hatásainak csökkentésére, létrehozva az önálló katasztrófavédelmi szervezetét.

Dr. Simon Antal

KÖRNYEZETVÉDELMI KONFERENCIA BURKINA FASOBAN

A magaslégköri ózonréteget károsító anyagok szabályozására hozott nemzetközi összefogás eredményezte a Montreali Jegyzőkönyv



A szerző a rendezők egyikével

aláírását 1987-ben. Mostanáig 175 ország ratifikálta, őket hívjuk részes feleknek. A részesek évente tartanak tanácskozást, ahol értékelik az eddigi intézkedések hatását, s ha szükséges, újabbak bevezetését kezdeményezik. A soron következő konferencia helyszínét a felek jelentkezése alapján maguk a részesek választják ki.

A legutóbbi, 12. konferenciára Burkina Faso fővárosában, Ouagadougouban került sor 2000 decemberében. A környezetvédelmi miniszter kijelölése alapján, a külügyminiszter megbízó levelével vettem részt a magyar kormány képviseletében a rendezvényen, amit Burkina Faso környezetvédelmi és vízügyi minisztere nyitott meg. Országuk függetlenné válásának 40. évfordulójára vállalták el a rendezést, hogy ezzel magukra irányítsák a figyelmet. Elmondta, hogy olyan komoly környezeti problémákkal kell megküzdeniük, mint a talajok pusztulása és az elsivatagosodás. A konferencián a legjelentősebb javaslatot az Európai Unió tette. Sürgette, hogy a fejlődő országok HCFC (klórozott-fluorozott szénhidrogének, a halonok és a kemény freonok [CFC-k] átmeneti helyettesítésére forgalomba hozott, azoknál jóval kisebb ózonbontó képességű vegyületek) kiváltási ütemezését gyorsítsák fel. Hivatkoztak arra az öt évvel korábbi megállapodásra, mely szerint mostanra felül kell vizsgálni az ütemezést, amely csak 2040-re teszi a HCFC-k teljes tiltását. Csak Norvégia állt az EU javaslata mellé. A fejlődők azonnal hevesen tiltakoztak. Szerintük veszélybe kerül a CFC kiváltás, a HCFC-re való áttérés nem térül meg az ipar számára. John Máté (magyar származású, Kanadában élő zöld aktivista) a Greenpeace nevében környezetvédelmi és kereskedelmi érvekkel is próbálta meggyőzni a fejlődőket a HCFC-k kiváltásának szükségességéről. Beszámolt több világcég kezdeményezéséről is, amelyek 2004-től nem gyártanak és nem használnak CFC-t és HCFC-t a hűtőberendezésekhez. Akciót sürgetett a CFC-s hűtők fejlődő országokból való importja ellen is.

A konferencia előkészítő, szakértői szakaszát követte a miniszteriális, vagy magas szintű szakasz. Ezt a szakaszt komoly biztonsági intézkedések vezették be, mert részt vett Blaise Compaore, Burkina Faso elnöke, akinek bejövetelekor a küldötteknek fel kellett állniuk, s tapssal köszönteniük a vezetőt. Az 50-es évek pártkongresszusaira hasonlított a helyzet. Beszédében újra hangsúlyozta az elsivatagosodás veszélyét, de megerősítette, hogy a nagy szegénység ellenére igyekeznek hozzájárulni a globális környezet védelméhez. Utána Klaus Töpfer, a UNEP (ENSZ Környezeti Programja) igazgatója beszélt. Megköszönte a donor országok hozzájárulását a konferencia rendezéséhez, s kiemelte a HFC-k (az ózonréteget nem károsító, de nagy üvegházhatású szénhidrogének) kezelésének és megoldásának bonyolult, sokoldalú mivoltát, s a Montreali és Kiotói Jegyzőkönyvek kapcsolatát.

Kanada jelentette, hogy felmérésük szerint a hexaklór-butadién ózonkárosító anyag, ózonbontó képessége 0,07, s az OECD országokban 10 000 tonnánál többet termelnek belőle évente. Van der Leun, a Környezeti Hatások Értékelési Paneljének társelnöke megalapozottnak találta a kanadai eredményeket. Bemutatta azt is, hogy az éghajlat változása és a magaslégköri ózon csökkenése együttesen oda vezet, hogy növekszik a maláriás területek nagysága, mert a betegséget terjesztő szúnyogok élettere a magasabb szélességek felé terjed.

Nem véletlen, hogy a fejlődő országok közül Chile a legaktívabb. Sürgeti az országokat, hogy ratifikálják a Montreali Jegyzőkönyvet és módosításait, hiszen országukban már olyan erős az UV-B sugárzás szintje, hogy 7 perc alatt leég a napon tartózkodó ember.

A szakmai rész rövid ismertetése után beszámolok az utazás személyes tapasztalatairól, s hogy milyennek láttam ezt az egzotikusnak tűnő országot.

Burkina Faso Nyugat-Afrikában fekszik, területe 274 200 km², államformája köztársaság. Lakóinak száma az utóbbi évtizedekben jelentősen emelkedett, 1998-as adat szerint 9,49 millióan lakják. A népsűrűsége 34,6 fő/km². A lakosságot alkotó, zömében szudáni néger népek összetétele 48% moszi, 10%



Baobabfa és keselyűk

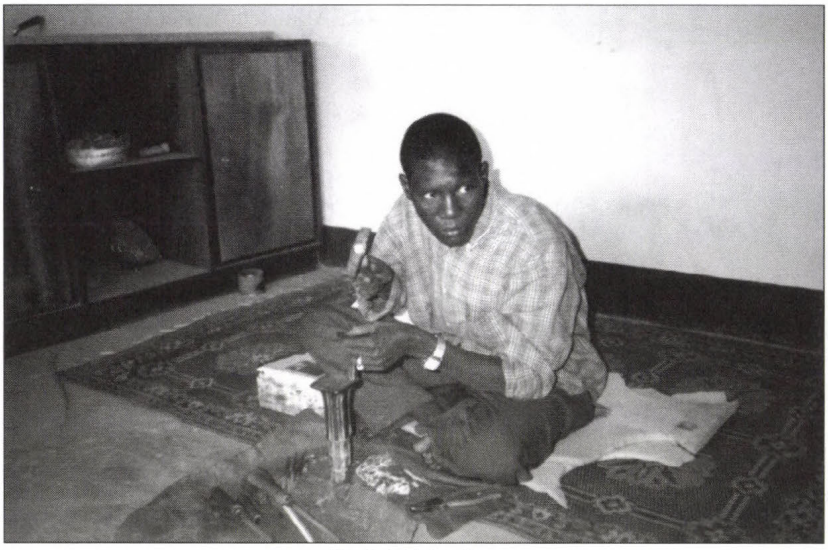
fulbe, 7% lobi, 7% mandinka, 7% bob, gurma és elenyésző számban franciák. Hivatalos nyelve a francia. A bennszülöttek beszélt 60 nyelve közül a legfontosabbak a mooré, dioula és a fulfuldé. A vallás területén átrendeződés figyelhető meg az utolsó 30 év során. Az időszak kezdetén a lakosság 76%-a tartozott a törzsi kultuszok hívei közé, mára ez az arány 60%-ra csökkent. A mohamedánok aránya 19%-ról 30%-ra emelkedett, a kereszténységé 5%-ról 10%-ra.

Az ország felszíne 300-500 m magas, hullámos domb- és sík vidék. Legmagasabb pontja 749 m. Legjelentősebb folyói a Fehér-Volta és a Fekete-Volta felső szakaszai. Éghajlata túlnyomórészt trópusi szavanna, amit észak felé sztyepp vált fel. Jellegzetes fái az akáciák és az olajpálmák, de néhány, nálunk csak szobanövényként ismert faj, mint pl. a fikusz is tekintélyes fává növekedik. Az esős évszak májustól szeptemberig tart, ekkor hullik le a déli területeken kb. 1100 mm csapadék, ami észak felé haladva 500 mm-re csökken. Ezt követi a száraz, meleg téli időszak. December első felében jártam a fővárosban, amikor a reggeli minimum 17-18 °C, a napi maximum 31-32 °C volt. Csapadék egyáltalán nem esett már egy jó ideje. Mindent finom, vörösbarna por lepett s a vegetáció mindenütt víz után kiáltott. A legforróbb évszak azonban a márciustól májusig terjedő tavasz, amikor 40 °C-ra melegszik fel napközben a levegő, s eső csak májustól enyhíti a forróságot.

Az ország mai területén már a középkorban kialakultak a moszik és más népek vallási-feudális alapon szervezett királyságai. Az európai behatolás a XIX. század elején kezdődött. Franciák, angolok és németek versenyeztek az ország elfoglalásáért. Ez végül a franciáknak sikerült. Az ország 1896-1904 között francia katonai terület. Utána Szenegál és Niger területéhez csatolt francia gyarmat. 1919-től Felső-Volta néven önálló közigazgatási egység. 1932-ben ismét szétosztották a szomszédos Francia Szudán (a mai Mali), Niger és Elefántcsontpart között. 1947-ben, a Mogho-Naba Kom által vezetett népi nyomásra újból külön gyarmati egységgé vált. Felső-Volta az 1946-ban alakított Francia Közösség tagjává vált. 1958. december 11-én kiáltották ki a köztársaságot, amely 1960. augusztus 5-én vált függetlenné.

Az ország utolsó négy évtizedének történelmét a politikai instabilitás jellemzi. 40 év alatt négy alkotmányos és hat katonai rendszert ért meg. Csak az első államelnök, Maurice Yameogo volt civil. 1984. augusztus 4-én a forradalmuk első évfordulóján adták az országnak a Burkina Faso új nevet, ami „becsületes emberek földjét" jelent mooré és dioula nyelven. 1991. június 2-án a politikai instabilitás véget ért a parlamenti demokráciát hozó negyedik alkotmánynak köszönhetően. A mostani államelnök konferencia részvételét biztosító hatalmas rendőri és katonai készültség azonban azt sugallta, hogy nem mindenki kedvelheti az elnök urat.

Burkina Faso elmaradott agrár ország, Afrika egyik legszegényebbike. Az egy főre jutó GNP 290 USD/fő, ami közel huszadrésze a magyar értéknek. A társadalmi össztermék ágazati megoszlásában a mezőgazdaság 41%-ot, az ipar csak 17%-ot képvisel, a többi a szolgáltatás. A földterület legnagyobb része, 50,2% legelő, a szántó 20,6%-ot, az erdők 12,8%-ot tesznek ki. Kölest, gyapotot, cukornádat, földimogyorót, kukoricát, rizst és édesburgonyát termesztenek rendkívül primitív módon. Öntözéses művelést egy helyen láttam. A főváros vízellátását biztosító víztározó melletti kiskerteket locsolták kamasz fiúk. Két-két locsolókannát megmerítettek a vízből, majd kilocsolták az ágyásokra. Azok szépen zöldelltek is. A város környéki szántókon azonban nem tudtam felfedezni a termesztés nyomait. Több helyen lehetett látni asszonyokat derékszögben meghajolva a föld felé hosszasan, munkájuk célja azonban ismeretlen maradt számomra. Néha kisgyerekek sovány teheneket hajtottak a földeken, de hogy azok mit legelhettek, nem tudom, mert száraz kóró sem látszott. Mezőgazdaságuk fő ága az állattenyésztés. Félnomád viszonyok között szarvasmarhát, juhot és kecskét tenyésztenek. A lakosság 86%-a a mezőgazdaságban dolgozik. Az export bevételek 80%-át ez az ágazat adja. Legfőbb export cikkeik



Egy helyi kézműves

a zöldség, gyümölcs, gyapot, földimogyoró és szezám.

Jellegzetes vadon élő állatok Burkina Fasoban az antilopok (kikészített bőrük a tam-tam dobok alkatrésze), néhány fajta majom (pl. mandrill) és a karvalykeselyűk. E dögevő madarak már úgy hozzászoktak a városi élethez, mint nálunk a verebek, galambok vagy a feketerigók. A 2. képen látható baobabfa a szállodám közelében magasodott. Ez a fa szolgált a környék keselyűinek tanyájául. Innen szálltak fel az égbe körözni, vagy jöttek egészen a konyhaajtóig maradékokat keresgélve. A főváros több pontján, ahol valamilyen szabadtéri kifőzés folyt, ott ólálkodtak, vagy a lacikonyha fölött lévő vezetéken (amely jól behajlott nagy testük alatt) várták a jó szerencsét. A helyiek mesélték, hogy egyes távolabbi falvakban a krokodilok olyan békések, hogy a gyerekek lovagolnak a hátukon. Csak az éhes krokodil veszélyes szerintük. A nemzeti parkokban nagyobb vadak, mint például az elefántok is élnek.

Az ország jelentős mangán, cink és mészkőkészleteit még nem kezdték el kiaknázni. Az amerikai, kanadai, dél-afrikai kézben levő mintegy 200 aranybányájában több mint 75 000 ember dolgozik kézzel, rendkívül nehéz és veszélyes körülmények között. Évi termelésük egy tonna arany. Egyetlen ipari terméküket volt szerencsém látni és kipróbálni, az a sör. Teljesen megfelelőnek bizonyult, s egy árba került az ásványvízzel (nem a sör olcsó, hanem az ásványvíz drága, másfél liter kb. 700 forint). Ezen kívül csak a kézművesipar jellemző. A ruhákat, kalapokat, kovácsolt termékeket, tam-tam dobokat és más hangszereket, bőrdíszműveket, ékszereket a hagyományos módon készítik. A fazekasoknak azonban már villanymotorral hajtott korongjuk van. Arról, hogy ügyes kezűek, személyesen is meggyőződhettem. A hazautazás előtti csomagolásnál vettem észre, hogy a gyöngyvászonból készült bőröndöm egyik sarka mintegy 25 cm hosszan kiszakadt. A szálloda előtt dolgozó cipőpucoló fiú varrta meg tíz perc alatt olyan szépen, hogy egy bőröndjavítónak is becsületére válna.

Az ország vasútvonalainak hossza mindössze 622 km. A közutak hossza 13 117 km, ennek csak kisebb része szilárd burkolatú. A fővárosban sem túl jelentős még a gépjárművek száma, nem jellemzőek a forgalmi dugók. Helyi tömegközlekedési eszközként csak a taxik állnak rendelkezésre. Sokan járnak kerékpárral és szamárfogaton. A szamarak kisebb méretűek, mint Magyarországon, ennek megfelelően az általuk húzott kocsi is. A legtöbben azonban gyalog járnak, néha jelentős terhet cipelve a fejükön. Egy középkorú nő kb. 60 kg tűzifát vitt a fején; ez volt a legsúlyosabb rakomány, amit láttam.

Nagyjából az ország közepén fekszik Ouagadougou, a főváros. Lakóinak száma egy millió körül mozog, de rendkívüli (10%/év) ütemben emelkedik. Csak a főbb utak szilárd burkolatúak. Víz és villanyvezeték van, s többnyire működött is. Az utak mentén – az egykori lengyel, KGST és kínai piacokat túllicitálva – mindent árulnak: dinnyét, banánt, üvegekbe töltött motorolajat, tűzifát, bútorokat, CD-t, ékszereket, faragott maszkokat. A fehér emberre természetesen megpróbáltak valamit rásózni. A város lényegében egy óriásra nőtt falu. Kevés emeletes ház épült. Főleg földszintes, szárított agyagból készült, nyomorúságosnak tűnő épületekben laknak. A nagy szegénység ellenére viszont az emberek nem tűnnek boldogtalannak.

A vidéki emberek kerek alakú, szénából épített, zsúpfedeles kunyhókban élnek. Az alapanyagot az embermagasságúra növő, erős szárú fű biztosítja. Tanyaközpontszerű elrendezésben több család alkot egy közösséget, ahol együtt élnek a generációk. A kunyhók körül juhok, szamarak, kecskék legelésznek.

Európából három légitársaság indít járatokat Burkina Faso fővárosába. A SABENA, a belga légitársaság Brüsszelből induló járata a legdrágább. Az Air France Párizsból indul, fele annyiba kerül, mint az előző, de oda-vissza leszáll Bamakoban is, ezért elég hosszú az út. Most az járt jól, aki az Air Afrique-ot választotta, mert az közvetlen járat Párizsból, pontosan érkezett és senkinek nem veszett el a csomagja. Az Air France utasainak mintegy felének nem érkezett meg aznap a poggyásza.

Nekem sem, pedig Párizsban négy óra volt átszállásra. Ez kiábrándító érzés és hosszas sorban állást is jelentett, amíg mindenki hivatalosan jelezte a hiányt. Másnap e miatt ismét a reptér meglátogatása volt a fő attrakció. A vízum helyszíni beszerzése miatt ugyanis az útlevelemet elvették, s így nem nagyon mozoghattam. Nekem másnapra megérkezett a bőröndöm (mint később kiderült, sérülten), de néhány küldöttnek csak két nap múlva. Így volt, aki szafári felszerelésben jelent meg a konferencián.

Aki hasonló utazásra szánja el magát, annak a trópusi betegségek kivédése érdekében számos intézkedést kell tenni. A sárgaláz elleni védőoltás kötelező, tífusz és agyhártya-gyulladás ellen pedig ajánlott. Ajánlott továbbá a kolera és a malária elleni orvosság szedése. Hogy ezeket komolyan kell venni, azt jelzi, hogy az egyik finn résztvevőn hazatérése után jelentkeztek a malária tünetei. Csak palackos ital fogyasztása javallt.

Mindent mérlegre téve érdekes és tanulságos egy ilyen távoli ország meglátogatása. Örömteli a hazaérkezés is persze, s itthon megállapítható, hogy Árpád apánk vezethette volna rosszabb helyre is népét annak idején.

Tóth Róbert

A néphit meg az időjárás

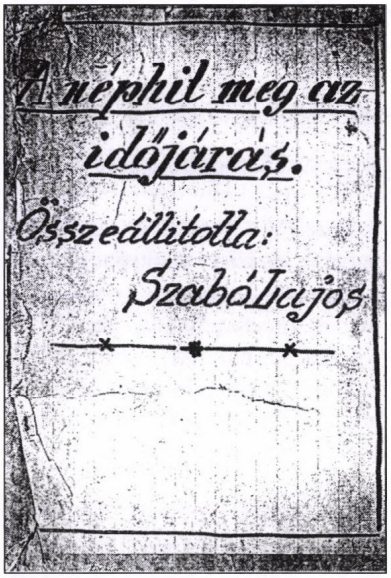
Összeállította: Szabó Lajos

1954 februárjában kaptam egy csomagot *Szabó Lajos Kisköre* 768 számmal. A csomag 300 A/5-ös lapon kézírással néphit gyűjteményt tartalmaz. Akkor sem az időpont sem a téma nem volt alkalmas vizsgálódásra, így a könyvtárba lett süllyesztve. Most 45 év múltával jutott kezembe a kézirat.

1997 februárjában Kisköre nagyközség polgármesteri hivatalához fordultam, majd Kisköre római katolikus plébánia hivatalához, de pontos adatot Szabó Lajosról nem tudtak adni. Kisköre 768-as szám postafiókot jelentett. Ezek szerint nevezett szerzőről nincs adatunk, hogy mikor született, meddig élt és hol, semmit sem tudunk.

Szabó Lajos közölte levelében, hogy az általa elérhető több mint ötven forrásmű áttanulmányozása alapján két és fél év alatt összegyűjtött ezernél több, a nép által észlelt az időjárásra vonatkozó megfigyelést. Ezeket rendszerbe foglalta és feldolgozta. Levelében említést tesz Krúdy Gyula íróval való találkozásáról. Említi, hogy a London szálló söntésében, ahová a Pesti Hírlap írógárdája járt, találkozott az íróval, aki a következő megjegyzést tette: „Hallom, hogy Te is irogatsz és dolgozol a lapoknak. Adnék egy jótanácsot: ne írj okos tudományos cikkeket, mennél nagyobb butaságot ír az ember, annál nagyobb keletje van, annál jobban veszik. Én például egy regényemmel sem kerestem annyit, mint ezzel a buta „Álmos könyvemmel". (Az Álmoskönyvet egyébként már többször kiadták.)

Szabó Lajos kézirata a 300 A/5-



ös lapon tanulságos, érdekes nagy munka gyűjtése. Az előszóban a régi római természettudósra Pliniusra hivatkozik (Kr.u. 23-79-ig élt) aki a Vesuv kitörésének tanulmányozása közben halt meg. Természeti jelenségekre hivatkozva azoknak okát magyarázza. Értékes az irodalom, amiből merített. Megemlíti a Lőcsei Kalendáriumot 1626-tól, az Ethnográfiai folyóiratot 1889-től, a Természettudományok a köznépnek Veszprém 1803-ból, Heller Ágost az Időjárás könyve 1888-ból, Heltay Gáspár Kolozsvári Kalendáriumát 1592-ből, a Természettudományi Közlönyt, Krúdy Gyula Álmoskönyvét 1925-ből, a Magyar Mezőgazdasági Szemle, a Magyar Gazdák Szemléje évfolyamait. Számszerint 50 forrásmunkát említ.

A dolgozat 100 rendkívüli időjárást ír le, amit bolondos időjárásnak nevez. Foglalkozik a dologtiltó napokkal, a változó ünnepekre vonatkozó néphitekkel, majd az egyes hónapokra, napokra vonatkozó néphitekkel. Foglalkozik a bogarak, hüllők, madarak, növények időjárással kapcsolatos viselkedésével, a gyógynövényekkel. Értékes adatokat gyűjtött az égihábarúról, a villámokról, külön a gömbvillámról.

Szabó Lajos munkájának nagyrésze értékes kincsesbánya a néprajzkutatóknak.

Szabó Lajos: A néphitek meg az időjárás. Kézirat 300 A/5-ös oldalon ***megtalálható az Országos Meteorológiai Szolgálat könyvtárában.***

Dr. Zách Alfréd kandidátus
ny. meteorológus

A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG HÍREI

Rovatvezető: Maller Aranka

Rendezvényeink 2001. január 1.-március 31. között

Választmányi ülés:
Március 29.
Napirend:

1. Bíráló Bizottságok jelentése
2. A Közgyűlés előkészítése
3. MMT rendezvények az első félévben
4. Folyó ügyek
5. Tagfelvétel

Előadó ülések, rendezvények:

Március 1.
Ischaemiás szívbetegség prognózisa computer segítségével kódolt időjárás előrejelzéssel.
Dr. Gáll Zsuzsanna
(Az Orvosmeteorológiai Szakosztály rendezvénye)

Március 23.
Meteorológiai Világnap az Országos Meteorológiai Szolgálattal közös rendezvény. Témája 2001-ben "Önkéntesek az időjárás, az éghajlat és a víz szolgálatában"

Program:
Megnyitó : Dr. Mersich Iván, elnök
Ünnepi üdvözlő : Turi-Kovács Béla, miniszter
Schenzl Guidó Díj, Pro Meteorológia Emlékplakettek, miniszteri elismerések átadása
Kiváló társadalmi észlelők köszöntése : Dr. Mersich Iván, elnök
Önkéntes megfigyelők a meteorológia szolgálatában - előadás Tamáskovits Károly
"Kapcsolatom a légtünettannal" - előadás Dr. Szigetvári Gábor, társadalmi észlelő
(Ebben a számban bővebben is megemlékezünk a Meteorológiai Világnapról)

* * *

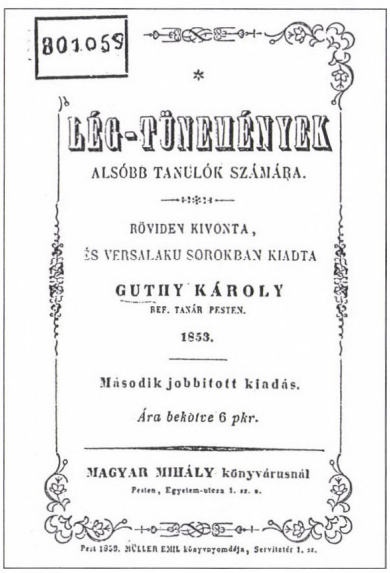
Felhívás tagjainkhoz

Kérjük azon tagtársainkat, akik postai úton kapják a Társaság rendezvényeire szóló meghívókat és van e-mail *címük, közöljék a Titkársággal, hogy ezáltal is némileg csökkenthessük kiadásainkat.*

Titkárság

Verses meteorológia 150 évvel ezelőtt

Iskolás gyermekek számára készítette *Guthy Károly* ref. tanár „Lég-tünemények" c. könyvecskéjét, amelyben a másfél évszázaddal ezelőtt a nagyközönség által is ismert légköri jelenségek „magyarázatát" igyekezte verses formában megtanulhatóvá tenni. Ma már kicsit naívnak, több „definíciónál" kimondottan hibásnak találjuk ezt a munkát, de érdekességként azért közreadunk néhány versikét.


801059

*

LÉG-TÜNEMÉNYEK

ALSÓBB TANULÓK SZÁMÁRA.

RÖVIDEN KIVONTA,

ÉS VERSALAKU SOROKBAN KIADTA

GUTHY KÁROLY

REF. TANÁR PESTEN.

1853.

Második jobbitott kiadás.

Ára bekötve 6 pkr.

MAGYAR MIHÁLY könyvárusnál

Pesten, Egyetem-utcza 1. sz. a.

Pest 1853. MÜLLER EMIL könyvnyomdája, Servitutér 1. sz.

2. Mi a' Levegő?

A' **Levegő** azon híg, kiterjedő,
és folyó matéria,
Melly a' mi egész földünket
körülveszi s fogja; –
Melyet mi beszívunk,
és meg ki is lehelünk. –
Ennek mi némely ártalmas
részeit is esmerünk.

Úgy látszik, 150 éve is voltak a levegőben ártalmas összetevők, ha nem is kipufogó-gázok és más antropogén eredetű szennyező anyagok.

11. Mi a' Hó?

A' **Hó** – nem más mint csak fagyos gőz, –
mely fehér pelyhekben
Hatszegű csillag alakokká
lesz a levegőben; –
És a' hideg minnél nagyobb,
A' hó annál apróbb: –
Mert annál összéb vonattatik,
S annál keményebbre is változik.

Itt nem csak a rímek sántítanak, hanem egy kicsit a fizikai magyarázat is.

A kiadvány az OMSZ könyvtárában eredetiben nincs meg, csak fénymásolatban.

Ambrózy Pál

A 2000-es ősz időjárása

Szeptember középhőmérséklete 14 és 17 fok között, országos átlagban 16 fok körül alakult. A legalacsonyabb értékeket északkeleten, míg a legmagasabbakat Szeged környékén mérték. A Dunántúl az ilyenkor megszokottnál valamivel melegebb, míg az Alföld kissé hidegebb volt. A hónap során mért legmagasabb hőmérséklet még a leghűvösebb területeken is meghaladta a 25 fokot, néhány helyen 30 fok fölé emelkedett. Fagy csak a talaj közelében fordult elő, a 2 méter magasságban mért legalacsonyabb hőmérsékletek átlagosan 4,5 fok körül alakultak. Változatos volt a hőmérséklet havi menete, hűvösebb és melegebb időszakok nagyjából hetente váltakoztak. A legmelegebb nap általában 14-e, míg a leghidegebbek 7-e, 23-a és 24-e voltak.

A legmagasabb nappali hőmérséklet: 30,8°C, Baja, szeptember 20-án

A legalacsonyabb éjszakai hőmérséklet: 0,9°C, Békéscsaba, szeptember 27-én

Szeptember csapadéka országos átlagban nem érte el a 40 mm-t, ami a sokévi értéknek 90%-a. Nagy mennyiségű, 70 mm-t meghaladó eső az északkeleti határ és Szentgotthárd közelében esett, míg Szeged környékén a 10 mm-t sem érte el a havi csapadékmennyiség. A hónap során a legnagyobb napi értékeket az első napokban, illetve a hónap közepén regisztrálták. A fennmaradó időszakban száraz volt az időjárás, de a napfénytartam 180 órás havi értéke valamivel a sokévi átlag alatt maradt.

A hónap legnagyobb csapadékösszege: 74,5 mm, Rábagyarmat

A hónap legkisebb csapadékösszege: 4,6 mm, Szeged

A hónap során 24 óra alatt lehullott maximális csapadék: 49,9 mm, Rábagyarmat, szeptember 16-án

Október középhőmérséklete országos átlagban közel 14 fok volt, a konkrét értékek az ország területén délkelet felé haladva emelkedtek. A hónap rendkívül meleg volt, a sokévi értéket mindenhol jelentősen, átlagosan 3,5 fokkal meghaladta a havi középhőmérséklet. A legmagasabb, 24-28 fok közötti napi maximumhőmérsékleteket általában 13-án mérték, de hasonlóan meleg volt a hónap első néhány, sőt legutolsó napján is. A napi középértékek csupán 21-e és 24-e között alakultak a sokévi átlag alatt. A hónap leghidegebb napja 23-a és 24-e volt, ekkor a hajnali órákban az ország egész területén fagyott.

A legmagasabb nappali hőmérséklet: 28,9°C, Békéscsaba, október 14-én

A legalacsonyabb éjszakai hőmérséklet: -5,4°C, Szécsény, október 23-án

Október csapadékban igen szegény volt. A havi összeg országos átlaga nem érte el a 20 mm-t sem, ami kevesebb, mint a sokévi érték fele. Az országon belül nyugatról kelet felé haladva csökkent a lehullott csapadék mennyisége, nyugaton közel 100 mm-t, míg az Alföld nagy részén 5 mm-nél kevesebbet regisztráltak. A csapadékos napok száma sehol sem haladta meg a 15-öt, a legszárazabb területeken az 1-et. A kevés csapadék ellenére gyakran volt ködös vagy borult az idő, így a napsütéses órák 143 órás országos átlaga valamivel elmaradt a sokévi értéktől.

A hónap legnagyobb csapadékösszege: 93,9 mm, Szombathely

A hónap legkisebb csapadékösszege: 0,2 mm, Kisvárda

A hónap során 24 óra alatt lehullott maximális csapadék: 22,5 mm, Szombathely, október 2-án

November folyamán tovább folytatódott a szokatlanul enyhe időjárás. A közel 9 fokos országos középhőmérséklet majdnem 4 fokkal meghaladja a sokévi értéket. Az októberihez hasonlóan alakult a területi eloszlás is, az ország délkeleti része volt a legmelegebb e hónapban is. A legmelegebb napok a Tiszántúlon a hónap elején, míg máshol a hónap közepén voltak. Ekkor a napi maximumhőmérsékletek országos átlagban 20 fok fölé emelkedtek, és csak az Északi középhegységben nem érték el a 15 fokot. A hónap leghidegebb napja a legtöbb helyen az utolsó két nap volt, de a hajnali órákban mért minimumok magasabbak voltak az októberben mérteknél.

A legmagasabb nappali hőmérséklet: 23,2°C, Békéscsaba, november 1-én

A legalacsonyabb éjszakai hőmérséklet: -5,1°C, Békéscsaba, november 29-én

November is szárazabb volt az ilyenkor megszokottnál. A havi csapadékmennyiség csupán 70%-a volt a sokévi értéknek, az ország legnagyobb részén 14 és 70 mm között változott. Mennyisége nyugatról kelet felé haladva csökkent. A legtöbb eső a hónap első 10 napjában, valamint 25-26-án esett. A hónap napfényben gazdag volt, a napsütéses órák 85 órányi havi átlagos száma a sokévi értéket 20%-kal meghaladta, és délkelet felé haladva nőtt.

A hónap legnagyobb csapadékösszege: 84,7 mm, Kékestető

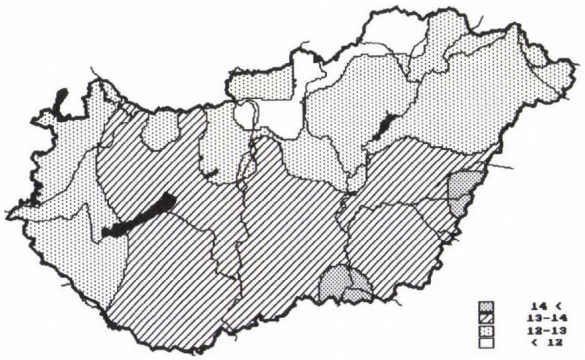
A hónap legkisebb csapadékösszege: 14,8 mm, Békéscsaba

A hónap során 24 óra alatt lehullott maximális csapadék: 26,2 mm, Kékestető, november 7-én

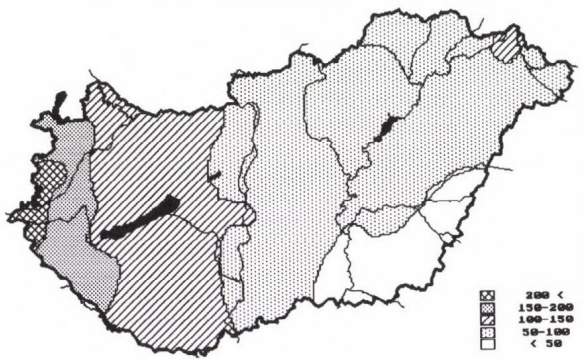
Zoboki Judit és Konkolyné Bihari Zita

2000. ősz

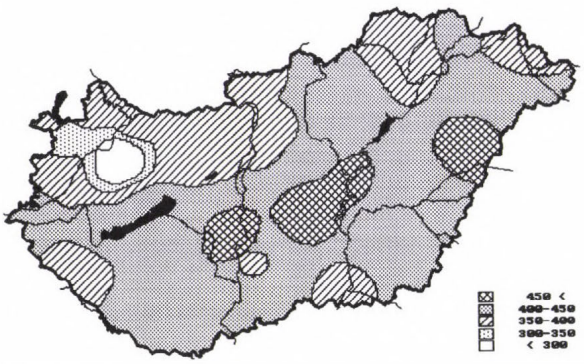
	Napsütés (óra)		Hőmérséklet (°C)						Csapadék (mm)			Szél
Állomások	évsz.össz	eltérés	évsz.közép	eltérés	absz.max.	napja	absz.min	napja	évsz.össz	az átlag%-ában	1mm<napok sz.	viharos napok
Szombathely	408	15	11.8	2.2	27.7	2000.09.13	-1.4	2000.11.28	201	133	38	8
Győr	386	-24	12.6	2.2	27.9	2000.09.13	-1.4	2000.11.12	110	88	32	4
Nagykanizsa	388	-6	11.5	1.1	28.5	2000.09.20	-4.1	2000.10.23	167	91	38	3
Siófok	455	18	13.2	2.2	27.8	2000.09.13	0.6	2000.10.24	107	76	31	7
Pécs	440	-13	13.0	2.0	29.1	2000.09.20	-0.9	2000.11.30	135	97	28	5
Budapest	408	-13	12.7	2.0	28.0	2000.09.13	-0.8	2000.11.11	88	71	30	1
Kékestető	407	-48	8.6	2.4	20.2	2000.10.13	-0.3	2000.11.29	139	70	28	21
Szolnok	465	28	12.4	1.8	28.1	2000.09.13	-3.8	2000.11.29	74	68	22	1
Szeged	400	-59	13.3	2.4	30.4	2000.09.20	-4.5	2000.11.29	24	24	18	3
Békéscsaba	452	6	13.1	2.5	29.9	2000.09.13	-5.1	2000.11.29	35	31	22	3
Debrecen	455	24	12.2	2.0	27.7	2000.10.13	-4.3	2000.11.29	55	48	21	0
Nyíregyháza	429	27	12.1	2.4	27.3	2000.10.13	-1.6	2000.11.30	78	68	19	2
Miskolc	383	7	11.4	2.0	27.2	2000.09.13	-1.9	2000.11.30	87	73	25	0



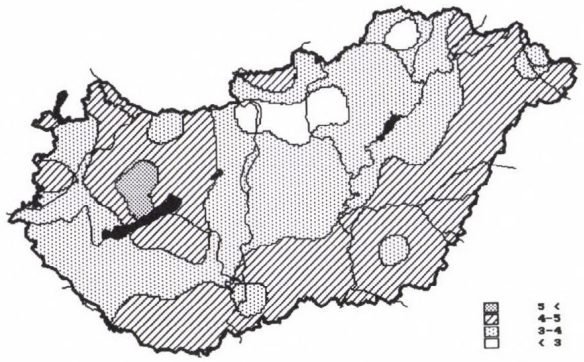
1.ábra Az ősz középhőmérséklete °C-ban



2.ábra Az ősz csapadékösszege mm-ben



3.ábra Az ősz napfénytartama órákban

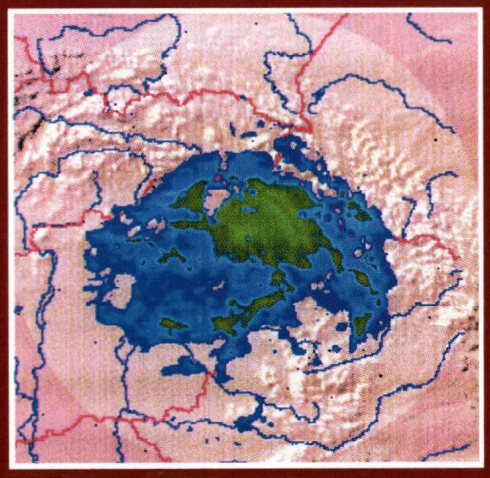


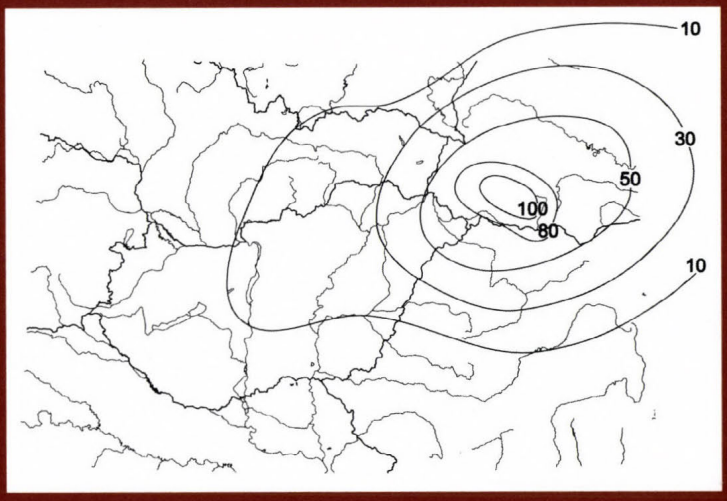
4.ábra A novemberi középhőmérséklet eltérése a sokévi átlagtól °C-ban

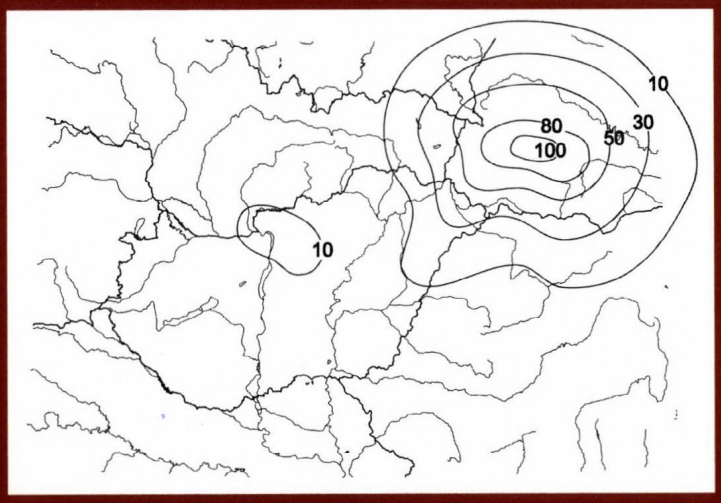
LÉGKÖR

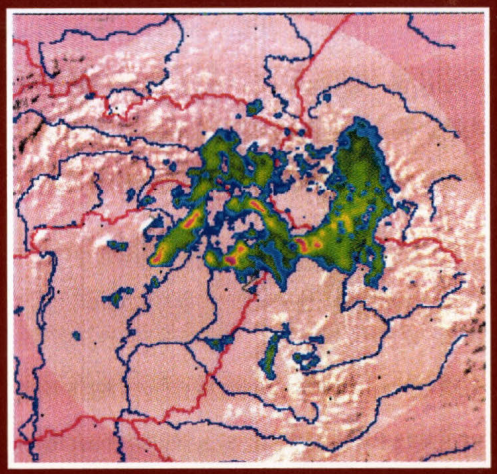
XLVI. évfolyam

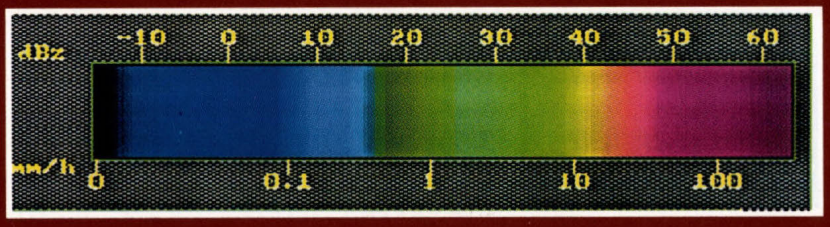
2001. 2. szám



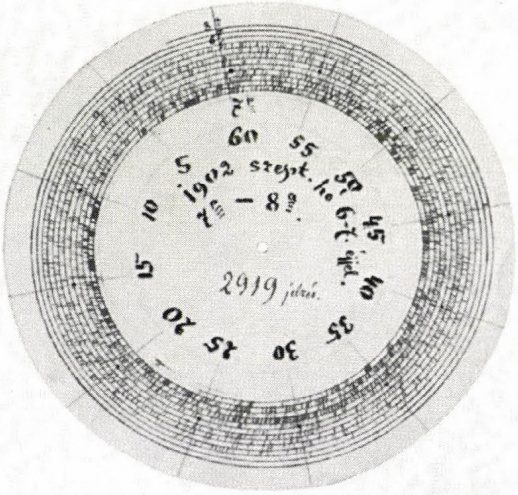




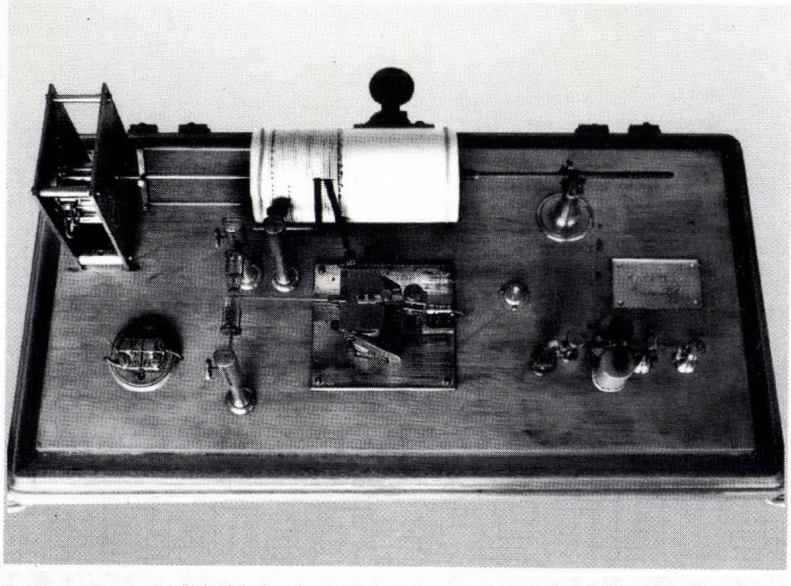




Képek a 100 éves Magyar villámjelzők című cikkhez



Regisztráló papírkorong *Palatin* hagyatékából



A Dél-Afrikában levő, *Hoser Viktor* gyártmányú villámjelző

LÉGKÖR

AZ ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT ÉS A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG SZAKMAI TÁJÉKOZTATÓJA

TARTALOM

Megjelenik negyedévenként

XLVI. évfolyam
2. szám

Felelős szerkesztő:
Dr. Ambrózy Pál
a szerkesztőbizottság elnöke

Szerkesztő bizottság:
Dr. Bartholy Judit
Bussay Attila
Bóna Márta
Dunay Sándor
Dr. Haszpra László
Hunkár Márta
Ihász István
Mezősi Miklós
Németh Péter
Schirokné Kriston Ilona
Tóth Róbert

ISSN 0133-3666

A kiadásért felel:
Dr. Mersich Iván, az OMSZ elnöke

Készült:
Az **FHM Kft.**
nyomdájában
750 példányban

Felelős vezető:
Modla Lászlóné

Évi előfizetési díja 870 Ft + Áfa

Megrendelhető:
Az OMSZ Pénzügyi Osztályán

A címlapon:
Márciusi árvíz Kárpátalján c. cikk ábrái
3. ábra: 2001. március 3. 06 UTC- március 4. 06. UTC-ig lehullott csapadék összege mm-ben (jobbra fenn)
4. ábra: 2001 március 4. 06. UTC- március 5. 06 UTC-ig lehullott csapadék összege mm-ben (balra lenn)
9. ábra: A március 3. 11.00 UTC-kor készült nyíregyházi radarkép (balra fenn)
10. ábra: A március 4. 16.30 UTC-kor készült nyíregyházi radarkép (jobbra lenn)

Homokiné Ujváry Katalin : **Márciusi árvíz Kárpátalján** **2**
Anda Angéla, Decsi Éva Kincső, Vercz Balázs: **A jégeső és a feszínhő** .. **6**
OLVASTUK... Egy korszak vége **11**
Makra László, Horváth Szilvia Zempléni András, Csiszár Villő, Rózsa Katalin, Motika Gábor: **Levegőminőségi trendek Magyarországon, különös tekintettel a dél-alföldi régióra** **12**
OLVASTUK... El Niño előrejelzése? **11**
Ács Ferenc, Tőkei László, Hrotkó Károly, Gergete Ferencné, Bulátkó Ferenc, Márfy János, Vajda Mihály, Tuba Zoltán, Náfrádi Balázs: **A mikroklíma-transpiráció-és nedváramlássebesség kapcsolatrendszere: mérések egy kisérleti cseresznye ültetvényben 2000 nyarán** **20**
KISLEXIKON **25**
Tudósfórum élőben... ..... **26**
Bonta Imre, Sándor Valéria: **Aláírásra került az OMSZ és az OKF közötti Együttműködési megállapodás** **32**
Mezősi Miklós: **100 éves magyar villámjelzők** **34**
A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG HÍREI **35**
Dr. Hirling György: **Látogatás az érdi földrajzi múzeumban** **39**
Mezősi Miklós: **100 éves magyar villámjelzők** *(folyt.)* **39**
Zoboki Judit: **A 2000/2001-es tél időjárása** **40**

Márciusi árvíz Kárpátalján

Bevezetés

1998 ősze óta több jelentősebb árhullám vonult le a Tiszán és mellékfolyóin.

A magyar vízrajzi szolgálat 1876-tól tart nyilván vízállási adatokat. Ezek birtokában megállapítható, hogy a Tiszán kialakult árhullámok előfordulása időszakosan sűrűsödött vagy ritkult, azaz csapadékos és árvizes, valamint szárazabb, gyakran két, három évtizedre is kiterjedő korszakokat különíthetünk el.

A Tisza-völgyi árhullámok rövid történeti áttekintése

A Tisza hidrológiai történetében 1865 és napjaink között Dr. Vágás István (*Dr. Vágás, 2000*) a következő hét korszakot vélte elkülöníthetőnek, amelyekben nagyobb árvizek, illetve alacsonyabb árhullámszintek időszaka váltja egymást:

1998 előtti 15 év csendesebb korszakát jelentette a Tiszának, 1998 őszétől 2000 júniusáig azonban gyakori védekezés színtere volt a Tisza völgye.

Az 1998-2000. évi árhullámok jellemzése

1998 csapadékos őszét követő, különösen Kárpátalján jelentős károkat okozó árhullám az első próbatételét jelentette még csak a Tisza mellett élőknek. 1999 tavaszán is áradt a Tisza, jelentős területeket borított belvíz is. 1999 nyarának felhőszakadásai a kisebb vízrendszereken okoztak áradásokat. 1999 második fele is gazdag volt csapadékban. Az 1999-2000 telének hóbősége, a márciusi jelentős menynyiségű csapadékok, amelyekből a beszivárgás*, elpárolgás minimális volt, után az április eleji intenzív esőzések hatására jelentős áradás indult a Tiszán, különösen a Bodrogon, de a Körösökön és a Maroson is. Tokaj alatt a tetőző vízállások helyenként másfél méterrel is meghaladták az 1970-es legnagyobb vizszinteket, és egy méterrel az 1999-es értékeket.

2000 április közepétől azonban szárazabbá vált időjárásunk, 1952 után 2000-ben hullott az elmúlt száz évben a legkevesebb csapadék. 2001 első két hónapja is csapadékban szegény volt Kárpátalján. Így talán joggal mondható, meglepetésként hatott a március elején kialakult, és viszonylag gyorsan levonuló árhullám a Tiszán. A téli-tavaszi áradás különösen a Tisza felső szakaszán viszonylag gyakori (*Vágás, 1977.*), de 2001 tavaszán semmi nem figyelmeztetett az esetleges veszélyre, hiszen sem csapadékos időszak, sem jelentős hófelhalmozódás nem előzte meg a március eleji eseményeket.

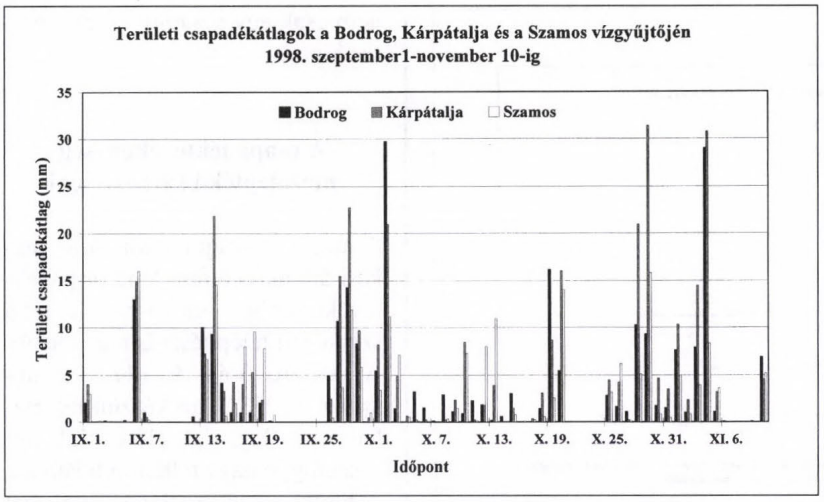
Korszakok	Jellemzésük	Nagy árvizek időpontja
1. 1865-1895.	nagyobb árvizek időszaka	1867, 1876, 1877, 1881, 1888, 1895
2. 1896-1911.	ritka kivételekkel alacsonyabb árvizek időszaka	
3. 1912-1942.	nagyobb árvizek időszaka	1913, 1919, 1924, 1932, 1940, 1941
4. 1943-1961.	ritka kivételekkel alacsonyabb árvizek időszaka	
5. 1962-1981.	nagyobb árvizek időszaka	1962, 1966, 1970, 1974, 1979, 1981
6. 1982-1997.	ritka kivételekkel alacsonyabb árvizek időszaka	
7. 1998-?		

A 2001. évi árhullám

A 2001. évi árhullámot megelőző időjárási folyamatok, majd a Kárpátaljai és a magyar felső-tisza-völgyi árvízi katasztrófát okozó csapadéktevékenység, összehasonlítva korábbiakkal eddig nem tapasztalt tulajdonságokat mutat fel. Legtöbb árhullám előfordulása esetén jelentős a megelőző csapadéktevékenység. Ha pl. az 1998-as ősz csapadékosságát felidézzük Kárpátalja térségében (*1. ábra*), akkor látható, hogy a novemberben bekövetkezett árhullámot gyakori és számottevő csapadékhullás előz-te meg, tehát számítani lehetett arra, hogy egy esetleges nagyobb csapadék a vízállásokat kritikus értékek fölé emeli.

Ezzel szemben az idei év első két hónapjában lényegesen kevesebb csapadék hullott (*2. ábra*).

A 2001 január 1 és március 1 közötti időszakban 11 nap volt, amikor a lehulló csapadék mennyisége területi átlagban meghaladta az 5 mm-t, és ebből a 11 napból csupán 5 olyan, amikor a 10 mm-t is elérte, illetve meghaladta. Március 3. és 5-e között azonban jelentős mennyiségű csapadék hullott. A három nap összegzett területi átlaga elérte a 120 mm-t, a lokális mennyiségek pedig a 200



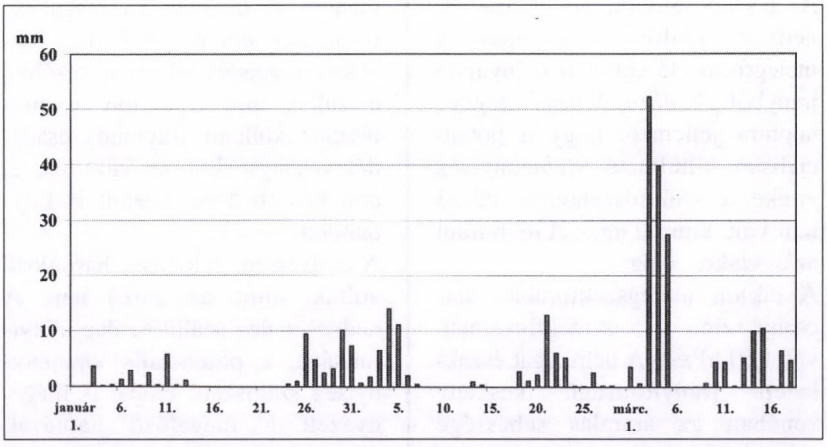
1. ábra: Az 1998-es csapadéktevékenység a Felső-Tiszán

mm-t is meghaladták. Ez nagyon nagy mennyiségű csapadék, ehhez hasonlót az elmúlt száz évben csupán két alkalommal jegyeztek fel. 1947 december 28-30. között volt hasonló csapadéktevékenység, amikor is december 29-én a lehullott csapadék mennyisége Kárpát-alján területi átlagban 60 mm körül alakult, 1956 január 18-án pedig 50 mm közeli volt a területi átlag (*Bodolainé, 1983*).

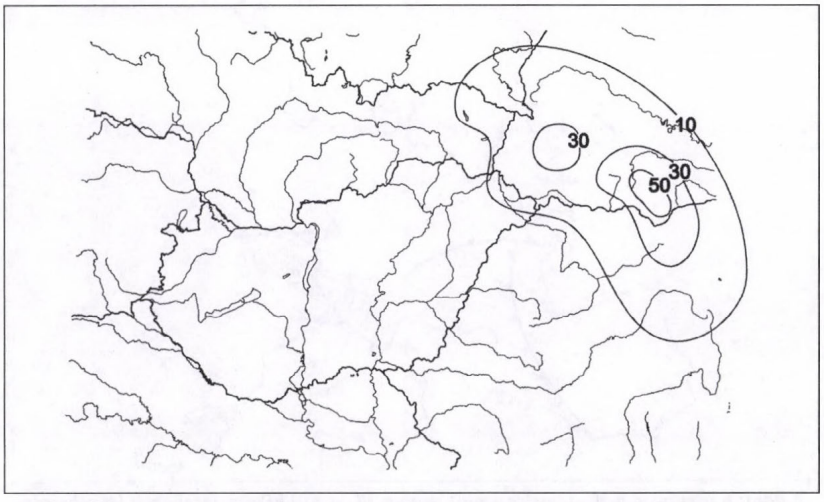
A kritikus három napban kiugróan sok eső esett a Kárpátok vonulata mentén, tehát olyan időjárási szituáció valósult meg, amelyben a hegység csapadéknövelő szerepe maximálisan érvényesülhetett. A 24 órás csapadék mennyiségek területi eloszlását a *3., 4. (a 3. és 4. a címoldalon található) és 5. ábra.* szemlélteti.

A *6. ábrán* az árhullám t-m-t (terület, magasság, tartam) görbéjét láthatjuk. A t-m-t görbékről elmondható, hogy a csapadékmennyiség (magasság mm-ben) területi átlagának összegzett értékeit jelentik a folyó forrásától a torkolatig, illetve a folyó adott szelvényéig(terület), esetünkben a Maros torkolatáig. A csapadékmennyiségek időbeli összegzése naponként történik, egy fizikailag meghatározott időszakra (tartam), esetünkben az árhullám időszakára.

A *6. ábrán* a vízszintes tengelyen az egyes részvízgyűjtőknek a teljes vízgyűjtőterület nagyságának százalékában kifejezett aránya, a függőleges tengelyen pedig a napi csapadékmennyiség időben összegzett területi átlagai szerepelnek.



2. ábra: A tényleges területi csapadékátlag Kárpátalján 2001. január 1-március 18. között

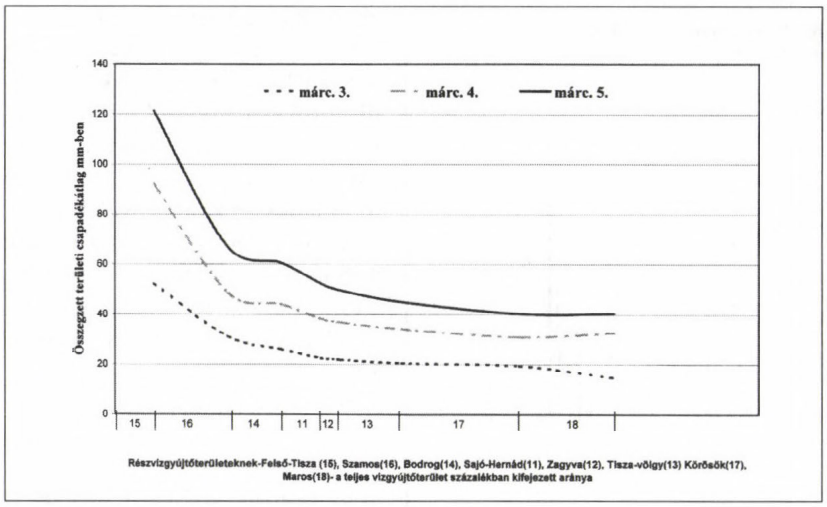


5. ábra:2001. március 5. 06 UTC- március 6. 06 UTC-ig lehullott csapadék összege mm-ben

Az árhullámot okozó csapadéktevékenység szinoptikus feltételei

Március elején az alapszinoptikus helyzetet Közép-és Nyugat-Európa felett egy nyugat-keleti tengelyű ciklonális mező jellemezte. Ebben a mezőben március 3-án illetve 4-én egy-egy ciklon vonult át a medence felett délnyugatról északkeleti irányban.

Március 3-án reggel a Kárpátok térségét a talajközelben még hideg levegő töltötte ki. A közeledő ciklon előoldalán a magasabb légrétegekben azonban már meleg levegő áramlott, amely felsiklott a talajközeli hidegre és már a melegfront előtt elkezdődött a



6. ábra :Az árhullám T-M-T analízise

csapadék hó, majd eső formájában. A folytonos csapadéktevékenység 16-18 órát tartott.

A ciklon előoldalán a melegnedves szállítószalag már a melegfront elé áramlott délnyugati irányból. (*7. ábra*) A nedvességtartalomra jellemző, hogy a potenciálisan kihullható vízmennyiség értéke a szállítószalagban 22-23 mm volt, ami 10 mm-rel több mint az évszakos átlag.

A ciklon melegszektorában alacsony szinti jet* is megfigyelhető volt 850 hPa-n. A délnyugat északkeleti irányítottságú keskeny zónában az áramlás sebessége elérte a 25 m/s-ot.

A csapadékképződés feltételei tehát maximálisan adottak voltak, a kedvező nedvességi viszonyok mellett a vertikális feláramlás értéke is jelentős lehetett; ez a feláramlás részben a ciklon létesítette feláramlásból, részben a hegyvonulat menti orografikus feláramlásból, illetve az alacsonyszinti jet által keltett feláramlásból tevődött össze.

Március 4-re (*8. ábra*) annyi változás történt, hogy már az alacsonyabb légrétegeket is meleg levegő töltötte ki. Ugyanakkor 500 hPa-n átmenetileg pár fokos hideg advekció* zajlott, amely instabilis légrétegződést eredményezett. Március 4-én a déli óráktól egészen estig a talajközeli konvergens zónák mentén ez az instabilitás realizálódott, záporok, zivatarok alakultak ki az északkeleti országrészben és a Északkeleti-Kárpátok mentén. A március 4-i csapadékmennyiség ebből a 6-7 órás konvektív csapadékból, és a későbbi, éjszakai, már a ciklon átvonulásához köthető folytonos csapadéktvékenységből tevődött össze, ami később 5-én délelőtt is folytatódott.

A nedvességi feltételek hasonlóak voltak, mint az előző nap. A nedves-meleg szállítószalag irányítottsága, a potenciális vízmennyiség számszerű értéke is megegyezett a megelőző napiéval. Alacsony szinti jet is jelen volt, bár az áramlás sebessége csak a 20m/s-ot érte el, és a sebesség maximuma nem csak egy keskeny sávra korlátozódott.

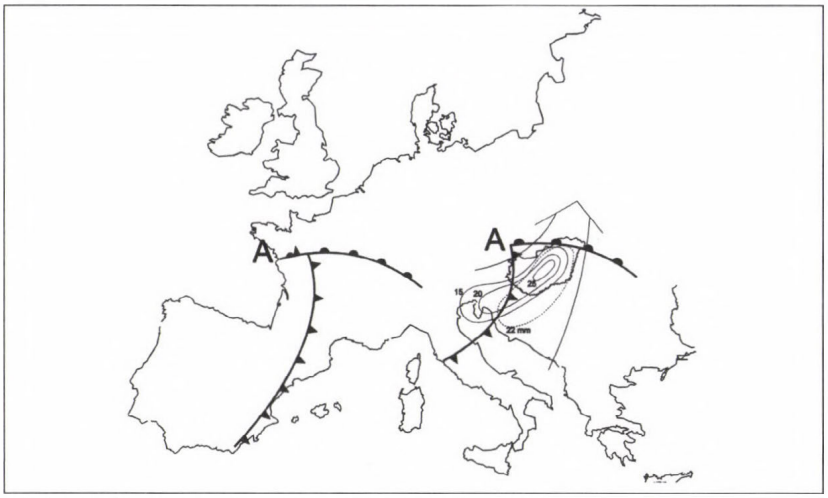
A csapadéktevékenység mezoléptékű sajátosságai

A magyarországi radarhálózat napkori állomása a fent leirt csapadéktevékenység mezo-b léptékű szerkezeti felépítését is megjeleníti. A március 3-án (*9. ábra, a címlapon*) 11 UTC-kor készült felvételen a melegfront előtt kialakult összefüggő nagy felhőtömb látható. A tömbön belül szalagos szerkezet figyelhető meg, és a nagyobb csapadékot adó szalag szinte rásimul a Kárpátok vonulatára, követve annak ívét.

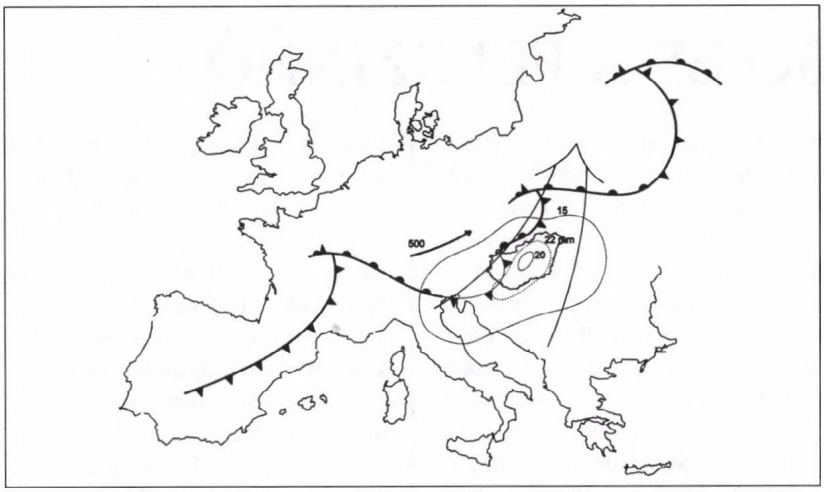
A második felvétel március 4-én délután készült (*10. ábra, a címlapon*). A csapadékmező három jól megkülönböztethető mezo-b skálájú konvektív rendszert mutat. Mindegyiken a zivatarra jellemző nagy értékű izoechok azonosíthatók. A további radarképek sorozatán is több hasonló vonalba rendezett, vonuló objektum volt megfigyelhető 4-én délután.

Összefoglaló értékelés

A fentiekben leírt folyamatok alapján a jelentős csapadéktevékenységet több kedvező feltétel



7. ábra: A frontok, a nedves, meleg szállítószalag, ill., a 850 hPa-on megfigyelt jet sebesség-maximumának helyzete 2001. március 3-án 12 UTC-kor



8. ábra: A frontok, a nedves, meleg szállítószalag, ill., a 850 hPa-on megfigyelt sebesség-maximumának helyzete 2001. március 4-én 12 UTC-kor

együttes fennállásával magyarázhatjuk.

Az alapszinoptikus helyzet is magában hordozta a nagy csapadékmennyiség lehetőségét, ciklon átvonulás térségünk felett az esetek többségében sok csapadékkal jár. Emellett minden feltétel adott volt ahhoz is, hogy a Kárpátok csapadéknövelő hatása maximálisan érvényesüljön. Az orografikus csapadéktöbblet kialakításában az alábbi tényezők szerepét tartják a legfontosabbnak:

- alacsony szintek nedvesség tartalma
- alacsonyszinti szél erőssége
- pontenciális instabilitás

Ezek a feltételek teljesültek az adott napokon, hiszen

- a magas potenciális vízmennyiséggel rendelkező meleg-nedves szállítószalag, amely helyzetét tekintve merőleges volt a Kárpátokra, a nedvességi feltételek maximálisan kedvező voltát jelentette,
- Kárpátok hegygerincére merőleges alacsony szinti jet az orografikus feláramlás maximumához járult hozzá,
- instabilitás jelenléte csapadéknövelő tényező, amelynek szerepét az orográfia felerősítheti

A lehullott csapadékmennyiség ismeretében már nem meglepő a hirtelen létrejött árhullám. Kialakulásához, bár kisebb súllyal más tényezők is hozzájárultak:

- a hirtelen és jelentős melegedés okozta hóolvadás
- maximális lefolyás, beszivárgás, párolgás hiánya

Ezen a télen a hó mennyisége a Kárpátokban jóval kevesebb volt, mint az elmúlt két évben. A hó halmozódását február végén, 21. és 23. közötti, 2-3 nap, területi átlagban 20-25 mm-s csapadéka segítette csupán. Ez a hómennyiség azonban szinte egyidejűleg a nagy mennyiségű csapadékkal olvadni kezdett, mivel igen intenzív volt a melegedés. Mértékére jellemző, hogy Ungváron a 0 fok magassága 24 óra alatt több mint 2000 m-t emelkedett.

A még többnyire fagyott talajon pedig a hirtelen leeső, nagy mennyiségű csapadék szinte egésze lefolyt.

1998, 2000, 2001 három nevezetes dátuma a tiszai árvizeknek, három drámai esemény, amelyek sajnos nem felülmúlhatatlanok! A hidrológiai vizsgálatok (*Gauzer-Bartha, 1999*) is felhívják a figyelmet arra, hogy az árvizet okozó meteorológiai helyzetek az eddig előfordultaknál csupán kissé kedvezőtlenebb alakulása is rendkívüli következményekkel járhat a Felső-Tiszán. Képzeljük el, hogy az 1998-as hosszantartó és jelentős csapadéktevékenységet egy 2001 márciusához hasonló csapadékmennyiségek zárnának le, és emellett 2000 telének hóbősége állt volna rendelkezésre. Ilyen feltételek esetén a Tisza mellett a mellékfolyók is hasonló ütemben áradnának, így nem meglepő a következtetés: minden eddiginél nagyobb vizek, pusztítóbb árvizek lehetségesek.

Az elmúlt évek eseményei felvetik azt a manapság divatos kérdést is, hogy az éghajlatváltozással magyarázhatjuk-e a történteket. A Tisza „történelmében" nem szokatlanok a hosszabb árvíz mentes időszakok, és a több éves nedves, így árvizekkel terhes periódusok. Mindezekből nem kell, és nem is lehet éghajlatváltozásra következtetni.

Meteorológus szemmel az elmúlt évek árvizei közül feltétlenül az idei a „legérdekesebb", hiszen a rövid idő alatt lehulló nagy mennyiségű csapadék a felelős szinte egyedül a történtekért. Ennek elemzése szakmai szempontból tanulságos és szép, de nyilván a Tisza mentén élőknek más erről a véleménye.

Homokiné
Ujváry Katalin

Irodalom

Dr. Vágás István, 1977:Adatok az 1876-1975 időszak tiszavölgyi árvizeiről Hidrológiai Közlöny, 1977.6-7. sz. 311-321 old.

Dr. Vágás István, 2000: A Tisza áprilisi árhulláma Mérnök Újság, 2000 július 12-13 old.

Dr. Gauzer Balázs-Bartha Péter, 1999:Az 1970. és 1998. évi felső-tiszai árhullámok összehasonlítása, árvízi szimulációs vizsgálatok Vízügyi Közlemények,LXXXI: Évf. 1999/3. Füzet,354-387 old.

Bodolainé Jakus Emma, 1983:Árhullámok szinoptikai feltételei a Duna és a Tisza vízgyűjtő területén OMSZ Hivatalos Kiadványai LVI. kötet

A JÉGESŐ ÉS A FELSZÍNHŐ

A Kárpát medence szélsőségességre hajló időjárásának alakulásába a szeszélyesen fellépő, széles határok közt változó kártételű jégeső is beletartozik. A jégeső az embert félelemmel tölti el, amelynek egyik oka valószínűleg a jelenség kiszámíthatatlansága lehet. Ellene csak az arra előre felkészített jégesőelhárító rendszerrel ellátott területeken tudunk védekezni. Magyarország esetében a Dél-Dunántúlon és Kelet-Magyarországon működik a jégeső előrejelzésére és ellene való védekezésre kiépített hálózat. Az ország többi részében csak a kártétel utólagos detektálására van lehetőség.

A jégeső előfordulása Magyarországon és megfigyelésének problémái *Wirth et el.* adatainak feldolgozásával

Megfelelően hosszú idő intervallumot áttekintve hazánk évi jégeső járásában bizonyos szabályosságot figyelhetünk meg. Országos adatokra támaszkodva a leginkább jégesőveszélyes hónapok: a június (22,2%) és a május (21,9%). Júliusban a helyzet még mindig veszélyes, a jégeső több mint 19%-os valószínűséggel jelentkezhet. Áprilisban ez a szám 15%-ra, augusztusban pedig 13%-ra mérséklődik. A szeptemberi jégeső gyakorisága már alig 6%, s még erőteljesebb a gyakoriság csökkenése márciusban (1,4%), illetve februárban (0,8%).

A területi előfordulás gyakorisági maximuma Magyarországon az Északi-középhegység vidékére esik; másodmaximumok találhatók Szabolcs-Szatmár-Bereg és Baranya megyékben (jégeső elhárító hálózat). A Baranya megyei gyakori jégesőkre vonatkozó megfigyelést igazolja *Molnár (1988)* publikációja is. A jégeső előfordulások minimuma a Duna-völgy déli részén, illetve a Duna-Tisza közén és a Tisza alsó folyása mentén, valamint egyes nyugati megyékben figyelhető meg. Budapest jégesőinek statisztikai feldolgozását *Váradi (1991)* publikációja tartalmazza.

A sokak által ismert és idézett szemcseméret mellett a jégverés időtartama sem közömbös az okozott kár szempontjából. A vizsgálatok azt mutatják, hogy az esetek 1/3-ában az 5-8 percig tartó jégesők fordulnak elő, s a körülbelül negyed óráig, vagy annál rövidebb ideig tartó jégverés az esetek 80-90%-ában pusztít. Figyelemre méltó a másodmaximum a fél óráig is elhúzódó jégesőknél (kb. 5%), ami valószínűleg már az ún. szupercellás jégzivatarok előfordulási gyakoriságára utal. Szerencse, hogy e nagy károkkal járó zivatarfelhők száma nálunk viszonylag csekély.

A jégeső az esetek háromnegyed részében a 12-18 óra közötti időszakban jelentkezik, s közel felében 15-18 óra között fordul elő, ezzel is utalva a termikus eredetű zivatarok domináns szerepére.

A jégeső megfigyelésénél fellépő nehézségek

1. Meteorológiai problémák

A jégeső szokásos meteorológiai megfigyelése a jelenség változékony természete miatt nem ad igazán megbízható választ egy sor alapvető klimatológiai kérdésre; még kevésbé elegendő azoknak a problémáknak a tisztázására, amelyek a jégeső-elhárítással kapcsolatban vetődhetnek fel.

A jégeső erősen változó területi kiterjedésű meteorológiai jelenség, amelyet általában egy-egy adott ponton figyelünk meg. Minél távolabb vannak egymástól e pontok, annál nagyobb területre vagyunk kénytelenek észlelésünket érvényesnek tekinteni. Felmerülhet a kérdés, hogy a pontszerű mintavétel mekkora területre reprezentatív. Ebből logikusan adódik, hogy milyen területi sűrűséggel telepítsük a mintavevő műszereket. A megoldás azonban attól is függ, mit keresünk: a jégesős napok számát, a jégesőfoltok nagyságát, a jégesőszemek nagyság szerinti előfordulási gyakoriságának területi változékonyságát, vagy egyéb jellemző értékeket. Nyilvánvalónak látszik, hogy minél tüzetesebb megfigyelési anyagról van szó, annál több műszerre lenne szükség; de hogy pontosan mennyire, azt csak részletes vizsgálatokkal lehetne eldönteni. Az eredmények egyértelműen bizonyították: a jégesők reprezentatív mérésére szolgáló műszereket a csapadékmérő-hálózatban a szokásosnál jóval sűrűbben kellene telepíteni. Minél több helyről és időben minél több megfigyelést végzünk a jégesőre és annak kártételére vonatkozóan, annál több információ birtokában gondolkozhatunk a természeti csapás esetleges elhárítási lehetőségeiről.

2. A jégeső növénytermesztésben okozott kára és detektálásának problémái

A jégeső legközvetlenebbül a „szabad ég" alatt lejátszódó eseményeket veszélyezteti. Nem véletlen, hogy kártételének elem-zése kezdetektől főképpen a mezőgazdasági termelés folyamataihoz kötődik. A becsült károk nagyságrendje a földművelés fejlődésével párhuzamosan egyre fenyegetőbbé vált.



1. fényképfelvétel: A jégeső kártétele kukoricában. A kör alakú foltok a kisebb jégszemek okozta levél elhalások, nekrózisok. A kép jobb oldalán a nagyobb szemcsék által szétszakított levelek láthatók.

Nyilvánvaló, hogy a jégeső okozta károk főleg ott jelentkeznek, ahol van mezőgazdasági termelés. Az is magától értetődik, hogy az adott (meghatározott fizikai jellemzőkkel leírható) jégeső okozta kár annál nagyobb, minél érzékenyebb az érintett mezőgazdasági kultúra a mechanikai hatásokra. Sajnos az érzékenység általában az értékkel egyenes arányban növekszik. Az erőteljes viharokkal, nagyméretű jégszemcsékkel járó jégesők kártétele számtalan publikációban megjelent, gyakran fényképekkel illusztrálva. Előfordulhat azonban az is, hogy a csekélyebb mértékű károsításról nem is tudjuk, hogy az a jégesőnek tulajdonítható. Most egy ilyen, kevésbé ismert jégszemcse előidézte mechanikai kártételről mutatunk be fényképfelvételt (*1. fénykép*). A fényképen az apró (1-2 mm átmérőjű) jégszemcsék által okozott kárkép látható. A növényeken a jégesőt követően szabad szemmel szinte semmit nem lehet észrevenni, viszont néhány nap múlva kialakulnak a levéllemez jellegzetes kör alakú nekrózisai. A jégszemcsék méretének növekedésével a leveleken nemcsak elhalás, hanem szakadásos tünetek is megjelenhetnek, amint ez a felvételünk jobb oldalán lévő növényeken jól felismerhető. Ez utóbbi jelenséget már inkább szokás a jégverés számlájára írni.

A jégeső gyakorlatilag minden szabadban élő ill. termesztett növényt károsít. Egy adott növényfaj érzékenysége azonban több tényezőtől függ. Ezek közül a legfontosabbak: a faj, a fajta, a vegetációs időszak (növény fejlettségét meghatározó) és magának a jégesőnek a tulajdonságai.

A jégérzékenység megállapítása számos bizonytalansági tényezővel terhelt, aminek több oka is van: ezek közül elsőként említhetjük a jégérzékenység pontos definíciójának hiányát. Az érzékenységet elvileg meghatározhatjuk azzal a kárral, amelyet adott jégeső a kiválasztott növény fejlődésének meghatározott időszakában okoz. Ez a definíció azonban azért nehezen alkalmazható, mert nincs két teljesen egyforma jégeső, és így éppen a vonatkoztatási alapunk hiányos, ezért az érzékenységet gyakran úgy kezelik, mintha a fajlagos kárral (azaz a területegységre jutó kárösszeggel) volna azonos, holott ez utóbbi inkább a növény fajlagos értékének és nem a jégérzékenységnek a mutatója. További bizonytalansággal jár, hogy a jégesők és a jégkárok közötti kapcsolatot – éppen az ilyen irányú tudományos igényű feldolgozások csekély száma miatt ma még korántsem sikerült kielégítően meghatározni.

A jég kártételének szimulálására, ill. az általa okozott sérülések előállítására a növény deformációit többen vágással, tépéssel, szúrással és töréssel állították elő a különböző típusú kultúrákon, azok gondosan megválasztott fejlődési fázisaiban (*Duran et al. 1994, Muro et al. 1990, Shapiro et al. 1986, Trappeniers et al. 1992*). A károsított ültetvények jellemző adatait kontroll parcellák megfelelő adataival hasonlították össze. A vizsgálatok szerint a jégesőre leginkább a különböző gyümölcsfélék termése érzékeny, minőségük romlik, és értékük már akkor csökken, ha a mechanikai hatás akár csak egy-egy karcolás volt. A sorban ezután a dohány, egyes zöldségfélék, majd a szántóföldi kultúrnövények következnek A kukoricában fellépő károsításokról részletesen *Dwyer et al. (1994)* és *Peterson (1982)* műveiben olvashatunk.

Termesztett növényeink fej-

lődési fázisaik szerint eltérő mértékben károsodnak a jégesőtől. Legtöbbjük (a gabonafélék, a kukorica és a takarmánynövények) a vegetáció korai szakaszában kevéssé érzékeny; a növényállomány a korai jégverés okozta sebzéseket viszonylag gyorsan kiheveri és termése nem csökken lényegesen. A későbbi károsodások már jelentékenyebb termésveszteséggel járnak, még akkor is, ha a jégverést követő időszak kedvező időjárása (bőséges csapadék, magas hőmérséklet és elegendő napsugárzás) nagymértékben elősegíti a károsodott növények regenerálódását.

Összefoglalva a jégeső károsításának mértéke az alábbi főbb tényezők által meghatározott:

- minél hosszabb a növény tenyészideje,
- minél nagyobb a növény területi hozama (a nagy értékű kultúrákban kisebb intenzitású jégeső is számottevő kárt okoz),
- minél érzékenyebb a külső és a belső változásokra a növény,
- minél rövidebb idő áll rendelkezésre a regenerálódásra, illetve minél kisebb a növény regenerálódási hajlama, annál nagyobb a jégeső kártétele.

Tanulmányozva a fontosabb növények tulajdonságait nyilvánvalóvá válik, hogy a nagy hozamú fajták területi arányának növekedésével a jégkárok abszolút értéke növekszik.

A növényhőmérséklet és használatának lehetőségei a jégkárosítás mértékének meghatározásában

A növény helyhez kötöttsége révén folyamatosan ki van téve a természet - számára pozitív és negatív - hatásainak, melyekre a birtokában lévő eszközökkel a lehetőségeihez mérten válaszol is. Ezen válaszreakciók alapján következtethetünk a növény bizonyos tulajdonságaira, annak állapotára.

A növény hőmérsékletét a párolgásával szabályozza. A víz magas fajhője teszi lehetővé, hogy elpárologtatásakor a növény a helyhezkötöttségi kényszer miatt felvett energia többlettől „meg tud szabadulni". Ha van elegendő felvehető víz a talajban, akkor a növény a párolgása során hőmérsékletét a léghőmérséklet közelében tartja (esetleg az alá csökkenti). Több oka lehet annak, ha a növény hőmérséklete a léghőmérséklet fölé emelkedik. A legkézenfekvőbb ok a vízhiány, mely detektálása a növényhőmérséklet gyakorlati alkalmazásában a leggyakoribb felhasználási kört képviseli. Ha a vízhiány kizárható, akkor a növény hőmérsékletének növekedése valamilyen külső, kedvezőtlen környezeti tényezőre – stresszorra – adott válaszreakció, s a jégeső a lehetséges stresszorok egyike lehet.

A korábbi irodalmakban főképpen a jégeső hosszú távú hatásait, legfőképpen az általa okozott terméskiesés nagyságát tanulmányozták. Jóval kevesebb azon publikációk száma, melyek a folyamatot a természeti csapás bekövetkeztétől követnék nyomon, s a terméscsökkenést kiváltó jégszemcsék által módosított életfolyamatokat is elemzésbe vonnák. Jelen megfigyelés célja a jégeső két felszínhőmérsékletben, a növény- és talajhőmérsékletben előidézett változásainak meghatározása volt. Elemzéseink mind a mesterséges, mind a természetes jégeső hatásának megfigyelésére kiterjedtek.

Anyag és módszer

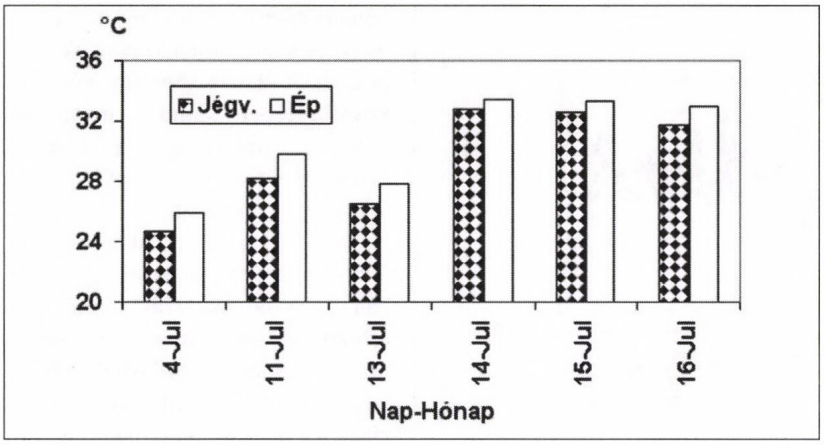
A vizsgálatokat a Veszprémi Egyetem keszthelyi kísérleti telepén lévő kukorica állományban végeztük természetes és mesterségesen szimulált jégverést követően 1998-2000 között.

1998-ban június 22-én volt jég, rendkívül nagy mennyiségű, 47,4 mm folyékony csapadék kíséretében. A kora délutáni zápor 8 percig tartott, s nagyon heves volt. Az átlagos jégszemcse átmérő 8-10 mm volt, a legnagyobb jégdarabok tömege - méréseink szerint- elérte a 0,47-0,49 kg-ot. A kártétel nemcsak Keszthelyre, hanem annak környékére is kiterjedt. Kísérleti területünkön a jég akkora kárt okozott a növényekben, hogy későbbi méréseinkben a legnagyobb problémát a kontroll, vagyis az ép levelek keresése jelentette.

A mesterséges jégverést 1999-2000-ben a levelek hosszanti irányú tépésével idéztük elő, amelyhez egy 2x2cm-es távolságra szögekkel bevert fa lapot mintegy fésűként alkalmaztunk. A tépést a Keszthely környékén leggyakoribb jégesőt hozó hónapban, július közepén végeztük.

A tépett növények egy részét evapotranszspirométer tenyészedényeiben neveltük, amivel a jégverés párolgásban előidézett módosítását kívántuk számszerűsíteni. A párolgást napi összegekben határoztuk meg.

A növényhőmérsékletet expedíciós jelleggel, RAYNGER típusú infrahőmérővel mértük a választott minta-napokon, óránkénti gyakorisággal. A hőmérő vízszintessel bezárt szöge 30°, az emissziós tényező 0,96 volt. A mintavételezésnél állományról gyűjtöttünk adatokat, mely mindig állományzáródás után történt, ezért a mért hőmérsékleteket a továbbiakban növényhőmérsékletként kezeljük. A természetes jégverés után kontroll állomány hiányában csak a levelek hőmérsékletének mérésére volt lehetőség. A másik elemzésbe vont hőmérséklet a talajfelszín hőmérséklete volt, amelynél a talaj felszíni rétegének hőmérsékletét a kukorica sorok között a parcellák területét bejárva, s néhány cm-rel a talaj felett infrahőmérővel pásztázva mértük *(Anda 1993)*. Az emissziós tényező a helybeli Ramann-



1. ábra: A természetes jégverés hatása a növény hőmersékletére. Ép és Jégv. az egészséges és a sérült csőleveleket jelenti.

féle barna erdőtalajon 0,90 volt. Ez a talajra vonatkozó, korábbi megfigyelési gyakorlattól eltérően nem pontszerű hőmérsékletet, hanem a parcellák területi átlag értékét eredményezték.

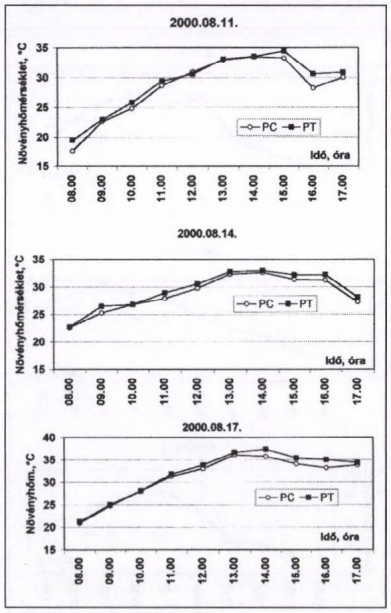
A tenyészidőszak végén megmértük a kezelések termés száraz anyagát, amelyet 60°C-os súlyállandóságig történő szárítást követően határoztunk meg.

Eredmények

A természetes jégverés hatása a levél hőmérsékletére

Az 1998-as jégverés kártétele rendkívüli mértékű volt. A leveleket a jég szinte kivétel nélkül rongyosra szabdalta, a száron foltokban fellépő nekrotikus tünetek jelentkeztek. A növények túlélésüket egyedül a jégverés időpontjának köszönhették, mert a csapás a kukorica számára kevésbé érzékeny periódusában, 4-6 leveles állapotában lépett fel, aminek következtében új levelek képzésével az állomány mintegy két héten belül regenerálódhatott. A termés mennyisége azonban utalt a kártételre, mivel a kukorica kezelései ebben az évben kb. a felét produkálták szokásos termésüknek.

Közvetlenül a természetes jégverést követően mértük a kukorica csőlevél hőmérsékletét a jégvert és az épen maradt leveleken. A csőlevél választásával a levelek korának azonosságát biztosítottuk. A mintanapok mindegyikén azt tapasztaltuk, hogy a károsodott levelek hőmérséklete átlagosan 0,6°C-kal elmarad az egészségesekétől (*1. ábra*). A mintanapokat a katasztrófát követő két héten belül jelöltük ki. Ebben a periódusban már kialakulhatott a levélsebzések helyén a pararéteg, amely teleszívhatta magát vízzel (a csapadék a jégesőt követő időszakban is bőséges volt) és a fokozott párolgás csökkenthette a sérült levelek hőmérsékletét. A természetes jégverésnél nem állomány-, hanem minden esetben csak egyedi levél hőmérsékletét tudtuk mérni.

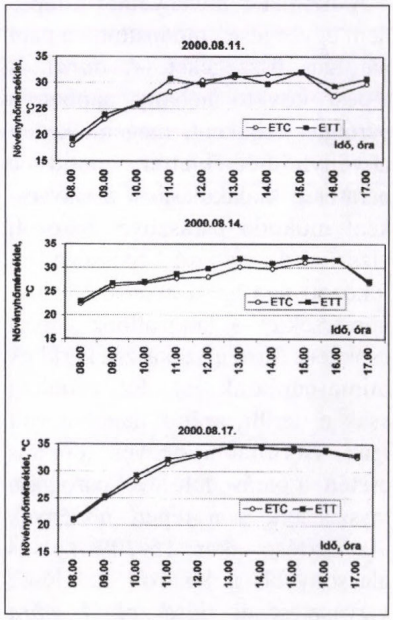


2. ábra: Növényhőmerséklet alakukása a jégvert parcellákon PC: kontroll parcella, PT: tépett parcella.

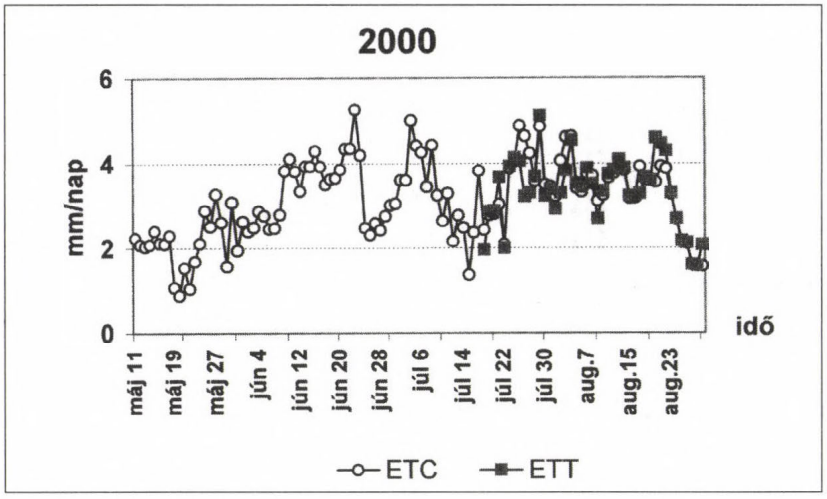
Mesterséges jégverés növény- és talajhőmérsékletre gyakorolt hatása

1999-2000-ben az egymáshoz közeli, kb. azonos időjárású mintanapjainkat a szimulációt követő hónap, augusztus egy szárazabb periódusában jelöltük ki, s a mért értékeket mindkét hőmérsékletre ezeken a napokon szemléltetjük. Tekintettel arra, hogy az 1999-ben mért szimulált jégverés okozta növény- és talaj-hőmérséklet változások iránya megegyezett a 2000-ben mértekkel, ezért azok bemutatásánál csak a 2000-ben mértekre szorítkozunk.

A három választott mintanap során a liziméter „Ad libitum" vízellátása a növényhőmérsékletet napi átlagban 0,7°C-kal csökkentette. Mindkét vízellátási szinten, a liziméter tenyészedényeiben élő, valamint a szabadföldi parcellán lévő kukorica növényhőmérséklete a jégverés mechanikai kártételének szimulációja következtében csökkent (*2. és 3. ábra*). A károsí-



3. ábra: A növényhőmerséklet a jégvert liziméter edényeiben. ETC: ép levelű kezelés, ETT: tépett levelű kezelés a liziméter tenyészedényedényeiben nevelt kukoricán.

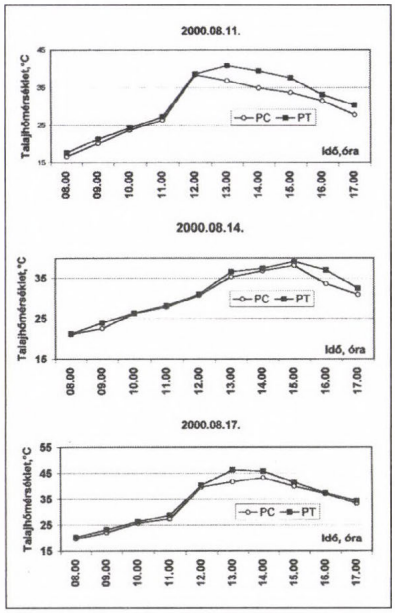


4. ábra: A párolgás alakulása 2000. tenyészidőszakában.

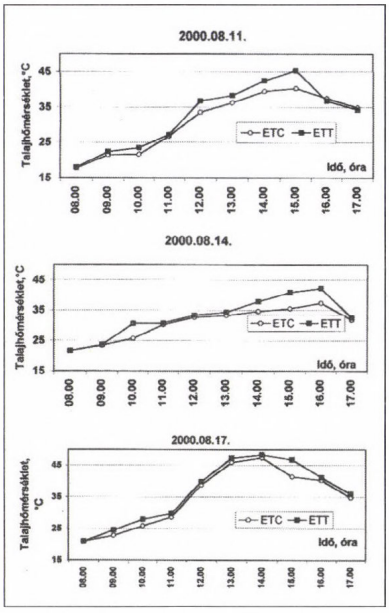
tott és ép állományok hőmérséklet alakulását azok óránként mért napi változásai tartalmazzák. A lizimeter növényeinek napi átlaghőmérsékletét a tépés – melynek mértéke az 1998-as év természetes jégverését próbálta szimulálni,- 0,5°C-kal mérsékelte. Ugyanez az érték a szabadföldi parcellán azonos irányú, de néhány tized fokkal magasabb, 0,8°C volt, a délutáni órákban tendencia jelleggel még nagyobb, esetenként az 1°C-ot is meghaladó eltérésekkel.

A lizimeter növényeinél a tépés nem egységesen módosította a napi párolgás összegeket (*4. ábra*). A tépést követő néhány napban a párolgás csökkent, megemelkedett növényhőmérséklettel, majd a pararéteg kialakulásával a szivacsként működő paraszövet fokozott vízszívó és víztartó képessége, ill. fokozott párolgása miatt a növényhőmérséklet a kontrollhoz képest csökkent (erre a szakaszra kerültek minta-napjaink is). Ez azonban csak a derült, száraz napokra volt igaz. Borultabb, nedves időjárás esetén a parásodott levél párolgása visszaesett, s a tépett növények vízvesztése akár 15-20%-kal is alacsonyabb a kontroll kezelések vízvesztésénél (*lásd. pl. 4. ábra aug. 20-a körül*). Mivel ezeken a napokon az infrahőmérő használata nem javasolt, ezért a hőmérsékletet a párolgásból tudnánk csak valószínűsíteni. A tenyészidőszakban mért összes vízfogyasztás valószínűleg a jégvert növények időjárási helyzettől függő eltérő irányú párolgás változása miatt a tépés követ-keztében alig, mindössze 10% körüli értékben változott. Ez a lizimeter hibáját tekintve elenyésző különbség arra hívta fel figyelmünket, hogy érdemes, sőt szükséges a jégverés párolgásra gyakorolt hatását az időjárás függvényében elkülönítve tanulmányozni.

A talajhőmérséklet jégverés előidézte változásának iránya éppen ellenkező volt, mint a növényhőmérsékletben mérteknek (*5. és 6. ábra*). A károsodott állományok talaja a tépés okozta struktúra változás következtében mindig melegebb volt. A megszaggatott levelek néhány napon belül elvesztik eredeti állásukat, sajátosan a szár felé hajlanak, aminek következtében az állomány a nyitottabbá válik. A jobban behatoló sugárzás a talajt is erőteljesebben felmelegíti. Különösen magas napállásnál szembetűnő a károsított állományok talajának jelentősen (több fokkal) magasabb hőmérséklete. A három mérési nap átlagában a lizimeterben 1,9°C-kal, a parcellán 1,5°C-kal volt magasabb a jégvert kezelés talajának hőmérséklete, mely jelentősen meghaladta a növényhőmérsékletben mért jégverés okozta változást.



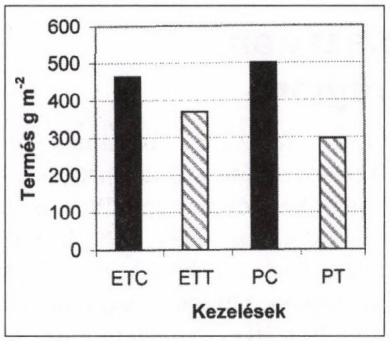
5. ábra: A talajhőmérséklet alakulása a jégvert parcellákon.



6. ábra: A talajhőmérséklet a jégvert lizimeter edényeiben.

A termés csökkenése

1998-ban a természetes jégverés hatását a termésben - kontroll állomány hiányában- még megbecsülni sem tudtuk. A 2000. évre vonatkozó produkció értékeit a *7. ábra* tartalmazza. A jégverés szimuláció a lizimeterben nevelt növények termését 20,2%-kal, a szabadföldi parcelláét kétszeresen,



7. ábra: A termés alakulása 2000-ben.

40,5%-kal csökkentette. Ez a terméskiesés feltételezi, hogy a kártétel mértéke igen erőteljes lehetett, hasonlóan az 1998-as év természetes jégverésénél tapasztaltakkal. 1999-ben valószínűleg a kedvezőbb, csapadékosabb évjárat miatt a terméskiesés kb. a fele volt, mint amit 2000-ben mértünk. Ismételten utalunk rá, hogy a vizsgálat célja nem a már sokak által tanulmányozott jégverés termésben okozott kártételének meghatározása, hanem a terméshez vezető életfolyamatok intenzitását alapvetően meghatározó növényhőmérsékletben okozott módosításoknak a korábbiaknál szélesebb körű megismerése volt. A termést csak mint egy háttértényezőt határoztuk meg, s a változásából következtetést nem kívántunk levonni.

Anda Angéla, Decsi Éva Kincső és Vercz Balázs

Veszprémi Egyetem Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar Talajtani és Vízgazdálkodási Tanszék, Keszthely.

IRODALOM

Anda, A. 1993. Surface temperature as an important parameter of plant stand. Időjárás 97. 4: 259-267.

Duran,J.M.- Retamal N.-Hierro,J.-Rodriguez-Almazan,E.-Del-Hierro,J. 1994. La simulacion de danos de granizio en especies cultivadas, Esc. Tecn. Superior de Ingen. Agron.63. 740:214-218.

Dwyer,L.M.- Stewart,D.W. Evenson,L.-Ma,B.L. 1994. Maize growth and yield following late summer hail. Crop Sci. 34:1400-1403.

Jackson,R.D.-Idso,S.B.-Reginato,R.J.-Pinter,Jr.,P.J. 1981. Canopy temperature as a crop water stress indicator. Adv. Irrig. 1:43-85.

Molnár, K. 1988. Az 1987.július 25-i baranyai jégverés története. Légkör 33.1.:33-36.

Muro,J.-Mateo,J.M.-Alberdi,C.-Beaumont,E.-Gonzalez,J. 1990. Simulacion de danos de pedrisco en maiz. Invest. Agraria Prod. Vegetales. 2:325-336.

Peterson T.A. 1982. The effect of simulated hail damage -defoliation and stand reduction- on corn. M.S. Thesis, Univ. of Nebraska, Lincoln, NE.

Shapiro,C.A.-Peterson,T.A. Flowerday,A.D. 1986. Yield loss due to hail damage on corn: a comparison of actual and predicted values. Agron. J. 78:585-589.

Trappeniers,G.-Ledent,J.F.-Fayt,O.-Nijs,A. 1992. Effects of simulated hail damage on yield of forage maize. J. Agron. Crop Sci. 168:13-19.

Váradi,F. 1991. Budapest jégesői 1951-1990 között. Légkör 36.3-4:15-18.

Wirth, E.–Zakócs, J.–Földvári, J. 1985. Jégesők, jégkárok, védekezés, biztosítás. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

OLVASTUK... Egy korszak vége

Az első földi eredetű galaktikus felfedező műhold, a Pioneer 10, hosszú pályafutásának végéhez közeledik. A NASA 1972. március 2-án indította, és ez volt az első mesterséges égitest, amelyik 1973 decemberében elrepült a Jupiter mellett. Most, több mint 11 milliárd km távolság-ra lévén a Földtől, egyike azon négy műholdnak, amelyeknek sebessége elegendő a naprendszer elhagyására. (A másik három: Voyager 1 és 2, valamint Pioneer 11).

A Pioneer 10 antennáit eddig félévenként kellett utánállítani, hogy azok a Földre irányuljanak. 2000 júliusában azonban kudarcba fulladt a művelet, majd a földi irányítás minden kapcsolatot elvesztett a műholddal, amelynek nukleáris telepei valószínűleg nem termelnek elegendő energiát.

Ha a Pioneer 10 továbbra is hallgat, azért csillagközi nagykövet gyanánt marad még egy utolsó küldetése: Ha egy idegen civilizáció valaha is találkozik vele, gravírozott fémlemezt talál a fedélzetén, amely mutatja a mesterséges égitest útját a tejútrendszeren át, amelybe a mi naprendszerünk is tartozik.

A NASA nehéz döntésre kényszerül, amikor egy elöregedett, de még üzemképes műholdat végleg kikapcsol, hogy új programokhoz gyűjtsön pénzügyi támogatást. De azért vannak kivételek: Az (1960-as évek második felében felbocsátott) ATS-3 kísérleti távközlési műhold például ilyen. Üzemanyaga már elfogyott (pályakorrekcióra tehát nincs lehetősége), de olyan földszinkron pályán kering, hogy naponta több órán át látja a Déli Sarkot. A NASA-nak nincs pénze az ATS-3 üzemeltetésére, de a National Science Foundation finanszíroz egy földi állomást, hogy segítségével az Antarktiszon dolgozó kutatók napi rendszerességgel kommunikálhassanak a világ többi részével.

Az ATS-3-nak magyar vonatkozásai is vannak. Az amerikaiak a 36.000 km magasságú, az Amazonas torkolata feletti földszinkron pályára állított távközlési műhold hatósugarát és a vétel minőségét annak idején nemzetközi összefogással vizsgálták. A kísérletbe 1967/68-ban az Országos Meteorológiai Intézet is bekapcsolódott. A Pestlőrinci Aerológiai Obszervatórium vevőállomása bizonyult a legtávolabbi helynek Európában, ahol az ATS-3-ról sugárzott monoszkópot (vizsgálóábrát) és időjárási térképeket fotóregisztrálóval még venni lehetett. Az akkoriban rögzített anyagot – mint értékes tudománytörténeti dokumentumot – ma már a Meteorológiai Múzeum őrzi. (A szerk. megjegyzése).

Popular Science, 2001. június

Mezősi Miklós

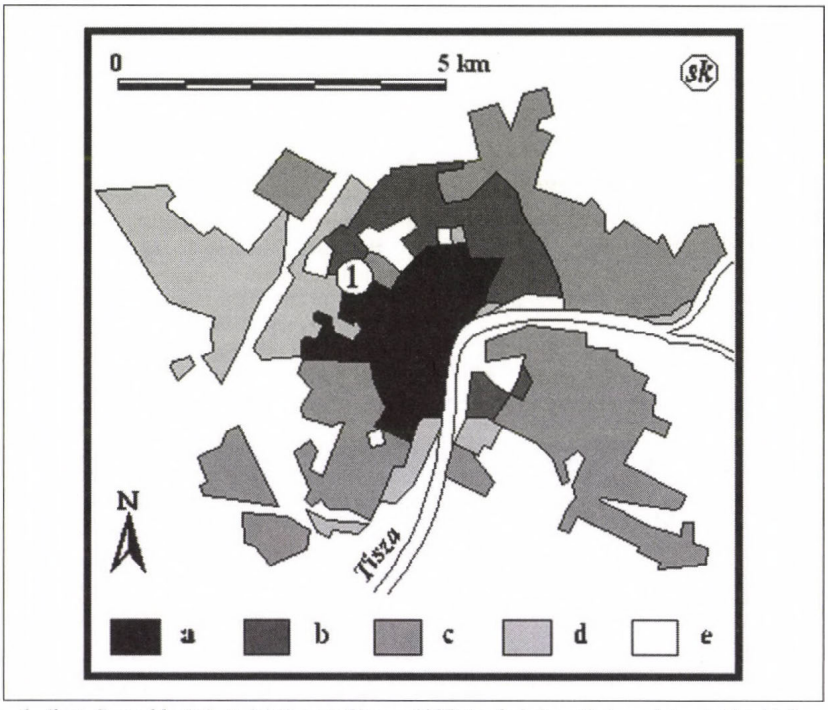
Levegőminőségi trendek Magyarországon, különös tekintettel a dél-alföldi régióra

1. Bevezetés

A légszennyezés az egyik legfontosabb környezetvédelmi probléma, mely főként a városokra koncentrálódik. Az emberi tevékenység általában a szennyezőanyagok fokozatos felhalmozódásához vezet. A levegőminőség rosszabbodásának lehetséges okai a városok népességnövekedése és - ezzel összefüggésben - a beépített területek arányának növekedése. A népességnövekedés jelentős részben a városokba történő betelepülésből származik. Az egyre növekvő városi népesség, a fokozódó iparosodással és energiafogyasztással, valamint a folyamatosan bővülő közlekedési hálózattal és az egyre sűrűbb forgalommal növeli a légszennyezést, mely mind komolyabb kihívás lesz a túlélés érdekében. Mint ismeretes, a gépjárműforgalom az egyik legfontosabb légszennyező forrás, mely jelentősen befolyásolja a levegőminőséget a sűrűn lakott városi régiókban. Ehhez járulnak még az épületek fűtéséből származó emissziók, melyek szerepe a téli hónapokban jelentős. A légszennyezés káros az épületekre, a gépekre és műszaki berendezésekre, továbbá komoly egészségkárosodást is okozhat. A légszennyezéssel kapcsolatos problémák jelentősége és természete függ a város méretétől, valamint földrajzi tényezőktől (éghajlat, helyi meteorológiai viszonyok az adott időpontban, földrajzi helyzet, domborzat), valamint társadalmi aspektusoktól (meglévő környezetvédelmi szabályozók, várostervezési döntések) *(Mayer, 1999)*. A városi levegő kutatásának széleskörű irodalma van. A cikkek témái szerint a szerzők vizsgálják a légszennyező paraméterek jellemzőit, vagy térbeli és időbeli változékonyságukat elemzik. A légszennyező anyagok változékonysága közötti statisztikai összefüggések tanulmányozásának, valamint az emissziók szabályozására irányuló rendelkezések hatásvizsgálatának is jelentős irodalma van. Mások elemzik a légszennyező anyagok és a meteorológiai paraméterek kapcsolatát, vagy különleges módszerekkel értékelik a városi levegőminőséget és a speciális levegőminőségi indikátorokat.

E dolgozat célja - figyelembe véve a fenti csoportosítást - komplex: nevezetesen, a légszennyező paraméterek térbeli és időbeli jellemzőinek, valamint statisztikai kapcsolatainak meghatározása, továbbá a meteorológiai elemekkel való összefüggésük vizsgálata.

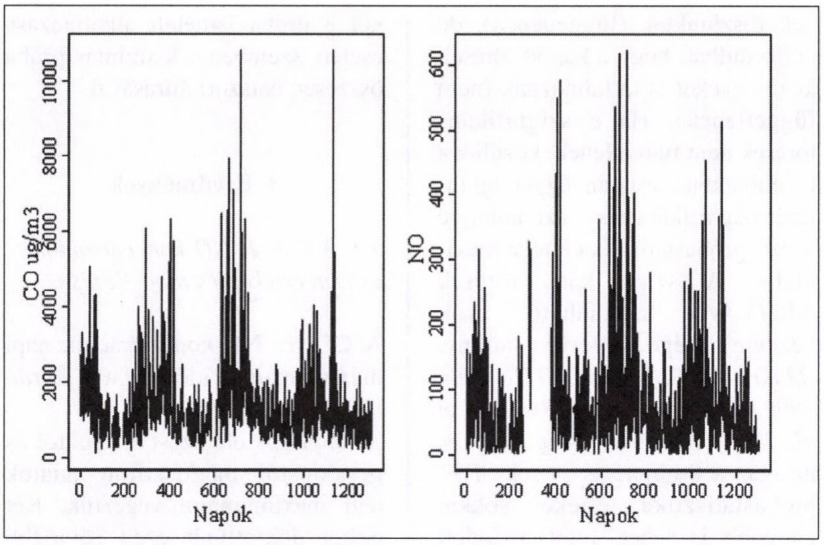
A tanulmány adatbázisa részben egy a Szeged belvárosában (a Kossuth Lajos sgt. és a Damjanich u. - Teréz u. forgalmas útkereszteződésében) található automata levegőminőségi állomásról származik az 1997-1999 közötti időszakból, s a következő elemek tömegkoncentrációit tartalmazza: CO, NO, NO_2, SO_2, O_3 és a lebegő részecskék (total suspended particulate = TSP) ($\mu g\ m^{-3}$) *(1. ábra)*. A



1. ábra: Szeged beépítettségi típusai (Unger, 1997) (a: belváros (2-4-emeletes épületek); b: lakótelepek előregyártott betonelemekből (5-10-emeletes épületek); c: különálló épületek (1-2-emeletes épületek); d: ipari területek; e: zöldterületek; (1): automata levegőminőségi állomás)

gáz analizátorokat két ponton kalibrálják. Ezek egyike a 0-pont, melynek beállítása automatikusan, minden 24 órában történik. A másik kalibrációs pontot kéthetenként egy alkalommal, hiteles anyagmintával állítják be. Az ózonműszer kalibrálását gáz fázisú titrálással végzik. A TSP mérésének hitelesítése negyedévenként egy alkalommal történik.

Személyi számítógép végzi a műszerek ellenőrzését és tárolja az adatokat. A számítógép először egyperces átlagokat képez a tíz másodpercenkénti mérésekből.



2. ábra: A CO és NO koncentrációk napi maximumai. Szeged belvárosa, automata levegőminőségi állomás, 1997. január 1. - 1999. december 31.

Aztán 30-perces átlagokat állít elő, s azokat tárolja.

Az adatbázis másik része egy szegedi és csongrád megyei állomásokat magába foglaló ún. RIV (Regionális Immisszió Vizsgáló) hálózatból származik. Innen az NO_2 és SO_2 havi átlagos koncentráció értékeit, valamint az ülepedő por havi összes mennyiségét (g / m^2 / a hónap napjainak száma) elemeztük az 1985-1999. közötti időszakra.

1.1. Szeged földrajzi helyzete, éghajlati és domborzati viszonyai

Szeged a 20°06'K és a 46°15'É földrajzi koordináták metszéspontjában, a Tisza és a Maros összefolyásánál fekszik. Délkelet-Magyarország legnagyobb városa, mely az Alföld déli részén, h=79 m tszf. magasságban található. Lakossága kb. 155.000 fő, s a beépített terület nagysága 46 km^2. Az évi középhőmérséklet 11,2 °C, míg a januári, illetve a júliusi középhőmérsékletek -1,2 °C, illetve 22,4 °C. Ami néhány meteorológiai elem évi átlagértékét illeti, a csapadékösszeg 573 mm, a relatív nedvesség 71 %, a szélsebesség 3,2 m s^{-1}, míg a napfénytartam 2102 óra. A városszerkezet körutas-sugárutas - tehát viszonylag egyszerű, melyet a Tisza szel ketté. A városszerkezetből adódóan a gépjárműforgalom - következésképp a légszennyeződés is - a városközpontban koncentrálódik. Az ipari területek elsősorban a város északnyugati részén találhatók. Ily módon az uralkodó nyugatias-északnyugatias szelek erről a területről származó szennyezett levegőt szállítanak a városközpont felé.

2. Módszerek

2.1. Extrém érték analízis

A szennyezőanyag-koncentrációk egyidejű, szélsőségesen magas szintjei előfordulási valószínűségeinek becslése különösen nehéz feladat. Ehhez először az egydimenziós eloszlásokat, majd az extrémumok kétdimenziós együttes viselkedését modelleztük a CO-NO párra. A cikkben az extrém értékek összefüggéseire koncentrálunk, azaz azon esetek vizsgálatára, amikor egyidejűleg mindkét szennyezőanyag magas koncentrációban fordult elő. *Coles, et al. (1999)* áttekinti az extrém érték elemzés során alkalmazható függőségi mérőszámokat, s mi is az ő eljárásuk elemeit követtük.

Az együttes eloszlást a logisztikus kétdimenziós extrém érték eloszlással modelleztük, amelyre a mindkét koordinátában magas koncentráció értékek előfordulási valószínűségét a

$$P(X > x, Y > y) = \exp\{-(x^{1/r} + y^{1/r})^r\} \quad (1)$$

képlet adja meg, ahol $0 < r < 1$ a paraméter.

Mivel az extrém érték analízis módszerei elsősorban független, azonos eloszlású megfigyelésekre alkalmazhatók, ezért a vizsgálataink alapját képező adatbázisokból el kellett távolítanunk a lineáris trendet és a periodikus részt. (Ez utóbbit a napi maximumokra illesztettük, mert így világosabban kirajzolódnak a változások, és az extrém-érték elemzéshez amúgy is ezt az adatbázist használtuk.) Az adatsorok természetszerűen évente ciklikusan változnak és megfigyelhető a fennmaradó rész tendenciaszerű változása is. Ez lineáris trenddel megfelelően modellezhető volt *(2. ábra)*.

2.2. A klasszikus kétmintás próba új interpretálása

Kidolgoztunk egy módszert annak meghatározására, hogy szignifikáns különbség mutatható-e ki két normális eloszlású, nem független statisztikai minta átlagértékei között *(Makra et al, 2000a)*. A kifejlesztett

$$PS^{(1)} = \frac{\overline{M} - \overline{m}}{\sqrt{\frac{N-n}{N \cdot n}} \cdot \sigma} \quad (2)$$

valószínűségi változó standard normális [N(0,1)] eloszlású, ahol $\overline{M}$ az N elemszámú teljes minta átlagértéke, $\overline{m}$ az n elemű részminta átlaga (utóbbi minta részét képezi az előbbinek), valamint σ a két minta közös szórása (feltételezzük, hogy azok megegyeznek).

A standard normális eloszlás eloszlásfüggvényének táblázatából egy adott p számhoz (0<p<1) meghatározhatjuk azt az x_p értéket, amelyre

$$P\left(\left|\frac{\overline{M}-\overline{m}}{\sqrt{\frac{N-n}{N\cdot n}}\cdot\sigma}\right|>x_p\right)=p \qquad (3)$$

Ha a fenti standard normális eloszlású valószínűségi változó abszolút értéke nagyobb, mint x_p, akkor $\overline{M}$ és $\overline{m}$ szignifikánsan különböznek. Azt a feltevést (0-hipotézist), mely szerint nincs különbség közöttük, p valószínűségi szinten elvetjük. A szignifikancia próbákat a p = 0,01 valószínűségi szintre végeztük el.

Fenti módszer - mely a klasszikus kétmintás próba új interpretálása – lehetővé teszi, hogy azonosítsunk egy mintában alperiódusokat, ún. „törés"-eket, melyek átlaga szignifikánsan nagyobb vagy kisebb, mint a teljes mintaátlag. A $PS^{(1)}$ próbastatisztika *(2. egyenlet)* normális eloszlása elégséges feltétele a módszer alkalmazásának. Ugyanakkor nem feltétlenül szükséges, hogy a minta normális eloszlású legyen. Ugyanis elég nagy elemszámú minta esetén a centrális határeloszlástétel szerint a mintaelemek (valószínűségi változók) összegének sűrűségfüggvénye közel normális, függetlenül attól, hogy milyen az alapul vett minta eloszlása. A feltétel, hogy a valószínűségi változók függetlenek legyenek és legyen szórásuk (mindkét feltétel teljesül). Ily módon, elég nagy elemszámú mintára alkalmazható a módszer akkor is, ha a minta nem normális eloszlású. Azaz, a normalitás elegendő, de nem szükséges feltétele a módszer alkalmazásának.

A Makra-próba a *3. egyenletet* az összes lehetséges n elemű részmintára megoldja, ahol n = 3, 4, ... , N–1; és adott, n elemű részminta esetén annak kezdőeleme a teljes minta 1., 2., ... , (N–n). eleme. A próba végrehajtásakor a kapott szignifikáns törések lehetnek diszjunktak (függetlenek), de előfordulhat, hogy a kapott törések közös éveket is tartalmaznak (nem függetlenek). Ha e szignifikáns törések nem függetlenek, közülük a továbbiakban csupán egyet tekintünk szignifikánsnak – azt, amelyre a $PS^{(1)}$ próbastatisztika értéke maximális. A szignifikáns törések feltárásával megadható azok kezdete, vége, illetve tartama *(Makra, 1999; Makra and Horváth, 1999; Makra et al., 2000b; Tar et al., 2001)*. Azonban - még akkor is, ha igaz a 0-hipotézis - sok $PS^{(1)}$ próbastatisztika értéke sokkal nagyobb is lehet, mint az adott szignifikancia-szinthez tartozó χ_p kritikus érték. Vagyis a maximumok eloszlása már nem egyezik meg az egyedi $PS^{(1)}$ statisztikák standard normális eloszlásával. Ily módon a törések korrekt detektálása további vizsgálatot igényel *(Szentimrey et al., 1992)*.

A 3. próbastatisztika a teljes átlag és a részminta átlag összehasonlítását végzi el egy statisztikai próba segítségével. Erről a lépésről azonban kimutatható, hogy ekvivalens azzal, mintha a részminta átlagot a teljes minta többi elemének az átlagával vetnénk össze, a klasszikus kétmintás próba alapján. Más szóval, a Makra-próbát *(3. formula)* alkalmazhatjuk nem független mintákra, azaz az adott teljes mintára és annak rögzített részmintájára, mely abból adódik, hogy a két mintaátlag különbségét független részminták különbségeként állítjuk elő. Tehát az ismert kétmintás próba megfogalmazható a $PS^{(1)}$ próbastatisztika *(2. formula)* segítségével, mely utóbbinak előnye, hogy a 0-hipotézis már kifejezetten a kérdéses $\overline{m}$ és $\overline{M}$ változókra vonatkozik, és a $PS^{(1)}$ próbastatisztikánál is ezek a változók szerepelnek. A Makra-próba gyakorlati előnye a hagyományos kétmintás próbával szemben, hogy összesen 3 szám módosítását igényli ($\overline{m}$, és n – két alkalommal) minden egyes lépésnél a próba ismételt alkalmazása esetén, szemben a kétmintás próba összesen hatszori átírásával.

3. Eredmények

3.1. A CO- és NO-koncentrációk extrém értékeinek modellezése

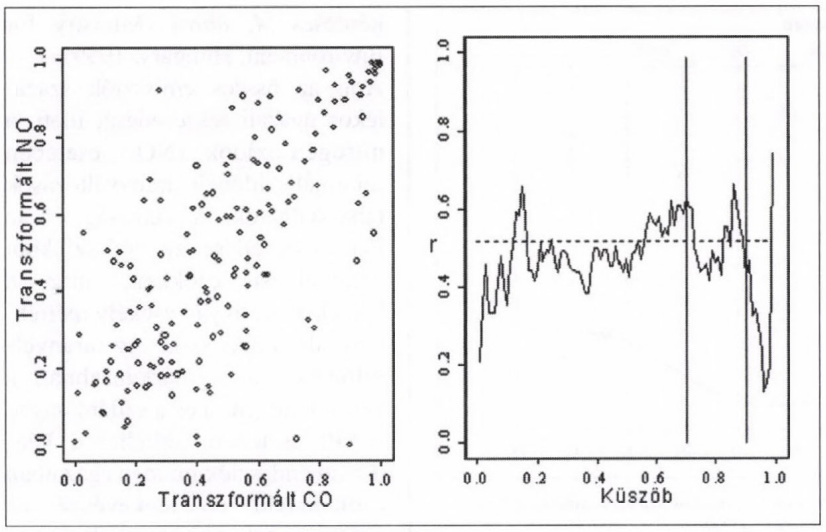
A CO- és NO-koncentrációk napi maximumainak idősorai a *2. ábrán* láthatók.

A tényleges elemzést a trendtől és periódustól megtisztított adatok heti maximumaira végeztük. Két okból döntöttünk ezen rövidebb adatsor vizsgálata mellett: egyrészt, az extrém érték eloszlások jobb illeszkedését várhattuk, másrészt ily módon az összefüggőséget is csökkentettük. A közvetlen egymás utáni napok összefüggőségét részben a szennyezőanyag-terhelés esetenkénti lassú változása, részben a koncentrációkat befolyásoló időjárási helyzetek tartóssága okozza. Ha áttérünk heti maximumokra, akkor ez az összefüggőség csökken. Az extrém érték eloszlások alkalmazásának feltétele, hogy a megfigyeléseink maximumok/minimumok legyenek. Minél hosszabb időszakot választunk, általában annál jobb illeszkedést várhatunk. Mivel a mi esetünkben az adatsor viszonylagos rövidsége nem engedett meg ennél jóval nagyobb ritkítást, ezért vizsgáltuk a hetenkénti maximumok idősorát.

Becsültük az ún. χ farok-összefüggőségi együtthatót:

$$\chi=\lim_{u\to 1}P(Y>u|X>u) \qquad (4)$$

mely igen természetesen jellemzi az extrém értékek összefüggőségét. χ a logisztikus modellnél (1) az r paraméternek is megfeleltethető a következőképpen: $\chi,=2\text{-}2^{1/r}$. Új módszerünk a logisztikus modell illesztésére éppen ezen a megfeleltetésen alapult, valamint azon a



3. ábra: A mindkét változóban egyenletes eloszlásúra transzformált adatok (1. kép); az r becsült értékeinek függése a küszöbértéktől (2. kép; a függőleges vonalak közötti értékek átlaga adta a javasolt becslés-értéket, ezt szaggatott vonal jelöli). Szeged belvárosa, automata levegőminőségi állomás, 1997. január 1. - 1999. december 31.

tényen, hogy χ-re könnyen adható természetes becslés. Mielőtt becsültük volna ezeket a menynyiségeket, a heti maximumok marginális eloszlásait egyenletes eloszlásúra transzformáltuk *(lásd: a 3. ábra első része)*.

Látható, hogy a koordináták között erős az összefüggés. Az r paraméter becsléséhez egy küszöbértéket definiálunk, s a becslésben csak az adott küszöböt meghaladó megfigyelések játszanak szerepet. A *3.ábra* második részében található görbe az r különböző becsléseit adja meg a küszöbérték függvényében. Mivel minket az extrém értékek összefüggősége érdekel, úgy döntöttünk, hogy a 0,7 és 0,9 közötti küszöböket vesszük figyelembe (lásd: a függőleges vonalakat; a 0,9-nél nagyobb küszöböket azért zártuk ki, mert ott a kis megfigyelésszám miatt nagy a szórás). Első becslésként az ebben az intervallumban kapott értékek átlagát fogadtuk el (r = 0,5155; lásd a vízszintes pontozott vonalat).

Két másik módszerrel is becsültük r-et: maximum likelihood (ML) módszerrel, s egy momentum típusú becsléssel. Az eredmények az *1. táblázatban* találhatók.

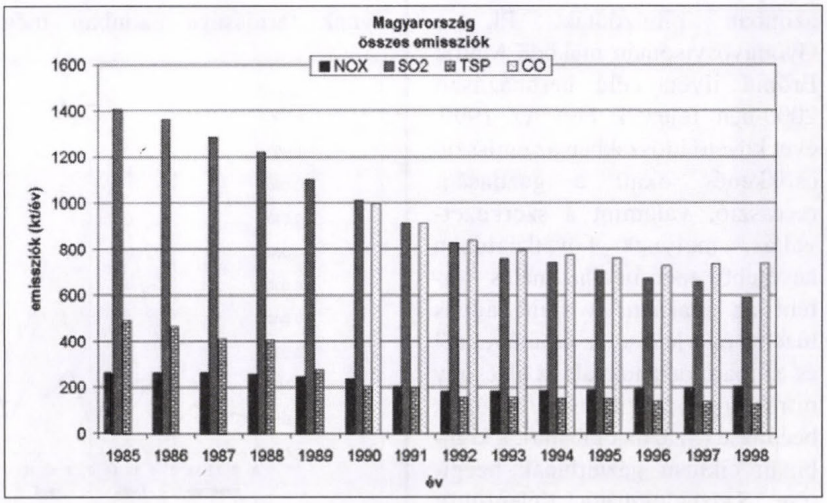
r (CO; NO) ($\mu g/m^3$)	χ-re épülő becslés 0.5155 visszatérési idő, év	maximum likelihood becslés 0.4608 visszatérési idő, év	momentum típusú becslés 0.4951 visszatérési idő, év
(6000; 500)	3,934	3,603	3,802
(8000; 600)	9,333	9,809	10,128
(14000; 900)	105,061	99,460	102,740

1. táblázat: A különböző becslések összehasonlítása a logisztikus modellben

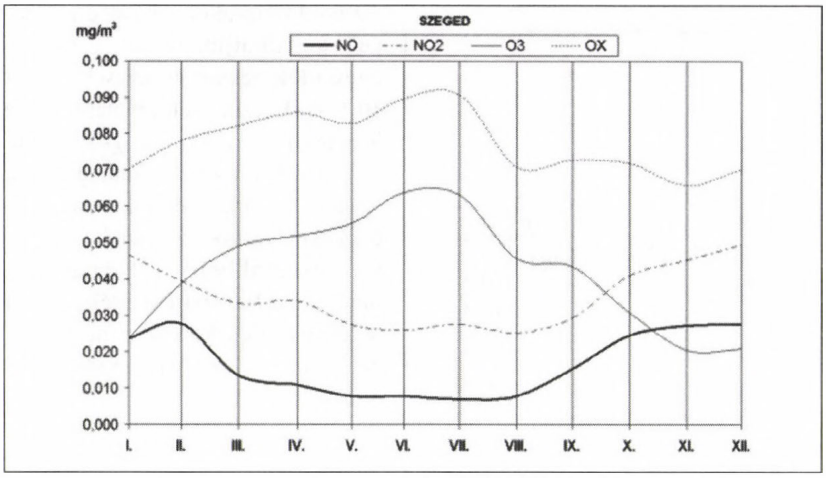
Az eredményeket a következőképpen foglalhatjuk össze: a visszatérési idők becslései kevesebb, mint 10 %-kal térnek el egymástól, s a legnagyobb értéket a χ-re épülő becslés adja. Ez valószínűleg annak tudható be, hogy itt csak a nagyobb értékeket vettük figyelembe, ami a mi esetünkben helyénvalónak tűnik, mivel az extrém érték modell tökéletes illeszkedése nem remélhető (amit az ML módszernél feltételezünk).

3.2. A légszennyező anyagok emissziós idősorai

A légszennyező anyagok emissziói származási forrásuk alapján csoportosíthatók. Ezek a csoportok a következők: lakosság, szolgáltatások, közlekedés, erőművek, egyéb fűtés, ipar és mezőgazdaság. A legfontosabb légszennyező anyagok a kén-dioxid (SO_2), a nitrogén-oxidok (NO_x), a szén-monoxid (CO) és a szilárd légszennyező anyagok, melyek trendjét a *4. ábra* mutatja. Eszerint a kén-dioxid és a szilárd anyag emissziója szignifikáns csökkenést mutat. Ennek fő oka az 1990. évet megelőző időszakban bekövetkezett energiahordozó- és technológiai szerkezetváltás, mely a következőkben nyilvánult meg: a



4. ábra: A nitrogén-oxidok (NO_x), a kén-dioxid (SO_2), az összes lebegő részecseke (TSP) és a szén-monoxid (CO) emissziói Magyarországon, 1985-1998 (Ministry for Environment, Hungary, 1999)



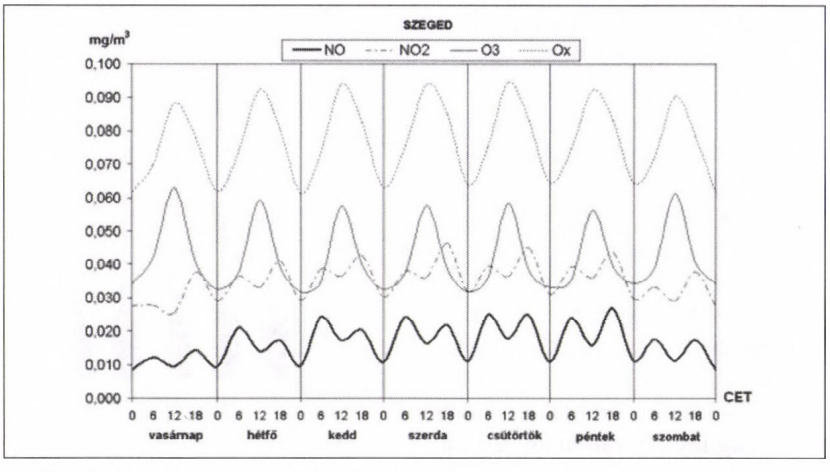
5. ábra: Az NO, NO_2, O_3 és az O_x átlagos évi menete; Szeged belvárosa, automata levegőminőségi állomás, 1997-1999

paksi atomerőmű üzembe állítása, amely napjainkban a hazai villamos energia termelés 37,9 %-át adja (1999. évi adat); az intenzív földgázprogram; a tüzelő- és fűtőolajok kéntartalmának csökkentése; a szénfelhasználás mérséklődése; a kőolaj-feldolgozásban a destruktív technológiák megjelenése, amelynek következtében csökkent a nehézfrakciók aránya, jelentősen megnövekedett a fehérárukihozatal, ezáltal a bitumenben dúsultak föl a szennyezőanyagok, amit nem tüzelünk el; az erőművi rekonstrukciós program beindulása, melynek keretében minden széntüzelésű erőműbe elektrofilter került beépítésre. (Az erőművi környezetvédelmi beruházások azonban elhúzódtak. Pl. a Gyöngyösvisontán működő Mátrai Erőmű ilyen célú beruházásait 2000-ben fejezték be.) Az 1990. évet követő időszakban az emisszió csökkenés okai: a gazdasági recesszió, valamint a szerkezetváltás, melynek következtében kevesebb energiafelhasználás történt az iparban; a fluid ágyas tüzelés elterjedése az erőműveknél és az ipari kazánoknál; az alacsony nitrogén-oxid kibocsátású égők beépítése (Százhalombatta); a kombinált ciklusú gázturbinák beépítése (Százhalombatta, Kelenföld); az energiahordozók árának drasztikus emelése, amely elősegíti az energiatakarékosságot, illetve a racionális energiafelhasználást; az energiatakarékos háztartási készülékek megjelenése (kompakt fénycső, korszerű tűzhelyek, hűtőszekrények, mélyhűtők, forróvíztárolók, mosógépek, stb.; az ólommentes benzin, valamint a katalizátoros gépkocsik megjelenése, illetve elterjedése; a gépkocsik szén-monoxid emissziójának csökkenése a zöldkártya bevezetésével. A nitrogén-oxidok (NO_x) esetében mérsékeltebb a csökkenés, mely az utóbbi években meg is állt, s inkább a stagnálás a jellemző. A szén-monoxid (CO) megfigyelési idősora rövidebb az előzőeknél, csupán mérsékeltebb csökkenése figyelhető meg, amelynek tartóssága azonban még kérdéses *(4. ábra)* (Ministry for Environment, Hungary, 1999).

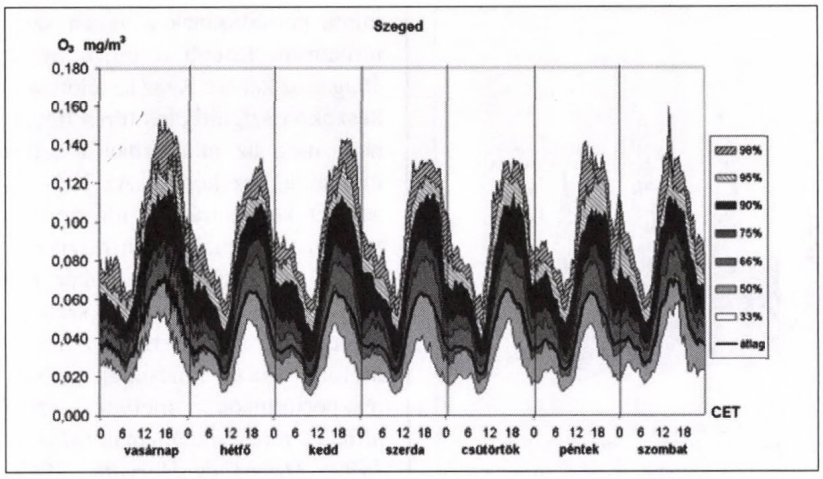
Ami az összes emissziók százalékos ágazati részesedését illeti, a nitrogén-oxidok (NO_x) esetében minimális időbeli arányváltozások tapasztalhatók. A lakosság és az ipar részesedése az emissziókból valamelyest csökken, míg a közlekedésé ugyan csekély mértékben, de növekszik. Az arányeltolódások a legmarkánsabbak a kén-dioxid (SO_2) és a szilárd anyag (TSP) esetében. Jóllehet a kéndioxid emissziók minden ágazatban csökkentek, ez legkevésbé az erőműveknél volt tapasztalható, így ezek részesedése az elmúlt 14 év során megduplázódott. A szilárd anyag emisszióban legmarkánsabb a közlekedés részarányának növekedése, míg a többi ágazatában egyértelmű változás nem mutatható ki. A szén-monoxid (CO) esetében a lakosság százalékos ágazati részesedése csekély mértékben csökkent, míg a közlekedésé ugyanígy nőtt (Ministry for Environment, Hungary, 1999).

3.3. A légszennyező anyagok időbeli változékonysága

Az *5. ábra* az NO, NO_2, O_3 és O_x átlagos évi menetét mutatja a Szeged belvárosában található



6. ábra: Az NO, NO_2, O_3 és O_x átlagos heti és napi menete; Szeged belvárosa, automata levegőminőségi állomás, 1997-1999



7. ábra: Az O_3 valószínűségeloszlásának átlagos heti és napi menete; Szeged belvárosa, automata levegőminőségi állomás, 1997-1999

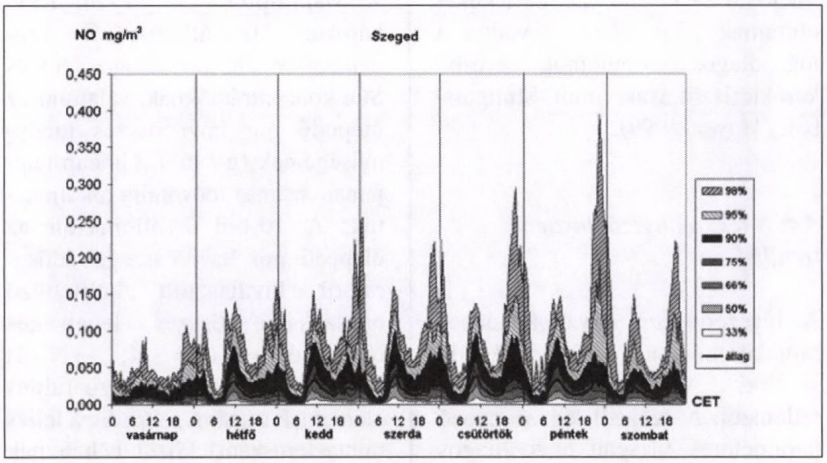
automata levegőminőségi állomáson, az 1997-1999 közötti időszakra. Az O_x - definíciója szerint - az NO_2 és az O_3 koncentrációinak összege. Az O_x koncentráció a légkör oxidatív kapacitásának, potenciáljának becslésére alkalmas. Egyes - régebben ózon mérésére alkalmazott - nedves kémiai (elnyeletŐ oldatos) eljárások valójában inkább O_x koncentráció adatokat adtak.

Az NO elsődleges légszennyező anyag. Évi menete a legmagasabb értékeket novemberben, decemberben és januárban mutatja, január végi maximummal *(5. ábra)*. Az NO-koncentráció nem csupán az emissziótól, hanem az időjárási viszonyoktól is függ: magasabb téli értékei a gyakori inverziókkal jellemezhető stabil egyensúlyi légállapotra utalnak. Az NO évi ciklusának legalacsonyabb értékei nyáron (júniusban és júliusban) fordulnak elő. Ebben szerepet játszik az NO nyári gyorsabb oxidációja, de még fontosabb a légkör intenzív függőleges átkeveredése miatti hígulás. Az NO_2 - mely másodlagos légszennyező, s főként kémiai reakciók révén keletkezik - az NO-hoz hasonló évi menetet mutat. A troposzférikus ózon is másodlagos légszennyező, mely antropogén forrásokból származó elsődleges légszennyező anyagok (közlekedési és ipari eredetű NO_x, és VOC, valamint az oldószerekből származó VOC) fotokémiai reakciói révén keletkezik. Következésképp, az O_3 átlagos évi menete - az O_x-ével együtt - nyári (júniusi-júliusi) maximumot mutat. E légszennyező anyagok évi ciklusa hasonló Stuttgartéhoz *(Mayer, 1999)*.

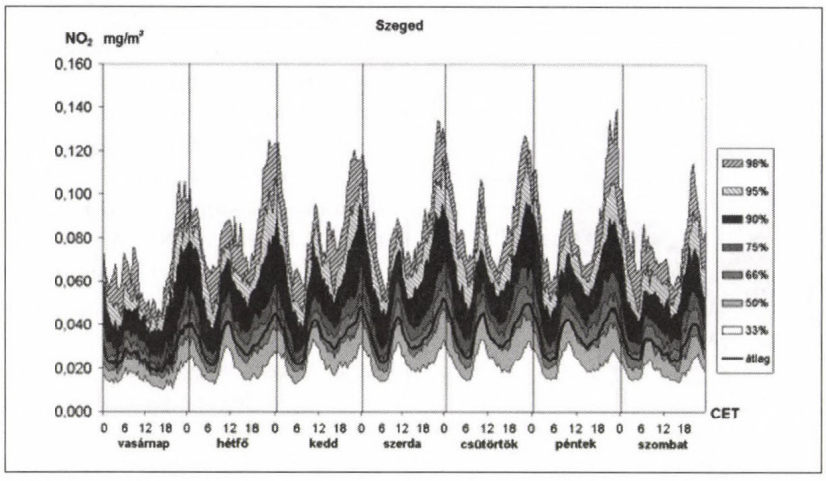
Az NO és NO_2 napi menete *(6. ábra)* kettős hullámot mutat, s az NO napi ciklusának nagyobbak az amplitúdói. A járműsűrűség heti változásából adódóan az NO- és NO_2-koncentráció egyaránt viszonylag magasabb hétköznapokon, mint a hétvégeken. Hétköznapokon az NO átlagos napi változása nagyobb, mint az NO_2-é, mivel az NO_2-nek hosszabb az élettartama, mint a reakcióképesebb NO-nak. Általában az NO-koncentrációk magasabbak reggel, mint az esti órákban. Ez azzal a ténnyel magyarázható, hogy reggel a csúcsforgalmi időszak rövidebb, továbbá reggel a felszínközeli légrétegek stabilabbak, mint este. A kora délutáni alacsonyabb NO-koncentrációk főként az NO ózon általi oxidációjára és a légkör intenzívebb függőleges átkeveredésére (hígulás) vezethetők vissza. Az O_3 napi ciklusa világos napi menetet mutat egyetlen hullámmal. Az O_3 napi menetének maximuma kora délután lép föl, melyet a fotokémiai ózonképződés okoz; míg a napi minimum éjfél után következik be.

Az O_x definíciójából adódóan, annak napi ciklusa hasonló az ózonéhoz. Hétvégeken az O_3-koncentráció átlagos maximum értékei valamivel magasabbak, mint hétközben, azonban ez nem teljesül az O_x-re.

A légszennyező anyagok Stuttgartban mért karakterisztikáival összehasonlítva, azok heti és napi ciklusa Szegeden egyrészt kisebb szélsőértékeket mutat, azaz kisebbek az értékek amplitúdói, másrészt a Szegeden mért értékek kisebbek. Ugyanakkor a napi menetekben jelzett másodlagos szélsőértékek Szegeden csak az NO és NO_2 napi ciklusaiban *(6. ábra)* és csúcsértékeiben *(8-9. ábra)* mutathatók ki, az O_3 megfelelő ábráin *(6-7. ábra)* ezek nem tapasztalhatók.



8. ábra: Az NO valószínűségeloszlásának átlagos heti és napi menete; Szeged belvárosa, automata levegőminőségi állomás, 1997-1999



9. ábra: Az NO_2 valószínűségeloszlásának átlagos heti és napi menete; Szeged belvárosa, automata levegőminőségi állomás, 1997-1999

Szegeden a kisebb szélsőértékek és az alacsonyabb koncentrációk a kisebb forgalommal magyarázhatók. Az NO- és NO_2 koncentrációk legmagasabb értékei a késő esti órákban lépnek föl, míg a másodmaximumok reggel tapasztalhatók *(8-9. ábra)*. Ehhez hasonló képet mutat a közepes NO_2-koncentrációk napi menete *(6. ábra)*. Ugyanakkor az átlagos NO-koncentrációk napi ciklusában a hét elején (hétfő, kedd, szerda) jellegzetes reggeli főmaximum figyelhető meg *(6. ábra)*. Az O_3 közepes napi menetének legmagasabb értékei *(6. ábra)* - csakúgy mint csúcsértékei *(7. ábra)* - a hétvégeken (szombaton és vasárnap) mutatkoznak. Az O_3, NO és NO_2 csúcsértékei alacsonyabb koncentrációkat és kisebb szélsőértékeket mutatnak *(7-9. ábra)*, továbbá a másodlagos extrémumok kevésbé karakterisztikusak, mint Stuttgartban *(Mayer, 1999)*.

3.4. A légszennyező anyagok trendjei

A légszennyező anyagok idősorainak trendjei a levegőminőség idő szerinti változásának fontos jellemzői. A szegedi légszennyező paraméterek vizsgált havi átlagos koncentrációinak idősorai elegendő hosszúak (1997-1999) trendanalízis elvégzéséhez. A továbbiakban meghatároztuk az NO, NO_2, O_3 és Ox trendjeit a Szeged belvárosában található automata levegőminőségi állomás adatai alapján *(Makra és Horváth, 1999; Makra et al, 2000b)*.

Az NO_2-koncentrációk idősora karakterisztikus csökkenő trendet mutat, míg az O_3, NO és O_x esetében nem kaptunk statisztikailag szignifikáns trendeket. Ezen eredmények - az NO kivételével - jó egyezést mutatnak a Stuttgartra megállapított következtetésekkel *(Mayer, 1999)*.

3.5. Szignifikáns törések adatsorok részperiódusaiban

A Makra-próbát a szegedi RIV-hálózat 10 állomásáról rendelkezésre álló havi átlagos NO_2 és SO_2 koncentrációknak, valamint az ülepedő por havi összes mennyiségeinek (g / m^2 / a hónap napjainak száma) idősoraira alkalmaztuk. A 10-ből 7 állomáson az ülepedő por havi összegei idősoraiból kiválasztott különböző hosszúságú összes lehetséges részperiódusok (n = 3, 4, ... , N - 1; ahol n a kiválasztott részperiódus elemeinek a száma, N pedig a teljes mintaelemszám) közül néhánynak az átlagaértéke (n-re egylépéses mozgó átlagokat számolva) a teljes minta periódusának a végén szignifikánsan kisebb a teljes minta átlagához képest. Azaz az adott szakaszokon szignifikáns törés figyelhető meg az átlagokban a teljes mintaátlaghoz képest. Az NO_2- és az SO_2-koncentrációk idősoraiban viszont nincsenek olyan részperiódusok, amelyek átlagai akár pozitív, akár negatív irányban számottevően eltérnének a teljes mintaátlagtól, azaz nincsenek olyan részperiódusok, melyek szignifikáns törést mutatnának *(Makra, 1999; Makra és Horváth, 1999; Makra et al, 2000b)*.

4. Konklúzió

- Az extrém érték analízis erős függőséget mutatott ki a (CO, NO) koncentráció párok között (a többi koncentráció párokra is hasonló eredményt kaptunk) a megfigyelési időszak teljes tartamára. Ebből adódóan a kétváltozós modell alkalmazásával az egyidejűleg igen magas koncentráció-értékekre vonatkozó visszatérési időszakokat sokkal precízebben becsülhettük, mint az egyváltozós analízis segítségével.
- Magyarországon a kén-dioxid (SO_2) és a szilárd anyagok (TSP) emissziói csökkennek.
- Az NO és NO_2 átlagos évi menete (nyári minimum) ellentétes az O_3 és O_x átlagos évi menetével (téli minimum).
- Az NO, NO_2, O_3 és O_x átlagos heti és napi ciklusa alacsonyabb értékeket és kisebb szélsőértékeket mutat egy közepes méretű középeurópai városban (Szeged), összehasonlítva egy fejlett nyugat-európai ország (Németország) nagyvárosával (Stuttgart).
- Szegeden az NO_2 trendje karakterisztikus csökkenést mutat, míg az NO, O_3 és O_x trendjei nem jeleznek szignifikáns változást (a monitoring állomás adatasoraiban).
- A Makra-próba szerint az ülepedő por havi összegei idősorainak

zömében a részperiódusok átlagai törésszerűen csökkennek a teljes adatsor vége felé. Ugyanakkor ez a jelenség az NO_2 és az SO_2 idősoraiban nem mutatható ki (a RIV hálózat állomásainak adatsoraiban).

Az előző pont megállapítása, miszerint Szegeden az NO_2 trendje karakterisztikus csökkenést mutat, valamint ezen pont következtetése, miszerint az NO_2 koncentrációk idősoraiban a részperiódusok átlagai nem térnek el szignifikánsan a teljes minta átlagától, azaz a részperiódusok átlagaiban szignifikáns törést nem tapasztalunk, nem jelent ellentmondást. Ugyanis ha pl. szignifikáns trendet mutatunk ki valamely minta tetszőleges részperiódusában, az még nem jelenti azt, hogy ugyanannak a részperiódusnak az átlagértéke is szignifikánsan eltér a teljes minta átlagától. Az NO_2 koncentrációk idősorában a szignifikáns csökkenő trend a mintaelemek nem törésszerű, hanem fokozatos csökkenése révén valósul meg.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetet mondanak Szentimrey Tamásnak és Viharos Lászlónak a statisztikai konzultációkért, Mika Jánosnak és Lukácsovics Lászlónak hasznos tanácsaikért, valamint Sümeghy Zoltánnak a digitális térképezésért. Megköszönik a lektor lelkiismeretes munkáját. Ez a dolgozat az Oktatási Minisztérium FKFP-0429/1997 és FKFP-0001/2000. számú, illetve az OTKA T-34765 számú pályázati támogatásával készült.

Makra László, Horváth Szilvia
Szegedi Tudományegyetem
Zempléni András, Csiszár Villő, Rózsa Katalin
Eötvös Loránd Tudományegyetem
és Motika Gábor
Alsó Tisza Vidéki
Környezetvédelmi Felügyelőség

HIVATKOZÁSOK

Coles, S., Heffernan, J. and Tawn, J. (1999) Dependence measures for extreme value analyses. Extremes 2, 339-365.

Makra, L., 1999: Concentration of contaminating gases and their connection with large-scale weather situations in Szeged. The Association of American Geographers, 95th Annual Meeting. Abstracts, 376. Honolulu, Hawaii, USA. 23-27th March 1999.

Makra, L. and Horváth, Sz., 1999: Spatial and temporal characteristics of air quality status over a middle-sized urban area. The 15th International Congress of Biometeorology (ICB'99) and the International Conference of on Urban Climatology (ICUC'99), Sydney, Australia. 8-12th November 1999. Proceedings. ISBN 1 86408 543 6

Makra, L., Tar, K. and Horváth, Sz., 2000a: Some statistical characteristics of the wind energy over the Great Hungarian Plain. The International Journal of Ambient Energy. 21/2, 85-96.

Makra, L., Horváth, Sz., Zempléni, A., Csiszár, V., Tar, K., Motika, G., Sümeghy, Z. and Károssy, Cs., 2000b: Spatial and temporal characteristics of air qualitiy status in southern Hungary. 3rd European Conference on Applied Climatology, ECAC 2000, Pisa, Italy. 16-20th October, 2000. Proceedings. CD Session VI.

Matzarakis, A. and Mayer, H., 1995: Air Quality - as Indicator for Life Quality - in Athens, Greece. 1. ECOMOVE Congress "Land Use, Lifestyle and Transport" Documentation. Universität Gesamthochschule Kassel. 248-256.

Mayer, H., 1999: Air pollution in cities. Atm. Environment, 33, 4029-4037.

Mayer, H., 1995: Human biometeorological assessment of climate and air quality for use in urban and regional planning: a new VDI guideline. Prospects for climate-orientated planning in European cities. European Academy of the Urban Environment, Berlin. 75-81.

Ministry for Environment, Hungary, 1999: Data on Hungary's environment. Budapest. ISBN 963 00 2513 2

Szentimrey, T., Faragó, T. and Szalai, S., 1992: Window technique for climate trend analysis. Climate Dynamics, 6, 127-134.

Tar, K., Makra, L. Horváth, Sz. and Kircsi, A., 2001: Temporal change of some statistical characteristics of wind speed over the Great Hungarian Plain. Theoretical and Applied Climatology. (in print)

Unger, J., 1997: Some features of the development of an urban heat island. Studia Universitatis Babes-Bolyai, Geographia, 42/1-2, 125-131.

OLVASTUK...
El Niño előrejelzése?

Csaknem lehetetlen előre jelezni, hogy pontosan mikor érkezik El Niño, a Dél-Amerika partvidékén a tengervíz felmelegedésével együtt járó jelenség, amely azután világszerte szélsőséges időjárást vált ki. A tudósok eddig több adatforrásra támaszkodtak, mint pl. időjárási bóják hálózata, komputer modellek, műholdas megfigyelések, de ezek inkább az El Niño bekövetkezését észlelték és nem azt, hogy mikor lehet számítani a jelenségre. Most azonban felfedeztek egy olyan indikátort, amely akár két hónappal korábban jelzi a Csendes Óceán melegedését, elegendő időt adva a kormányzati szerveknek, hogy felkészüljenek a rendkívüli időjárásra.

A Maryland Egyetem (Baltimore, USA), valamint a NASA Goddard Space Flight Center kutatói 21 évnyi globális időjárási megfigyelést fésültek át, hogy megtalálják az árulkodó jelzést: A két legerősebb El Niño (1982/83 és 1997/98) előtt Indonézia környezetében hirtelen csökkent a csapadék mennyisége. A kutatók hangsúlyozzák, hogy az indonéz aszály csak a legerősebb El Niño előtt jelentkezik.

Popular Science, 2001. június
Mezősi Miklós

A mikroklíma-transpiráció-és nedváramlássebesség kapcsolatrendszere: mérések egy kisérleti cseresznye ültetvényben 2000 nyarán*

1. Bevezetés

"A növény a világ legcsodálatosabb teremtménye. Virginia Woolf azt mondja, hogy az embereket jobban szereti, mint a növényeket. Ha engem ez elé a kérdés elé állítanának, nem tudnék olyan hamar felelni. És ha arra gondolok, hogy a világgal tökéletes összhangban csak erdőben, kertben, réten vagyok, talán amellett határoznék, hogy inkább a növény, mint az ember.

A teremtés eredeti állapotában, az Édenkertben, a növények őrizték a világ spiritualitásának leggyengédebb és legillanóbb olajait. Minden növény tulajdonképpen géniusz, vagyis angyal, s ezt a kis daimont alakjáról, vagy színéről, vagy virágáról, vagy gyümölcséről is felismerhetem, de nem közvetlenül, hanem csak absztraktul, ahogy a szem valamit fel képes ismerni. Közvetlenül az élő növényről csak az orr szerezhet tapasztalatot, mert a legmélyebbet benne az élő olaj mondja meg. Az illat a növényi lét titka."

Nos, mi is a növények csodálói vagyunk, mint *Hamvas (1988)*. Mi is a titkaik után kutakodunk, de az "élő olaj", a "növényi illat", a klíma és a táj kapcsolatrendszerét átláthatatlannak tartjuk. Másrészt, e kapcsolatokat a számok tükrében szeretnénk látni, hogy a csodálatunk színeit és árnyalatait ki is fejezhessük. Nem azért, hogy a növényekből hasznot hajtsunk, hanem azért, hogy a titkaikból tanulhassunk. 2000 nyarán a méréseinkkel a növény élő olajai helyett a xylém* szállító edényeiben áramló nedveket vettük górcsövünk alá. A nedváramlás mértékét összevetettük a növényi párolgással és szemléltük alakulásukat a környezeti tényezők függvényében. A kapcsolatrendszert egy kisérleti cseresznyeültetvényben tanulmányoztuk. A főbb kapcsolatokra és a rendező folyamatokra fényt derítettünk, de maradtak nyitott kérdések is. E tanulmány célja az, hogy e kutatási eredményeinkről röviden beszámoljunk.

* A vizsgálatok részben a T-029867 sz. OTKA téma keretében folytak

2. A mérések

2.1 A mérések helyszíne, időpontja és időjárásviszonyai

A mérések helyszíne Szigetcsép, a Szent István Egyetem Kertészettudományi Kar Kísérleti Üzemének kísérleti cseresznye ültetvénye. Az ültetvény 1989-es telepítésű. Szigetcsép az alföldi klímaterület peremén helyezkedik el, így éghajlata az alföldi főkörzet klímajegyeit mutatja, a kevés csapadék (évi átlag 545 mm) és a rossz vízgazdálkodású talaj miatt a közepesen aszályos területekhez sorolható.

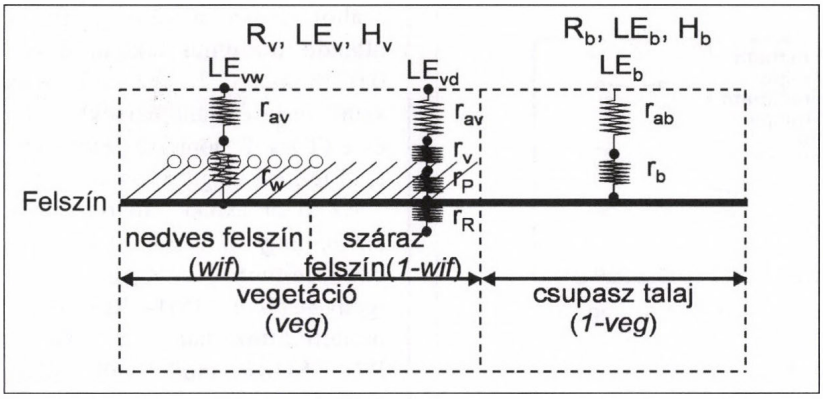
A mérések 2000 július 10-től 13-ig tartottak. Az időjárási viszonyokat hűen tükrözik az *1. táblázatban* megadott állapothatározóértékek. A meteorológiai adatokat a mérések helyszínétől kb. 100 m-re található klímaállomás szolgáltatta, amit jelenleg a Talajtan és Vízgazdálkodás Tanszék üzemeltet. A klímaállomás 1955 óta folyamatosan működik. Azonban, meg kell említeni, hogy egy igen hosszú csapadékmentes és kifejezetten száraz júniusi és július eleji időszak előzte meg a mérések változékony időjárását (borulás majd csapadékhullás július 11-én és a szél fokozatos erősödése július 13-án). E tény alapvetően befolyásolta a cseresznye ültetvény állapotát.

Dátum		07. 10.	07. 11.	07. 12.	07. 13.
Napfénytartam (óra)		11.7	2.4	9.6	5.4
Hőmérséklet (°C)	7.00	12.5	18.7	14.6	14.6
	13.00	24.5	26.7	22.1	21.0
	19.00	25.6	20.3	20.2	19.7
	Napi közép	20.9	21.9	19.0	18.4
	Minimum	9.1	12.5	14.4	13.1
	Maximum	26.7	28.5	23.0	22.0
Relatív páratartalom (%)	7.00	76	66	98	72
	13.00	40	50	59	44
	19.00	34	80	56	43
Felhőzet (okta) 7.00/13.00/19.00		2/0/1	7/8/6	6/7/5	4/6/5

1. táblázat: A mérési napok meteorológiai adatai

2.2 Mikroklímamérések

A talaj fizikai félesége vályogos homok. Az ültetvényre jellemző LAI = 4. A felszín növényzettel való borítottsága 0,95. A négy nap folyamán a meteorológiai megfigyelések a következő állapothatározókra terjedtek ki: globálsugárzás, léghőmérséklet, talajhőmérséklet, légnedvesség, szélsebes-



1. ábra: A PROGSURF modell ellenállásrendszere. Jelmagyarázat: Rv, Hv, LEv = sugárzási egyenleg, szenzibilis hőáram és látens hőáram az állomány felett; LEvw és LEvd = látens hőáram a nedves és a száraz növényállomány felett; Rb, Hb, LEb = sugárzási egyenleg, szenzibilis hőáram és látens hőáram a csupasz talaj felett; rav és rab = aerodinamikai ellenállás a vízgőz átvitelével szemben az állomány és a csupasz talaj felett; rw, rv és rb = a nedves és a száraz növényállomány valamint a csupasz talajfelszín felszíni ellenállása a vízgőz átvitelével szemben; rP = a növényi szár ellenállása a víz átvitelével szemben; rR = a gyökérzet ellenállása a víz átvitelével szemben; wif = a nedves növényállomány relatív nagysága; veg = a száraz növényállomány relatív nagysága.

ség, felhőzet. A mérések átlagosan 10 percenként követték egymást. A hőmérséklet mérése 0, 1, 2 m magasságban történt. Mivel hagyományos eszközöket használtunk (pl. folyadékos hőmérők, kézi használatos szélmérő, Assmann pszichrométer), és komolyabb állvánnyal nem rendelkeztünk, kénytelenek voltunk beérni a 2 m-es legnagyobb mérési magassággal. Az ültetvény azonban nagy térállású (3 x 4 m), így az állomány meglehetősen „szellős", a 2 m-es szint adatai jól jellemzik az állománytér viszonyait. Ezt korábbi kísérleteink is igazolják. A fák átlagos magassága 3 m. A 0 m-es mérés a talaj felett 5 cm-rel történő műszerelhelyezést jelentett. A talajhőmérsékletet 5 cm mélységben mértük. A talajnedvesség megállapítása céljából minden fánál két ponton, 10 cm-enként talajmintát vettünk 1 m mélységig, és gravimetriás módszerrel dolgoztunk.

2.3 Nedváramlássebesség-mérések

A szakirodalomban „sap-flow", vagy hőimpulzus módszer néven ismert eljárás célja a növényi nedváramlás sebességének mérése *(Tőkei és Sipos, 1998)*. Az adatokból következtetni lehet a növényi transpiráció időbeli változásaira *(Tőkei, 1996)*, (a helyszínen transpiráció mérésére nem volt lehetőségünk, a transpirációs adatokat modullszámítással nyertük). A szonda három tűje közül a két szélsőbe termoelemes hőérzékelő, a középsőbe a hőimpulzust kiadó fűtőszál került beépítésre. A szonda tűit beszúrjuk a fa szállítószövetébe. A hőimpulzus kiadása után mérjük a termoelemek hőmérsékleteinek kiegyenlítődéséig eltelt időt (t_0). A konvektív hőáram, és így a nedváramlás sebessége is egyenesen arányos a t_0 reciprokával. Méréseink során egy fába két szonda került: egy az alanyba, a másik a nemes törzsébe. Így nemcsak a növény egészének nedvszállítási viszonyai vizsgálhatók, de az alany és a nemes „összhangjának" mértéke is minősíthető.

Méréseink során két különböző alany-nemes kombinációval dolgoztunk (alanyok: MxM14 és SL64; nemes: Germersdorfi óriás) *(Hrotkó et al., 1999)*. Egyidejűleg két fát teszteltünk, ezek egyikét a mérés előtt 3-4 nappal beöntöztük. A mérések jelen fázisában a transpiráció relatív időbeli változásaira tudunk következtetni, és mivel az egyes fajok törzsének szöveti felépítése rendkívül eltérő, külön vizsgálatokat igényel, hogy a mért nedváramlási sebesség és a szállított vízmennyiség között milyen kapcsolat áll fenn. Részben erre keressük a választ mérési sorozatunkkal.

3. Modell

A szárazföldi felszín energia- és vízháztartásának leírására a SURFMOD modellcsalád *(Ács et al., 2000)* Psi1- és Theta PROGSURF modellváltozatait *(Ács and Hantel, 1998a)* használtuk. A modellben a felszín három felszíntípusra (*1. ábra*) tagolható: csupasz talajra és száraz (a leveleket nem borítja víz azaz felszínük nem nedves) valamint nedves (a leveleket víz borítja azaz a felszínük nedves) növényállományra. Az átviteli folyamatok jellemzésére az ellenállás-koncepciót használtuk (*lásd az 1. ábrát*). A modellt a nemzetközi PILPS (Project for Intercomparison of Land-Surface Parameterization Schemes) projektum keretében *(Ács and Hantel, 1998b)* ismertettük részletesen.

3.1 A párolgás parametrizálása

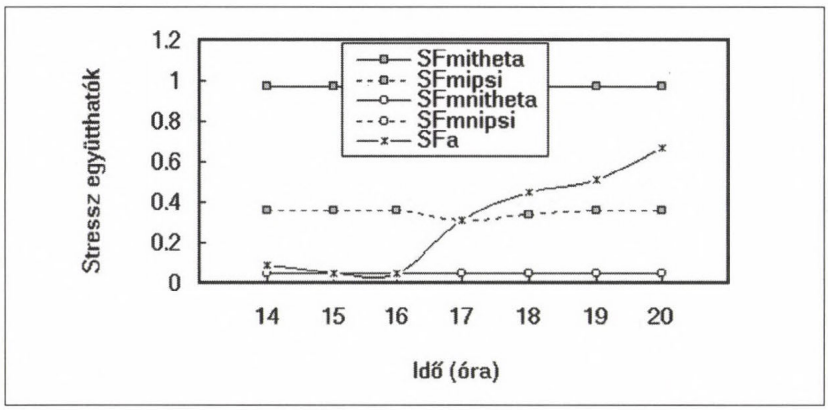
A Psi1- és a Theta PROGSURF modellváltozatokban a párolgás parametrizálására a következő egyenleteket alkalmaztuk:

$$E_{vd} = \frac{\rho \cdot C_p}{L \cdot \gamma} \cdot \frac{e_s(T_{gr}) - e_r}{r_v + r_{av}}, \quad (1)$$

$$Q_r = \rho_w \cdot \frac{\Psi_r - \Psi_v}{r_R + r_p}, \quad (2)$$

$$Q_r = veg \cdot (1\text{-}wif) \cdot E_{vd} \quad (3)$$

$$r_v = \frac{r_{st\,min} \cdot F_{vr}}{LAI \cdot SF_t \cdot SF_a \cdot SF_m} \quad (4)$$



2. ábra: A stresszegyüttható (a sztómaműködést szabályozó hatásfüggvények) változása 2000. július 10-én. Jelmagyarázat: SFmitheta=Theta-PROGSURF modellváltozatban alkalmazott talajnedvességi stresszegyüttható az öntözött fára vonatkozóan, SFmipsi=Psi1-PROGSURF modellváltozatban alkalmazott talajnedvességi stresszegyüttható az öntözött fára vonatkozóan, SFmnitheta=Theta-PROGSURF modellváltozatban alkalmazott talajnedvességi stresszegyüttható az öntözetlen fára vonatkozóan, SFmnipsi=Psi1-PROGSURF modellváltozatban alkalmazott talajnedvességi stresszegyüttható az öntözetlen fára vonatkozóan és SFa= a légköri nedvesség stresszhatását leíró együttható.

$$SF_m = \frac{\Psi_v - \Psi_{cr}}{\Psi_{SR} - \Psi_{cr}}, \qquad (5)$$

$$SF_m = \begin{cases} 1 & \theta = \theta_f \\ \dfrac{\theta - \theta_W}{\theta_f - \theta_W} & \theta_w < \theta < \theta_f \\ 0 & \theta = \theta_W \end{cases} \qquad (6)$$

A jelölések a következők: E_{vd} a száraz növényállomány feletti párolgás (kg m^{-2} s^{-1}), Q_r a gyökérzet vízfelvétele (kg m^{-2} s^{-1}), r_v a száraz növényállomány felszíni ellenállása (s/m), SF_m a növényi vízellátottságnak a sztómák működését szabályozó relatív hatásfüggvénye*, SF_t a léghőmérsékletnek a sztómák működését szabályozó relatív hatásfüggvénye, SF_a a vízgőz-hiánynak a sztómák működését szabályozó relatív hatásfüggvénye és F_{vr} a látható sugárzásnak a sztómák működését szabályozó hatásfüggvénye. ρ a levegő míg ρ_w a víz sűrűsége, L a párolgáshő, c_p az állandó nyomáson vett fajhő, γ a pszichrometrikus állandó, $e_s(T_{gr})$ a Tgr felszíni réteg hőmérsékletéhez tartozó telítési vízgőznyomás (hPa), er a tényleges vízgőznyomás (hPa) a z_r magasságu referencia szintben, r_{av} az aerodinamikai ellenállás a vízgőz átvitelével szemben az állomány felett (s/m), r_R a gyökérzet ellenállása a víz átvitelével szemben (s), r_P a növényi szár ellenállása a víz átvitelével szemben (s), Ψ_r a gyökérzónában levő talajnedvességpotenciál (m vízoszlopmagasság), r_{stmin} a sztómák minimális ellenállása a vízgőz átvitelével szemben, LAI az állomány levélfelületi indexe, Ψ_{cr} a levél kritikus vízpotenciálja (a levélnek (m vízoszlopmagasság), Ψ_v az állomány átlagos levelének vízpotenciálja (m az a vízpotenciál értéke, amely alatt a levelek kezdenek hervadni, számításainkban a -200 m-es értéket vettük) (m vízoszlopmagasság), Ψ_{SR} a talaj telítési nedvességpotenciálja (m vízoszlopmagasság), Θ a talaj tényleges nedvességtartalma (m^3/m^3), Θ_w a talaj hervadásponthoz tartozó nedvességtartalma (m^3/m^3) és Θ_f a talaj szabadföldi vízkapacitáshoz tartozó nedvességtartalma (m^3/m^3).

A két modellváltozatban az SF_a relatív hatásfüggvény parametrizálása megegyezik, azaz

$$SF_a = 1 - c_v \left[e_s(T_r) - e_r \right], \qquad (7)$$

ahol cv a növényspecifikus állandó (számításainkban értéke 0.0238 hPa^{-1}), T_r a z_r referencia szintben levő léghőmérséklet (°C) és $e_s(T_r)$ a T_r hőmérséklethez tartozó telítési vízgőznyomás (hPa).

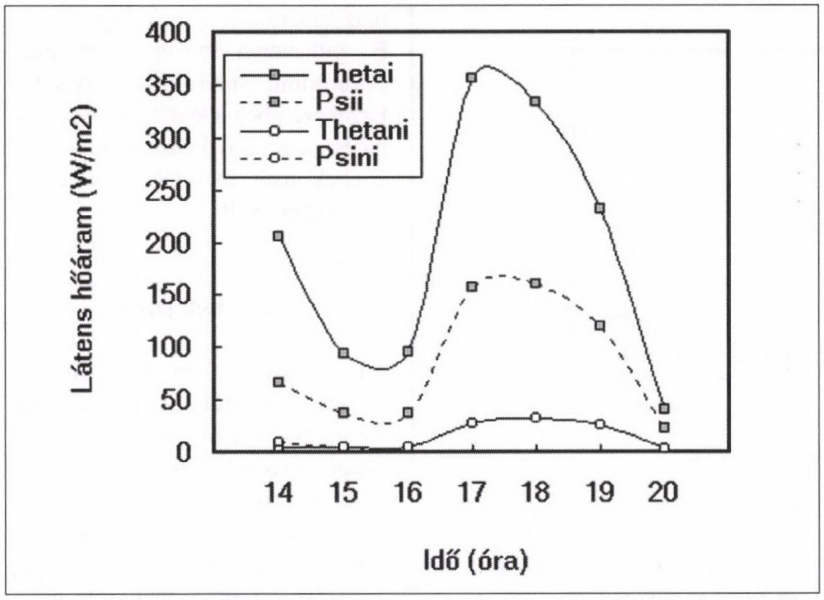
Az alábbiakban láthatjuk majd azt is, hogy az E_{vd} parametrizálása bonyolultabb és paraméterigényesebb a Psi1-PROGSURF modellváltozatban a Theta-PROGSURF modellváltozathoz képest.

3.1.1 Psi1-PROGSURF modellváltozat

A Psi-PROGSURF a párolgást (1)-(5) egyenletek alapján becsüli. Az 5 egyenletben 5 ismeretlen van: az E_{vd}, a Q_r, az r_v, az SF_m és a Ψ_v. Az egyenletekben szereplő többi tag ismert. Ezek vagy fizikai állandók (pl. ρ, ρ_w, c_p), vagy talajnövény paraméterek (pl. Ψ_{cr}, Ψ_{SR}, r_{stmin}, *veg*), vagy a felszín és a légkör álla-pothatározói (pl. T_r, $e_s(T_{gr})$, e_r). Az egyenletek kombinálásával (a (3)-as egyenletből kiindulva) és átrendezésével a Ψ_v kifejezhető egy négyzetes egyenlet formájában *(Ács and Hantel, 1998b)*. Az egyenlet két megoldása közül csak a pozitív gyökü megoldás a reális, fizikailag értelmezhető megoldás. Ismerve a (v-t, a többi ismeretlen - így az E_{vd} is- könnyen meghatározható.

3.1.2 Theta-PROSURF modellváltozat

A Theta-PROGSURF a párolgást az (1)-es, (4)-es és a (6)-as egyenletek alapján becsüli azaz mellőzi a gyökér általi vízfelvétel parametrizálását és a levél vízpotenciáljának számítását. A Θ, a talajnövény paraméterek (Θ_w, Θ_f, r_{stmin}, LAI) és a légköri állapothatározók ismeretében az E_{vd} könnyen becsülhető.



3. ábra: A transpiráció változása 2000. július 10-én. Jelmagyarázat: Thetai= Theta-PROGSURF modellváltozat futtatása az öntözött fa esetén, Psii= Psi1-PROGSURF modellváltozat futtatása az öntözött fa esetén, Thetani= Theta-PROGSURF modellváltozat futtatása az öntözetlen fa esetén és Psii= Psi1-PROGSURF modellváltozat futtatása az öntözött fa esetén.

4. Eredmények

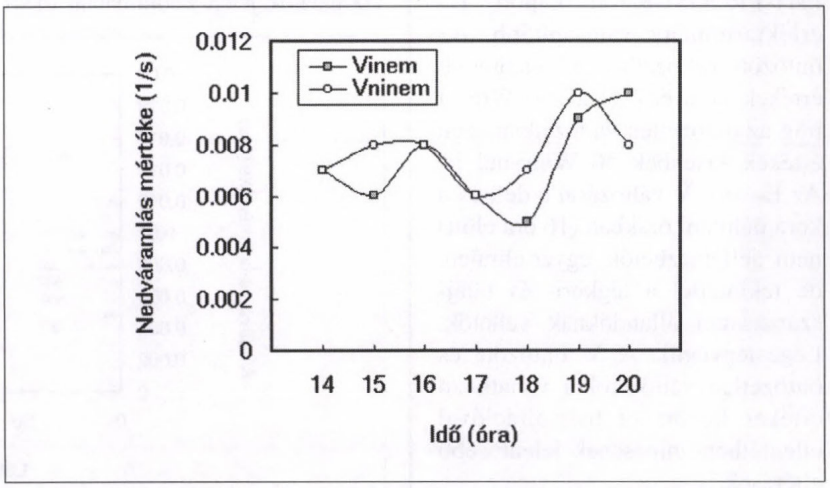
Mérési és számítási eredményeink a mikroklíma és a transpiráció valamint a transpiráció és a nedváramlássebesség kapcsolatát jellemzik. Az áramok napi menetét és pillanatnyi értékeit vizsgáltuk. Az eredményeket a mérések első és egyúttal legtipikusabb napjára vonatkozóan mutatjuk be.

4.1 A mikroklíma fontosabb jellemzői

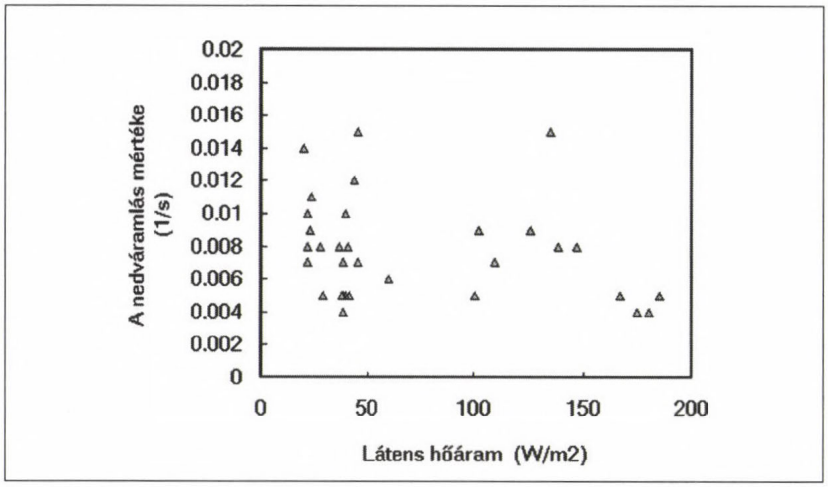
A mikroklíma-elemzéseink során a transpirációt legesleginkább meghatározó tényezők kiszűrésére törekedtünk. Így a sztómaműködést szabályozó relatív hatásfüggvények (0-tól 1-ig terjedő szám; 0 a stresszes állapotot míg 1 a stressz nélküli állapotot fejezi ki) számítása alapján megállapítottuk, hogy méréseink folyamán egyúttal légköri- és talajszárazság is uralkodott. A szárazságtípusokat méréseink első napján a *2. ábra* szemlélteti. A légköri szárazság* ekkor volt a legkifejezettebb. Napközben, a nagy vízgőzhiányt az SF_a együttható 0.10-nél kisebb értékei tükrözik. Estefelé a besugárzás csökkenésével a stressz is mérséklődik. Ilyenkor az SF_a értékek látványosan megemelkednek és megközelítik a 0.7-0.8-as értékeket is. A stressz nemcsak a nap elején vagy a végén mérséklődött hanem a későbbi napok során is a változékonyabb időjárással. Ezzel szemben a talajszárazság nem változott. A mérések folyamán lehulló csapadék kevés volt ahhoz, hogy mérsékelje a gyökérzóna vízhiányát. Az öntözetlen fáknál a stressz igen erős volt. Az öntözött fáknál a Psi1-PROGSURF stresszt (az SF_m stressz együttható 0.36), míg a Theta-PROGSURF -pont ellenkezőleg- jó vízellátottságot (az SF_m stresszegyüttható 0.97) jelzett. A későbbiek során láthatjuk majd, hogy a Psi1-PROGSURF-i becslés reálisabbnak minősíthető, annak ellenére, hogy az összeegyeztethetetlennek és ellentmondásosnak tűnik. Summázva: a cseresznye ültetvényben légköri- és talajszárazság* uralkodott elsősorban a hosszú csapadékmentes és kifejezetten száraz júniusi és július elejei időszaknak köszönhetően.

4.2 A transpiráció és a nedváramlássebesség napi menete

Az öntözött és öntözetlen fa transpiráció és nedváramlássebesség mértékének alakulását az első mérési nap délutáni óráiban a *3. és a 4. ábra* szemlélteti. A növényi párolgás vízgőzáramát, Evd-t a vele arányos látens hőárammal, azaz W/m^2-ben fejeztük ki. A nedváramlássebesség mértékét, V-t relatív egységekben azaz 1/s-ban mutattuk be. Összehasonlítva ezen ábrákat a *2. ábrával*, láthatjuk, hogy a vízgőz és vízáramok menete követi a légköri stressz (SF_a együttható)



4. ábra A nedváramlás-sebesség mértékének változása 2000. július 10-én. Jelmagyarázat: Vinem= a nedváramlás-sebesség mértéke az öntözött fa nemes részében és Vninem= a nedváramlás-sebesség mértéke az öntözetlen fa nemes részében.



5. ábra A nedváramlás-sebesség mértéke és a transpiráció pillanatnyi értékeinek kapcsolata öntözött fa esetén.

menetét: Az SF_a növekedésével (a légköri stressz enyhülésével vagyis a légköri vízgőzhiány csökkenésével) a transpiráció és a nedváramlássebesség is növekszik. Az SF_a 16 órától kezd növekedni; a transpiráció szinte azonnal követi e változást s szintén 16 órától ugrik meg szemben a nedváramlássebességgel, ami csak 1 órás késéssel követi e változást. Az E_{vd} maximuma 17 óra körül következik be függetlenül attól, hogy öntözött vagy öntözetlen változatról van-e szó. A nedváramlássebesség maximumai 19 és 20 óra körül vannak. Az E_{vd} Theta-PROGSURF modellváltozattal számolt értékeit túl nagynak tartjuk, főleg a 17 órai kb. 350 W/m^2-es értéket. Ezzel szemben a Psi1-PROGSURF-al kapott E_{vd} értéktartomány valósághűbb. Az öntözött változatban a legnagyobb értékek nem érik el a 200 W/m^2-t míg az öntözetlen változatban ezen értékek kisebbek 50 W/m^2-nél is. Az E_{vd} és a V változásai a déli és a kora délutáni órákban (16 óra előtt) nem jellemezhetők egyértelműen, de tekintettel a légköri- és talajszárazságra állandóknak vehetők. Legeslegvégül: A V öntözött és öntözetlen változatokra vonatkozó értékei között -a transpirációval ellentétben- nincsenek jelentősebb eltérések.

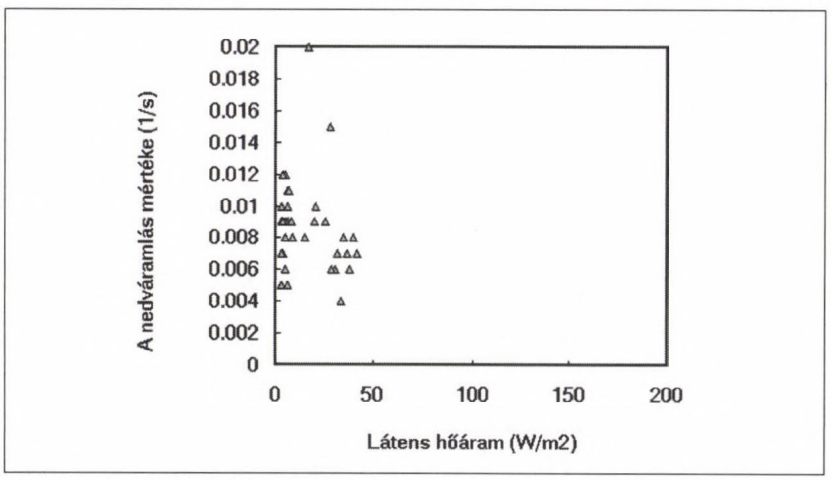
4.3 A nedváramlássebesség és a transpiráció kapcsolata

A V és az E_{vd} pillanatnyi értékeinek kapcsolatát öntözött és öntözetlen fa esetére az *5. és a 6. ábra* szemlélteti. Összehasonlítva az ábrákat, láthatjuk, hogy a E_{vd} értékek jelentősen eltérnek az öntözött és öntözetlen változatokra vonatkozóan, szemben a V értékekkel, ahol ilyen jellegű eltérés nem tapasztalható. Mondható, hogy az igen erős (öntözetlen változat) és a valamivel mérsékeltebb (öntözött változat) talajszárazságból eredő stresszhatásokat a V értékek nem jelezték. A V értékek ugyanis mindkettő változatban 0 és 0.020 között változtak. E viselkedést és mérési eredményt a vizsgálatok jelen stádiumában megmagyarázni nem tudjuk. Így a V és a E_{vd} pillanatnyi értékei között nincs egyértelmű statisztikai kapcsolat. Ezzel szemben a légköri stressz enyhülése a késő délutáni órákban a V értékek napi menetében *(4. ábra)* észrevehető volt.

5. Befejezés

E tanulmányban egy konkrét eseten elemeztük a növényi nedváramlás és a növényi környezet közötti kapcsolatrendszert. A méréseket a szigetcsépi kísérleti telep germersdorfi cseresznye ültetvényében végeztük. A fák és a táj állapotát az erős vízhiány jellemezte. A talajszárazság állandó és erős volt, míg a légköri szárazság változó és mérsékeltebb. E viszonyokra vonatkozóan azt állapítottuk meg, hogy nincs statisztikai kapcsolat a növényi párolgás és nedváramlási sebesség között. Ez nem is meglepő, ha a párolgás erősen korlátozott. Remélhetőleg biztatóbb eredményeket kapunk majd, ha a potenciális párolgási viszonyok alatt mérünk.

Legvégül: méréseink folyamán nemcsak a száraz viszonyokhoz tartozó állapotok megismerése volt a célunk. A szárazság mellett a fák sajátos alakú, metszéssel kialakított koronatere is érdekelt bennünket. Egyrészt, a furcsa módon "kócos"



6. ábra A nedváramlás-sebesség mértéke és a transpiráció pillanatnyi értékeinek kapcsolata öntözetlen fa esetén.

koronák különös hangulatot és látványt kölcsönöztek az ültetvénynek, másrészt ugyanezen 'kócos' koronaformák a nagyobb, húsosabb és ízletesebb cseresznyeszemek 'letéteményeseiként' díszelegtek. A 'kócos' korona és a cseresznye szemnagyság közötti kapcsolat titkai kibogozatlanul állnak előttünk. Mi csak a sok-sok lehetséges fizikai állapot közül az egyik – mellékesen extrém – fizikai állapotot regisztráltuk. A kérdést nyilván kertész szemmel kellene megvitatnunk, talán újból a diákjaink segítségével a nyári gyakorlatok keretében.

Ács Ferenc, Tőkei László, Hrotkó Károly, Gergete Ferencné, Bulátkó Ferenc, Márfy János, Vajda Mihály,Tuba Zoltán és Náfrádi Balázs

Irodalomjegyzék

Ács, F., and M. Hantel, 1998a: Land-surface hydrology parameterization in PROGSURF: Formulation and test with Cabauw data. Időjárás, 102, 109-127.

Ács, F., and M. Hantel, 1998b: The land-surface flux model PROGSURF. Global Planet. Change, 19, 19-34.

Ács, F., M. Hantel, and J. Unegg, 2000: The land-surface model family SURF-MOD. Időjárás, 104, 21-41.

Hamvas, B., 1988: Az öt géniusz. A bor filozófiája. Életünk Szerkesztősége és a Magyar Írók Szövetsége Nyugat-Magyarországi Csoportja. 177 pp.

Hrotkó, K., Magyar, L., and Simon, G., 1999: Growth and yield of sweet cherry trees on different rootstocks. International Journal of Horticultural Science, Vo. 5 (3-4) : 98-101.

Tőkei, L., 1996: Élőhelyek ökológiai vízhiányának mérése és környezetvédelmi szempontú jellemzése. Kutatási zárójelentés. Készült a Környezetvédelmi és Területfejlesztési Minisztérium megbízásából, Budapest, p. 56

Tőkei L., Sipos B. Z., 1998: A hőimpulzus módszer alkalmazása a fekete bodza vízfelvételének meghatározására. Lippay J. tudományos ülésszak előadásai, Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem, Budapest

KISLEXIKON

[Cikkeinkben csillag jelzi azokat a kifejezéseket, amelyek a kislexikonban szerepelnek]

xylém

("A mikroklíma-transpiráció- és nedváramlássebesség kapcsolatrendszere: mérések egy kísérleti cseresznyeültetvényben 2000 nyarán")

A kétszikű növényekben a vízszállító edénynyalábok rostokkal kiegészült szövetei.

légköri szárazság

("A mikroklíma-transpiráció- és nedváramlássebesség kapcsolatrendszere: mérések egy kísérleti cseresznyeültetvényben 2000 nyarán")

A növény sztómáinak záródása a száraz, nagy vízgőzhiányú levegő hatására.

talajszárazság

("A mikroklíma-transpiráció- és nedváramlássebesség kapcsolatrendszere: mérések egy kísérleti cseresznyeültetvényben 2000 nyarán")

A növény sztómáinak záródása a rendelkezésre álló talajnedvesség hiányára.

relatív hatásfüggvény (Sf_a együttható)

("A mikroklíma-transpiráció- és nedváramlássebesség kapcsolatrendszere: mérések egy kísérleti cseresznyeültetvényben 2000 nyarán")

A sztómák és a környezeti tényezők kapcsolatát leíró függvény 0-tól 1-ig terjedő skálán.

beszivárgás

("Márciusi árvíz Kárpátalján")

A *beszivárgás* a csapadékvíz mozgása a felszínről a talaj mélyebb rétegei felé. A beszivárgott víz mennyiségét úgy számítják, hogy a teljes csapadék-összegből levonják a növényzeten (intercepció) és a felszíni talajmélyedésekben visszamaradó víz mennyiségét, valamint a párolgás és a felszíni lefolyás okozta vízveszteséget.

advekció (átviteli folyamat)

("Márciusi árvíz Kárpátalján")

*Advekció*ról beszélünk, amikor a légállapot jellemzőinek (hőmérséklet, nedvességtartalom stb.) a vízszintes légáramlás a tovaszállítója. Ha adott helyen a légáramlás felmelegedést okoz, *meleg advekció*ról, ha lehülést, *hideg advekció*ról beszélünk. Az *advekció* ellentéte a *konvekció*, amely tulajdonképpen *vertikális advekció*.

jet stream (futóáramlás)

("Márciusi árvíz Kárpátalján")

A *jet stream* az erős szelek viszonylag keskeny sávja, amely a felső vagy az alsó troposzférában közel vízszintes tengely mentén központosul, erős függőleges és vízszintes szélnyírás jellemzi, és egy vagy több szélmaximumot mutat; általában néhány ezer km hosszú, több száz km széles és néhány km vastag. A talajközeli szintekben is előfordulhat, ilyenkor *alacsonyszinti jet*ről beszélünk; ez általában gyengébb és méreteiben kisebb mint a magas szintekben lévő.

Összeállította:
Schirokné Kriston Ilona

FELHÍVÁS!

Elkészült az MMT 2000. évi sporoni vándorgyűlésén elhangzott előadások szövegét tartalmazó CD. Megrendelhető az MMT Titkárságán (Tel.: 201-75-25). A CD ára 1000,- Ft

Tudósfórum élőben...

2001. január 15-én a Kossuth rádió a fenti című, élő adásban közvetített vitaműsort szentelte a tapasztalt időjárási szélsőségeknek, valamint a feltételezett éghajlatváltozás kérdéseinek. A stúdióban meteorológus kollégáink válaszoltak a telefonáló hallgatóknak. Az alábbiakban Mezősi Miklós lejegyzésében közreadjuk a közel egyórás műsor rövidített és szerkesztett változatát.

Műsorvezető: *(Gimes Júlia):* Köszöntöm hallgatóinkat. Az elmúlt hetekben a tömegközlekedési eszközökön úgy érezhettük magunkat, mintha Angliában lennénk: olyan gyakran volt téma az időjárás. Szó volt arról, hogy Magyarországon manapság már nem létezik igazi tél, hogy megszűntek az évszakok, hiszen eltűnt a tavasz is. Ugyanakkor iszonyatos hőség van Dél-Amerikában, hatalmas hó Angliában, rettenetes, mínusz 60 fokos hideg Szibériában, de Moszkvában csak 0 fok van, szóval úgy tűnik, mintha megbolondult volna a Föld klímája. Ez a Tudósfórum mai témája, vagyis az, hogy milyen jelenségek állnak ezen szélsőségek mögött. Természetesen hallgatóink észrevételeit is várjuk telefonon. Vendégeim *Haszpra László* levegőké-mikus, *Horváth Ákos* meteorológus és *Mika János* éghajlatkutató, akikhez első kérdésem, hogy tényleg megbolondult-e Földünk klímája?

Mika János: Azt tapasztaljuk, hogy sok különös szélsőség fordul elő, s ezeknek az a sajátosságuk, hogy nagyon hosszú ideig kell őket figyelni, hogy megállapíthassuk, hogy több, vagy kevesebb van-e belőlük, mint pl. a megelőző fél évszázadban. Azt kell mondjuk, hogy gyanús a dolog, a teljes éghajlati rendszerben van kimutatható változás, de hogy ennek az is eredménye lenne, hogy több a szélsőség, vagy csak az, hogy másfajták, ezt csak néhány évtizeddel később, a mostani időszakra visszatekintve tudjuk majd megmondani.

Műsorvezető: Ha gyanakszanak, akkor mire gyanakszanak ?

Haszpra László: Végül is arról van szó, hogy az üvegház-hatású gázok mennyiségének növekedése, és ennek következtében a feltételezhetően meginduló globális felmelegedés, a számítógépes matematikai modellek szerint kezdetben növelné bizonyos éghajlati szélsőségek, kilengések gyakoriságát. Időnként tényleg érdekes időjárási helyzetek alakulnak ki, tehát most árgus szemekkel figyeljük, ezeknek van-e közük ahhoz, amit a modellek jeleznek, vagy nincs.

Műsorvezető: Horváth Ákos gya-korló meteorológus Siófokon, a Viharjelző Obszervatóriumban. Önnek, mi a véleménye?

Horváth Ákos: A légkör egy nagyon összetett, bonyolult rendszer és nehéz megmondani azt, hogy most éppen megbolondult, vagy éppen csak a szokásosan viselkedik. Sűrűn hallani, hogy távoli országokban milyen nagy árvizek, pusztító szárazságok fordulnak elő, de lehet, hogy most éppen mi vagyunk soron. A légkör változékonyságába belefér az, hogy az éghajlatváltozás okozza ezeket a rendkívüli időjárásokat, de az is lehet, hogy semmi köze sincs a rendkívüliségekhez. A légkörnek többfajta egyensúlyi állapota van, és a légkör hajlamos arra, hogy egyik állapotból időnként a másik állapotba menjen át, és ilyenkor tapasztalunk rendkívüli időjárási jelenségeket.

Műsorvezető: Ha jól értem Önöket, akkor erre a kérdésre most semmiféle választ adni nem lehet. Csak figyelni kell a statisztikákat. De ha ez így van, akkor egyáltalán mi fog választ adni ezekre a kérdésekre, hogyan fog kiderülni, hogy az üvegház-hatás, vagy más emberi tényező-e a kiváltó ok?

Mika János: Ez a tagadó hozzáállás csak az egyik kérdéskörre, a szélsőségek gyakoriságára vonatkozik. Egy sor dolgot tudunk már a légkörben, s mindenképpen szeretném, ha nem úgy tűnne az eddigi válaszokból a hallgatónak, hogy voltaképpen tudjuk, hogy több a szélsőség, csak el akarjuk azokat hallgatni. A változások tendenciája olyan, hogy a Föld különböző pontjai közötti hőmérséklet-, légnyomás-, sűrűség-különbségek csökkenni látszanak. Egyes szélsőségek szaporodnak, mások ritkábbá válnak, ezért a szélsőségek gyakoriságának és erősségének alakulását csak évtizedekkel később tudjuk megállapítani. Amit most meg tudunk mondani: a hőmérséklet egyenletesen emelkedik a Föld majdnem minden egyes pontján.

Műsorvezető: Maradjunk az egyenletes hőmérséklet-emelkedésnél. A coloradoi Éghajlatkutató Intézet jelentésében azt olvastam, hogy a XX. század utolsó három évtizedében a hőmérséklet-emelkedés meghaladta a várakozásokat. Évtizedenként 0,18°C-os hőmérséklet-növekedésre számítottak, de 0,25°C lett.

Mika János: Carter elnök a 70-es évek végén kiadott egy megrendelést, hogy a 2000-ig terjedő időszakra tekintsék át mindazt, ami az Amerikai Egyesült Államok szempontjából lényeges lehet és az akkori kutatók pont félfoknyi melegedést jósoltak, ami tizedfoknyi pontossággal bekövetkezett, földi átlagban. Olyat én még nem hallottam, hogy az előrejelzésekhez képest túl gyors lenne a melegedés, inkább kissé lassúbb, vagy ugyanannyi. Ha lassúbb, akkor ennek valószínűleg további légköri

összetevők, az aeroszolok lehetnek az okozói.

Horváth Ákos: A hőmérséklet emelkedéséhez és egyáltalán az éghajlatváltozáshoz azt kell még hozzáfűzni, hogy egyáltalán nem mindegy, hol és miként mérünk, tehát a mérésnek nagy szerepe van. Ha feltételezzük, hogy a légkör egy másik állapotba menne át, tehát szélsőségesebb lenne, vagy a hőmérséklet emelkedése következtében egy másfajta cirkuláció alakulna ki, akkor előfordulhat, hogy bizonyos helyeken, pl. az Egyesült Államokban ez lehűlést eredményez, tehát relatíve kissé keményebbek, hidegebbek lesznek a telek, míg Európában a nyarak lesznek melegebbek. Tehát a légkörnek, mint rendszernek a változását az adott földrajzi hely erősen befolyásolja.

Haszpra László: Azt, hogy a Föld légkörében levő gázok szabályozzák az éghajlatot, már az 1800-as években is tudták. Az akkori századvég újdonsága volt, hogy feltételezték, ezeknek a gázoknak a mennyisége megváltozhat, megnőhet a légkörben és ez által éghajlatváltozás is bekövetkezhet. A feltételezett felhalmozódást sokáig, egészen az 1950-es évekig nem tudták igazolni, pontosan kimérni. Azóta tudjuk: bizonyos üvegházhatású gázok mennyisége valóban növekszik a légkörben. A következményekről ma még keveset tudunk.

1. telefonáló: Régebben sokkal több volt a vulkáni tevékenység és annak során is kerülnek üvegházhatású gázok, szén-dioxid, kéndioxid és halogén-tartalmú vegyületek a légkörbe.

Haszpra László: A vulkánok az egyéb forrásokhoz képest kis mennyiségben bocsátanak ki szén-dioxidot.

Telefonáló: A földtörténet korai időszakában igen magas volt a vulkáni tevékenység. Lehet-e az Antarktiszon, vagy másutt lévő 40 millió éves jég összetételéből visszakövetkeztetni arra, hogy ez milyen klímaváltozásokat okozott?

Haszpra László: Az elmúlt száze-zer évben sok vulkánkitörés történt, de ezek a légkör szén-dioxid meny-nyiségén lényeges nyomot nem hagytak. Amit napjainkban, illetve az elmúlt évtizedekben megtudtunk, az az, hogy a nagy vulkánkitörések során jelentős mennyiségű részecske, illetve olyan gáz kerül a légkörbe, a sztratoszférába, ahol részecskévé alakul. Ezek leárnyékolják a napsugárzást és ezzel átmeneti lehűlést okoznak.

Telefonáló: És Amerikát miért nem lehet rászorítani, hogy csökkentse a szén-dioxid kibocsátást? Úgy tudom, hogy az USA a kiotói és a hágai klímakonferenciáról egyaránt kivonult és kijelentette, hogy nem akarja csökkenteni a szén-dioxid kibocsátást. Pedig egy főre számítva az USA a legnagyobb kibocsátó. Így van?

Mika János: Igen, ez így van. Én úgy gondolom, hogy még nem tudjuk olyan bizonyító erővel felrajzolni azt a jövőbeni állapotot, aminek az elkerülésére korlátozni kell a kibocsátást. Mi, az itt ülők, nem vagyunk közgazdászok, nem tudjuk megítélni, hogy a világ gazdasági folyamatai miért olyanok, mint amilyenek, és ezekben a környezetvédelem szerepe miért csak akkora, amekkora. Mondják, hogy Észak-Dél problémáról van szó, mások szerint bizonyos ipari lobbyk erőltetik rá érdekeiket másokra, ez bonyolult kérdés, amire mi itt nem tudunk megalapozottan válaszolni.

Műsorvezető: Azt biztosan mondhatjuk, hogy ha a szén-dioxid és más üvegház-hatású gázok kibocsátásának jelentős csökkentése megvalósulna, akkor elkerülhető lenne a globális felmelegedés? Ezt ma már tudjuk?

Haszpra László: Szigorúan elmé-leti oldalról nézve a dolgot, hiszen – a dolog természeténél fogva – kevés kísérleti bizonyíték áll rendelkezésünkre, annyit mondhatunk, hogy a klímaváltozást a légkörben levő üvegház-hatású gázok, illetve az ezek hatását némileg ellensúlyozó aeroszol részecskék okozzák. Leegyszerűsítve a dolgot: ha e gázok mennyiségének növekedését meg lehetne állítani, akkor feltehetően nem fenyegetne bennünket éghajlatváltozás. De hangsúlyozom, ez teljesen elméleti megközelítés.

Mika János: Vannak kísérleti eszközeink, az éghajlati modellek, amelyeken majdnem minden megállapításunk nyugszik. Ezek azt mutatják, hogy ha néhány évtizeden belül sikerülne is stabilizálni a szén-dioxid és más, üvegház-hatású gázok koncentrációját, néhány tizedfoknyi melegedés még ezután is bekövetkezik majd, mert az óceánok, amelyek addig fékezték a melegedést, még egy kicsit rá fognak ereszteni a légkörre abból az energiából, ami pluszként jelentkezik a több szén-dioxid miatt. És akkor még nem beszéltünk egy fenyegető tényezőről, a tengervíz szintjének emelkedéséről, ami még sokkal hosszabb ideig, a remélhetőleg egyszer csak bekövetkező korlátozás után is, tovább emelkedik majd.

2. telefonáló: Azt tudjuk, hogy a Föld bizonyos területei, például a Szahel-övezet, befolyásolják a légáramlást. Azt is tudjuk, hogy Dél-Amerikában az őserdők irtásának milyen következményei vannak. De vajon vannak-e konkrét modellek arra, hogy az elkövetkező 50 évben az üvegház-hatás milyen hatással lesz a Golf áramlat hőmérsékletére, vagy az Északi sarkon levő hó és jég megolvadására? Ha a mai tendenciák folytatódnak, akkor mikor állna le a Golf-áramlat, hiszen az is befolyásolja a Föld légkörének sajátosságait, hőmérsékletét?

Mika János: Vannak számítások, amelyek szerint nem nagyon hamar történik majd ez meg, vagyis ebben az évszázadban, amelybe éppen

beléptünk, ez még talán nem következik be. Több modellszámítás utal rá, hogy néhány foknyi melegedés esetén ez a leállás, gyengülés bekövetkezhet, előfordulhat, hogy a stabilizálódást követően sem talál vissza a mostani állapothoz, tehát ez tényleg egy nagy kockázat! Itt ugye arról van szó, hogy a só-koncentrációk, illetve a hőmérséklet-koncentrációk egymással farkasszemet nézve ellenkező irányban mozgatják ezt az áramlást. Ha egymáshoz való viszonyuk egy picit megváltozik, az hirtelen kinullázhatja az erőt. Ez olyan, mintha van száz dollár adósságom és 99-et kapok, akkor adósságban vagyok, de ha 99-cel tartozom és 100-at kapok, akkor pluszban vagyok. Itt ilyen pici nagyságrend az, ami mozgatja, vagy éppenséggel nem mozgatja ezt az áramlást. S ez valóban ennek a geofizikai folyadék közegnek, amiben az óceán, a légkör és a jég is benne van, ennek igen nagy kockázati tényezője, az, hogy felborul-e. amiről bizonyosat még nem tudunk. A múltban csak a mainál hidegebb klímákban volt rekonstruálható a lassúbb áramlás; vagyis nem ismerünk a mainál melegebb olyan klímát, amelyben ez bekövetkezett volna.

Horváth Ákos: Talán annyit tennék hozzá, hogy a légkörben, mint egy bonyolult rendszerben, sok visz-szacsatolás működik. A légkör minden külső hatással szemben igyekszik megőrizni stabil állapotát, kicsit úgy, mint az emberi szervezet. A legfontosabb üvegház gáz a vízgőz, ami nagyon változékony a légkörben. Ilyen módon előfordulhat az, hogy a légkör belső mozgásából kifolyólag, amit talán éppen a melegedés okoz az Egyenlítőn valamivel több zivatar van egy adott szezonban, vagy több ciklon a mérsékelt égövben. Ennek következtében a légkör a világűrből nézve kifényesedik, azaz sok napsugárzást visszaver, ezáltal az üvegház-hatásból jövő bevétel jóval kisebb lesz. Hasonló visszacsatolást mutat az óceán szerepe is, amit nem teljesen ismerünk, úgy is nevezik az óceánt, mint lassú sokaság. Az ilyen lassú rendszer a klímamodellekben is jelentkezik, s előfordulhat, hogy az óceán hatása csak évek múlva mutatkozik. Nem tudjuk megmondani, hogy az elmúlt év meleg európai nyara miként hat az óceánokra és milyen visszacsatolást eredményez majd.

3. telefonáló *(Dr. Böjti Béla Siófokról):* Szeretettel üdvözlöm a kollégákat. Lassan másfél évtizede a hazai és nemzetközi irodalomban is szerepel ez a felmelegedési probléma. Kérdésem a következő: 1997 és 1999 között a Meteorológiai Világszervezet felmérte, hogy a prognózisok mennyire válnak be, mennyire megbízhatóak az időjárás-előrejelzések. A 10 napon túli prognózisoknak kb. 40 százaléka valósul meg, ezek tehát kuruzslásnak minősíthetők. Mika Jánostól kérdezem, hogyan merünk mi éghajlatváltozásról nyilatkozni, amikor a bemenő információk mennyisége olyan kevés és olyan sok az ad hoc feltételezés! Tehát én nem riogatnám a népet és örülök, hogy Horváth Ákos csillapítja a kedélyeket.

A klímakonferencia pedig állítólag azért bukott meg, mert a tudósok nagy része nem mer egyértelműen állást foglalni és nincs is rá alapja, hogy eldöntse: a felmelegedés csak átmeneti változás, vagy pedig egy trend, amely az emberiség pusztulását vetíti előre. Bár ahogy a Szentírást nézem, kétezer éve ugyanolyan időjárás volt, mint ma.

Műsorvezető: Köszönjük kérdését, de annyit hadd jegyezzek meg, hogy Mika János olyan nagy rémületet nem keltett az elmúlt tíz percben, hiszen elég óvatosan fogalmazott. Kollégái most válaszolnak Önnek.

Mika János: Tisztelettel köszöntöm Böjti Béla meteorológus kollégánkat. Nyilván Te magad is tudod a választ (hiszen 25 éve, a nyári gyakorlaton éppen Tőled hallottam először a prognózisok beválásának és információ-tartalmának fordított viszonyáról – M. J. utólagos kiegészítése): itt is abban lehet előnyünk, hogy sokkal kevesebb az információtartalma annak, amit állítunk. Soha nem azt állítjuk, hogy 2070-ben január 15-én délután kettő és négy között esni fog az eső. A maximum, amit állíthatunk, hogy talán a 2060-2080 közötti időszak januárjai vajon nedvesebbek vagy szárazabbak lesznek-e, mint a mostaniak. Itt vannak lehetőségeink és úgy gondoljuk, hogy valamelyest a tendenciákat, nemcsak globálisan, hanem regionálisan is, el tudjuk találni. Ezt kell megfogalmaznunk, az érvényességi intervallummal együtt, amelybe néhanapján még az ellentétes irány is beletartozhat.

Horváth Ákos: Annyit szeretnék még hozzátenni az időjárás rendkívüli változékonyságára utalva, hogy régi feljegyzések szerint, pl. az 1200-as években annyira száraz nyarak voltak, hogy Balaton majdnem kiszáradt. Ugyanakkor a szakirodalomból ismerjük a kis jégkorszaknak nevezett 1700-as éveket, amikor itt Európában évtizedekig jelentősen alacsonyabb volt a hőmérséklet. Nincs arra bizonyíték, hogy ez kihatott volna az egész Földre, vagy az éghajlat saját szabadsági fokából, mozgásából adódó jelenség volt-e. Feltehetjük a kérdést, hogy vajon a klíma mint olyan állandónak tekinthető-e, vagy pusztán arról van szó, hogy a klíma is, akárcsak az időjárás, bizonyos trend szerint változik, csak éppen nem tudjuk megmondani, hogy miként. Másik komoly kérdés: hogyan változik a klíma, a hőmérséklet szépen lassan emelkedik, vagy szépen lassan csökken, vagy pedig a légkör egyik állapotából a másikba való átmenet hirtelen zajlik le. Ez utóbbi lenne nyilván a rosszabb.

Műsorvezető: Ha voltak olyan

időszakok, amikor Európában az átlaghőmérséklet több fokkal alacsonyabb volt, akkor honnan tudjuk, hogy mi az emberi tevékenység következménye és mi az, aminek úgy kell lennie?

Haszpra László: Az éghajlatnak jelentős természetes ingadozása van. Bonyolult rendszer, számos hatótényező közreműködésével. Mi, levegőkémikusok, akik az esetleges éghajlatváltozás lehetséges okaival foglalkozunk, inkább csak azt tudjuk megmondani, hogy különböző okokból kifolyólag az éghajlatnak változnia kellene. Ezek után az éghajlattal, időjárással foglalkozó kollégák azt mondják: de hát nem változik, vagy nem pont úgy, ahogy várjuk! Ekkor a labda megint visszakerül a mi térfelünkre. Hiszen, ha nem változik, holott elvileg kellene, hogy változzon, akkor ez azt jelenti, vannak még olyan tényezők a légkörben, amelyeket nem ismerünk eléggé, amelyeket eddig még nem vettünk figyelembe. Ezért oly fontos a két terület együttműködése.

Mika János: Itt voltaképpen három jelenség-csoport okozhatja a változást és szélsőséges esetben pont kiegyenlítheti egymást. Az egyik csomag ennek a rendszernek (légkör, óceán és a többieknek) a belső ingadozása. Mai éghajlati modellek szerint ilyen hosszantartó, ilyen mértékű melegedés esetén, amit tapasztalunk akár az 1970-es évek közepe óta, vagy a XIX. század közepe óta tendenciaszerűen, annak a valószínűsége, hogy ez pusztán a belső ingadozások miatt legyen, roppant kicsi. Van azonban még két másik tényezőcsoport: az egyik az antropogén csomag, az ember okozta hatások, tehát az üvegház-hatás, sugárzók, az aeroszolok és amit még esetleg nem ismerünk közülük. Van egy harmadik csomag, amiről már volt szó: a természetes hatások, talán itt tudunk a legkevesebbet a dolgokról, egyedül a vulkánosságnak és a naptevékenységnek a múltbeli hatásait ismerjük pár száz évre visszamenően. Ezen hatások egyike sem olyan mértékű azonban, mint amekkorának várjuk a jövőben az emberi hatást. De mindegyik van olyan mértékű, mint amilyen eddig volt az emberi hatás. Tehát itt három hatásnak a közelmúltban közel egyenlő súlyú keverékéről van szó, de attól tartunk, hogy az emberi beavatkozás sokkal nagyobb hatású lesz, idővel akár megtízszereződik (kb. fél fokról öt fokra), míg a másik két tényezőnél nincs okunk feltételezni ilyen mértékű változást.

Horváth Ákos: Ismét az éghajlat rendkívül összetett jellegére szeretnék utalni; szokták egy élőlényhez hasonlítani a légkört, vagy akár a Földet, ismerjük ezt a Gaia elméletet. Van egy 80 kilós ember, az megeszik néhány milligramm gyógyszert, vagy mérget, ami mélyreható változást tud okozni szervezetében. Ha azt vesszük, hogy évmilliók során a vegetáció számottevő mennyiségű szén-dio-xidot kötött meg, s azt az emberiség (történelmi léptékben) szinte pillanatok, azaz néhány száz év alatt felszabadítja, visszanyomja a légkörbe. Tehát e hatásoknak mindenképen szerepük van, gondoljunk az ember és gyógyszer hatására, de hogy pontosan milyen és hogy ez mennyire változtatja meg a légkörnek a belső mozgását a természetes mozgáshoz képest, arra még nincs egyértelmű válasz. Arra a kérdésre, hogy a tegnapelőtti vihar, vagy a mai lehűlés, az a szén-dioxid növekedésének a hatása-e vagy sem, egyértelműen azt lehet mondani, hogy nem. Pontosabban: a légkör megengedi, hogy szén-dioxid változása nélkül is ma plusz 3 vagy mínusz 5 fok legyen, tehát ebben nem kell semmi rendkívülit sejteni. Hosszútávon azonban ezzel mindenképen számolni kell.

4. telefonáló: Köszöntöm a Tudós Fórum részvevőit, kronológus történelemmel, társadalompolitikával foglalkozom, közel a hetvenhez. A dolgok elég jól érthetővé váltak, mióta Balogh János professzor 39 részes előadássorozatát bárki hallhatta. A levegő, a Föld és a víz szennyezése olyan nagy mérvű, hogy ezt stagnáló állapotban tartani szinte lehetetlen, tisztítani meg különösen. Itt kapcsolódik be Amerika rendkívül nagy felelőssége, tekintve, hogy az ott élők száma az elmúlt 60 évben 130 millióról 281 millióra emelkedett. Tehát Amerika lakossága a Föld teljes népességének 4,5-5%-át teszi ki, viszont a teljes szennyezés 25%-át adja, igazán élenjár. A Kárpát-medencében ma körülbelül 16-szor kisebbek a megélhetési költségek, mint a máris túlnépesedett Észak Amerikában. Jó lenne, ha mielőtt kivonulnak az amerikai szakemberek egy-egy tárgyalásról, előtte azért szóba állnának a világgal.

Horváth Ákos: Önnek teljesen igaza van abban, hogy az amerikai egy fogyasztói társadalom. Ugyanakkor az idei télnek jó esélye van arra – az észak-amerikai időjárási térképeket elnézve –, hogy ott az idei tél az elmúlt 5 esztendő leghidegebb tele legyen. Ezek után nehéz lesz meggyőzni az amerikai közvéleményt bármilyen globális felmelegedésről. Sok olyan tényező van, amiben az egész társadalmat kellene mozgósítani, ami egy alapvetően szénhidrogén felhasználásra épült társadalomban nem egyhamar fog megtörténni.

Műsorvezető: Önök éghajlat- és klímakutatók hogyan látják, ezek a nemzetközi együttműködések, megegyezni-akarások, klímakonferenciák mennyire vannak kudarcra ítélve?

Mika János: Nagyon fontos, hogy ezek a konferenciák folyamatosan megrendezésre kerüljenek, mert ez edzésben, tréningben tartja a döntési mechanizmust. Ma még ennek csak annyi a szerepe, hogy a nemzetközi konzorcium működőképessége megmaradjon, mindaddig, amíg igazán bizonyosak nem leszünk abban, hogy változás történik.

Műsorvezető: Van már valahol, valami eredmény?

Mika János: Az 1992-es ENSZ Éghajlatváltozási Keretegyezmény, amely két évvel később hatályba lépett, illetve az 1997-es Kiotói Egyezmény, amely azonban még nem, mindenképpen ilyen. Még akkor is, ha a melegedés megállításához az sem lenne elegendő, ha mindkettőt betartanák. De hadd fejezzem be, amit az imént elkezdtem: Semmiképpen nem arra gondolok, hogy majd akkor történjen valami, ha már bekövetkezett a klímaváltozás. Lehet, hogy csak néhány év és nagymértékben megnő a bizonyosságunk sok témakörben. Az ózonkérdés, amiről a mellettem ülő Haszpra László kollégám sokkal többet tud, a kapaszkodója a klímaváltozási egyezménynek, ami jó példa arra, hogy valamit lehet tenni és láthatóan annak eredménye is lesz.

Haszpra László: Az ózonkérdés megoldása sokkal egyszerűbb volt, hiszen konkrétabb jelenségről volt szó. Jól mérhető volt a hatás, és egy idő után már jól ismertük a pontos okokat. Ennek megfelelően egyértelműen meg lehetett mondani, hogy mit kell tenni. Ha ugyanis nem tesszük, akkor az az ózonréteg további vékonyodásával jár. Ez az ultraibolya sugárzás növekedéséhez vezet, és ezáltal az élővilág egészét, benne az embert, rendkívül súlyosan veszélyezteti. Az ózonréteg védelmében megkötött nemzetközi egyezmények alapján ma már viszonylag jól meg tudjuk becsülni azt, hogy a sztratoszféra ózontartalma nagyjából 2050-2060 körül tér vissza arra a szintre, amelynél az ultraibolya sugárzás már valószínűleg nem jelent nagyobb veszélyt a Földre, mint 50 évvel ezelőtt. Ugyanezt főleg a következmények vonatkozásában a szén-dioxidnál és más üvegház-hatású gázoknál nem lehet ilyen pontosan megmondani.

Műsorvezető: Egyszerűbb volt a csere is. Hiszen a halogénezett szénhidrogének helyett kifejlesztettek más anyagokat, például a freonok kiváltására a hűtőszekrényekben.

Haszpra László: Természetesen technikailag is sokkal egyszerűbb volt a helyzet. A szén-dioxidnál maradva (és ne felejtsük: más üvegház-hatású gázok is vannak a légkörben), az antropogén eredetű szén-dioxid jelentős része az energiatermelésből származik. Egész energiatermelésünk ma a fosszilis tüzelőanyagok felhasználására, tehát szénre, kőolajra, földgázra épül. Tágabb értelemben energiatermelésnek tekinthetjük a kőolajtermékek gépkocsimotorokban való elégetését is. Alternatívaként ma a megújuló energiaforrások jöhetnek számításba, illetve az atomenergia. Ez utóbbi környezetvédelmi szempontból szintén aggályos, ugyanakkor a megújuló energiaforrások közül például a vízi energia felhasználását is sokan ellenzik.

5. telefonáló: Időjárásunk alapvetően a Naptól való távolságunk, a tengelyferdeség változásából adódik, továbbá az emberi tevékenységtől is függ, ahogy erről eddig itt szó volt. Az az érzésem, hogy mindent az ipari tevékenységre fogunk, ózonlyuk ügyben pedig a szarvasmarhák elszaporodása a legnagyobb tragédia (mint a legtöbb metán kibocsátás okozói), s ha ezt nem fogják vissza, akkor előbb-utóbb ezzel nagy baj lesz. Mindezek után kérdezem: nem lehetséges-e, hogy a napsugárzás „elhangolódik", nem ugyanolyan szög alatt érik a sugarak a Földet, mint eddig, s ezzel „elhangolódik" az időjárás is?

Mika János: Hallgatónknak igaza van, a bennünket mostanában érdeklő időskálánál sokkal, nagyságrendekkel hosszabb idő alatt van a napsugárzásnak ingadozása. A néhány évtizedes, esetleg évszázados skálán is van néhány tized watt/m^2 ingadozás, ami azonban csak tizede annak, amit az ember eddig okozott az üvegház-hatású gázok kibocsátásával. Tehát van természetes ingadozás, de lényegesen kisebb a hatása, és ezen a lépték en belül marad a következő évtizedekben is, tehát nem lesz igazán versenytársa annak, amit az ember okoz a jövőben.

Haszpra László: A metán üvegház-hatású gáz. A szén-dioxid mellett a metán a második legfontosabb antropogén eredetű üvegház-hatású gáz. A metán légköri mennyisége szintén növekszik. Az elmúlt idestova 200-250 év adatai alapján tudjuk, hogy az emberiség lélekszámával szorosan összefügg ez a növekedés, aminek egyik oka tényleg a szarvasmarhák számának növekedése, ahogy hallgatónk említette. A másik jelentős antropogén metánforrás a rizstermesztés. Az elárasztott rizsföldeken a szerves anyagok bomlása nagymennyiségű metánt juttat a légkörbe, éppúgy, mint az emberiség létszámával szintén arányosan keletkező hulladékok bomlása. Ezeket a problémákat együttesen kellene kezelni, mert több ember részére több élelmiszert kell termelni, és több hulladék is keletkezik. Ez utóbbit talán könnyebb lenne megfékezni.

Horváth Ákos: A napsugárzáshoz még hozzátenném, hogy számítógépes modellek jól mutatják, ha az ún. napállandó, azaz a Föld külső légkörének egy négyzetméterére jutó napenergia megváltozik, akkor a légkörben drasztikus változások jönnek létre. A napállandó egy műholdakkal mért paraméter, lényeges változásairól nem tudunk. A Napnak azonban vannak ciklusai, ilyen a naptevékenység, 11, illetve 22 éves periódussal. Nem biztos, hogy a direkt sugárzáson keresztül, inkább a mágneses tere folytán befolyásolja a Föld cirkulációs rendszerét, de markánsan kimutatható hatása nincs.

6. telefonáló: Földrajzos vagyok

és arra szeretném felhívni figyelmüket, hogy a Föld éghajlatának egyik indikátora a magashegyek gleccsereinek visszahúzódása. Ez a jelenség szinte minden olyan kontinensen megfigyelhető, ahol voltak és vannak gleccserek. Nagyon valószínű, hogy ez nem egy mostani, rövid lejáratú szélsőség, hanem hosszabb ideje tartó felmelegedés következménye.

Műsorvezető: Egyetértenek a telefonálóval?

Mika János: Igen, valóban ez egy nagyon fontos indikátor, mert a felszínhőmérséklet mérésében lehet tévedés, ha körbeépítik az állomást, a gleccserre viszont ugyanezt a rontást nem tudják megejteni. De azért hadd tegyem hozzá, az igazán hatalmas jégmezők, mint pl. Grönland, vagy még inkább az Antarktisz, viszont nem mutatnak egyértelmű tömegcsökkenést, sőt az Antarktisz évtizedenként néhány milliméterrel vastagszik: több hó esik. Tehát nem minden jég fogy, csak a kisebbek.

Műsorvezető: Vitatkoznak azzal, hogy a jelenség a globális felmelegedés hatásainak tulajdonítható?

Mika János: Nem, nem, teljesen egyértelműen az Antarktisz jegét nem hívjuk gleccsernek, de mindaz, amit annak hívunk, az megy össze.

7. telefonáló: A megváltozott klímával összefüggésbe hozható, Magyarországon eddig ismeretlen kórokozók és betegségek megjelenésével kapcsolatban mire kell felkészülnünk? Hosszú távon a világ tudománya látja-e, láthatja-e az éghajlatváltozásból adódó negatív hatásokat, problémákat és az ipari termelés érdekei ellenére van-e módja beavatkozni az emberiség létét alapvetően befolyásoló folyamat megállításába?

Horváth Ákos: Arra a kérdésre válaszolnék, hogy Magyarországon milyen hatás képzelhető el az időjárásra. Ez nagyban függ a földrajzi környezettől. Az Európától délre található nagy, száraz sivatag, a Szahara fölött gyakoriak az anticiklonok, amelyek főleg nyáron hajlamosak arra, hogy a nyugati szelek övében a nedvességáramlást, magyarul a felhőket, ciklonokat inkább észak felé térítsék el. Ha ilyen, az Azori-szigetektől Szibériáig húzódó anticiklon tengely alakul ki, (felfedezőjéről Vojejkov-tengelynek hívják); ennek megerősödése nyáron az aszály növekedéséhez vezet. Ugyanakkor az Egyesült Államok középnyugati térségében egy meleg tengeri öböl, a Mexikói öböl található, mint komoly nedvességforrás. Ott elképzelhető, hogy sokkal inkább a monszun jellegű, tehát a július-augusztusi nagyobb csapadékok dominálnak majd egy ilyen változás esetén. Előrejelzői tapasztalatból mondhatom, hogy ezeknek a nyári anticiklonoknak a gyakorisága Európában az elmúlt években valóban nagyon megnőtt.

Mika János: Ismerjük, hogy Magyarországon ezek az anticiklonok, vagy a hőmérséklet, csapadék és napfénytartam hogyan alakult, és ismerhetjük ennek félgömbi, vagy részletesebb területi alakulását a Földön. Valóban az tapasztalható, hogy nyári időszakban ez az anticiklon megerősödött, ezáltal szárazabb időjárás alakult ki olyankor, amikor a Föld melegebb volt. Számadatokkal is tudunk szolgálni: fél foknyi melegedéshez 10%-os csapadékcsökkenés tartozik a nyári félév átlagában, vagyis a kukorica tenyészidejében, az áprilistól szeptemberig tartó időszakban. A téli hőmérséklet jelentősen emelkedik, de ott a csapadékváltozás nem jelentős a melegedéssel párhuzamosan. Tehát ilyen jövőkép vetíthető, ezek leckék a múltból, de csak akkor igazak, ha a múltban tapasztalt kapcsolat megismétlődik a jövőben is. A változásnak valószínűleg lehet egészségügyi hatása: a keleties, délies áramlások megerősödnek, s ezekben több az egészségre káros vírus, baktérium.

Műsorvezető: Nekem egy immunológus azt mondta egyszer, hogy a Földön sokkal nagyobb területeken lesz például malária; a szárazság és a meleg miatt nagyobb életterük lesz a betegséget terjesztő szúnyogoknak.

Mika János: Abban nem vagyok egészen biztos, hogy nagyobb lesz ez a terület, de valószínűleg északabbra húzódik majd az északi féltekén s olyan területeket érint, ahol eddig nem volt malária. De ez a kapcsolat ma még inkább csak minőségileg mutatkozik meg.

Műsorvezető: Foglalkoznak azzal a kérdéssel, hogy Magyarországon, vagy Közép- Európában ezzel kapcsolatban mire kell számítani?

Mika János: Stratégiai tervezés szintjén kerestek meg nemrégiben bennünket egészségügyi kutatók, a majdani alkalmazkodást előkészítő hatásvizsgálatok ügyében. Az [éghajlat]változásra két módon lehet felkészülni: alkalmazkodni hozzá, vagy korlátozni. Alkalmazkodni is csak tervszerűen lehet, meg kell tudni, hogy az élő és élettelen környezet mely szektorai reagálnak, milyen mértékben, melyek károsak, melyek hasznosak, s mindezekre optimalizálni a választ. Ma ott tartunk, hogy az egészségügy területén mostanában kezdődik a hatásvizsgálat, más területeken már vannak bizonyos számszerű eredmények.

Műsorvezető: Önök a Tudósfórum élőben című műsort hallották ma a rendkívüli időjárásról, a globális felmelegedésről, s habár egyér-telmű és végleges válaszokat nem adtunk, sok érdekes dologról volt szó. Megköszönöm Haszpra László levegőkémikusnak, Horváth Ákos meteorológusnak és Mika János éghajlatkutatónak, hogy elfogadták meghívásunkat. A többi műsorkészítő nevében is köszöni figyelmüket a szerkesztő, **Gimes Júlia**.

* * *

Aláírásra került az OMSZ és az OKF közötti Együttműködési megállapodás

2001. februárjában aláírásra került az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) és az Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság (OKF) közötti Együttműködési megállapodás. Ez adja az alkalmat arra, hogy megvizsgáljuk azokat a teendőket, melyeket ez a megállapodás meghatároz a számunkra.

Feladatok

Az 1999. évi LXXIV. Katasztrófa törvény, valamint az 1996. évi XXVII. A polgári védelemről szóló törvény meghatározza azokat a katasztrófa típusokat - természeti csapásokat, vagy ipari baleset okozta állapotot - amelyekben Védekezési Munkabizottságot kell megalakítani. A szabályozás alapjául szolgált a már hosszú ideje működő nukleárisbaleset-elhárítási szervezet, melynek mintájára alakították meg a többi katasztrófatípusban felállítandó Védekezési Munkabizottságokat.

Ilyen helyzetekben az OMSZ-nak többletfeladata van. Ezek a feladatok a következők:

- Ár- és belvízhelyzetet okozó, közlekedést akadályozó rendkívüli időjárási helyzetek (pl. a folyók vízgyűjtő területein lehulló nagy mennyiségű csapadék, vagy nagy mennyiségű hó) előrejelzése, valamint a katasztrófa bekövetkezte után folyamatos információ szolgáltatás,
- Nukleáris baleset, vagy veszélyes ipari üzemek (pl. vegyi üzemek) balesetével kapcsolatos időjárás előrejelzési feladatok.

Az Együttműködési megállapodás e szolgáltatások körét, a tájékoztatások továbbításának módját, valamint a díjazást szabályozza. A következőkben a fenti két fő feladatcsoporttal kapcsolatos előrejelzői munkafolyamatot vázoljuk.

Az OMSZ feladata nukleáris baleset, vagy veszélyes ipari üzemek balesete esetén

Az atomerőművek, ipari üzemek normálüzemi körülmények között nem jelentenek veszélyt a környezetre, ilyenkor a radioaktív anyagok, vagy egyéb szennyezőanyagok kibocsátása nem haladja meg az engedélyezett értékeket. Ezek a létesítmények azonban működésük során komoly veszélyeket is rejthetnek magukban, hiszen üzemzavar vagy baleset esetén a radioaktív szennyeződés, vagy más szennyezőanyagok kibocsátása komoly veszélyeket jelenthet a környezetre.

Az atomerőművekben kialakuló nukleáris balesetek azonban nemcsak az atomerőmű közvetlen környezetében élő lakosságra jelentenek veszélyt, hanem a több 10, esetleg 100 km távolságra élőket is komolyan veszélyeztethetik kedvezőtlen időjárási viszonyok esetén, mint ahogy ez 1986-ban Csernobilban is történt.

Baleseti helyzetek kialakulhatnak az energiatermelő szektoron kívül, más ipari objektumokban is. Gondoljunk itt arra, hogy pl. vegyi üzemekben történő baleset is vezethet az egészséget károsító, mérgező anyagok kibocsátásához.

A különböző balesetek során a légkörbe került szennyezőanyagok terjedését, hígulását, kimosódását nagymértékben meghatározzák az időjárási viszonyok, ezért a Meteorológiai Szolgálatoknak világszerte nagy szerepük van az ipari, vagy nukleáris balesetelhárítási rendszerek működésében.

A következőkben a hazai nukleárisbaleset-elhárítási rendszer felépítését és az Országos Meteorológiai Szolgálat egy esetleges nukleáris baleset során nyújtandó szolgáltatásait mutatjuk be.

Az OMSZ szolgáltatásai

Az OMSZ által szolgáltatandó információk körét is meghatározza az Együttműködési megállapodás. Folyamatosan, tehát nemcsak baleseti helyzetben szolgáltatjuk az Országos Sugárfigyelő, Jelző és Ellenőrző Rendszerbe (OSJER) a megfelelő mérőberendezéssel felszerelt állomásokról a légköri aeroszol teljes a, b, g aktivitásának, továbbá a g dózisteljesítmény adatait.

Baleseti helyzetben, az OMSZ a veszélyhelyzeti riasztást követő 1 órában előállítja és továbbítja a Kormányzati Koordinációs Bizottság Operatív Törzsének, illetve a Veszélyhelyzeti Központnak a döntéshozatalhoz szükséges időjárási információkat.

A kimenő információk három csoportba sorolhatók. Így egyrészt tájékoztatást adunk az aktuális időjárási helyzetről, illetve 24-72 órás időtartamú meteorológiai előrejelzéseket készítünk Magyarország, illetve Európa térségére, a baleset helyétől függően. Másrészt szennyező vagy sugárzó anyag légköri kibocsátásával járó baleset esetén a kibocsátás helyéről induló légpálya-előrejelzést (trajektóriákat), és egyéb speciális célprognózisokat szolgáltatunk 1-24 órás időtartamra. A nukleárisbaleset-elhárítással foglalkozó intézmények terjedési modelleket futtatnak, a tájékoztatások harmadik csoportjába tartozik e terjedési modellek futtatásához szükséges meteorológiai bemenő adatok szolgáltatása.

Gyakorlatok

A csernobili katasztrófa után világszerte felértékelődött a nukleárisbaleset-elhárítás jelentősége, és fokozódott az elhárításra való előzetes felkészültség fontossága. A nukleárisbaleset-elhárítás azzal a nehezen feloldható ellentmondással küzd, hogy a szinte soha elő nem forduló, ámde súlyos következményekkel járható események kezelésére gyorsan reagáló, jól begyakorlott személyzet rendelkezésre állása szükséges. Az ellentmondás enyhítésének egyetlen módja az, hogy a feladatok gyakorlására a lehető legszélesebb körben és megfelelő sűrűséggel gyakorlatokat kell szervezni. Ezt a célt számos hazai és nemzetközi gyakorlat szolgálja.

A nemzetközi gyakorlatok a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség (NAÜ) szervezésében folynak. 1993-ban indultak az un. INEX gyakorlatok. Az INEX2 sorozat gyakorlatai három fő témakör gyakorlására szerveződtek. Ezek: valós idejű információ csere, lakossági tájékoztatás, döntéshozatal korlátozott információk birtokában. Minden gyakorlat után a résztvevő országok összegezték tapasztalataikat, majd a következtetésekről összefoglaló kiadvány készült.

A hazai nukleárisbaleset-elhárítási szervezet fejlődésének komoly lökést adott az INEX 2 HUN gyakorlat, amelynek középpontjában a Paksi Atomerőmű állt. Az INEX 2 sorozat 2001. májusában folytatódott, a gyakorlat az eddigiektől eltérően hosszú idejű volt, 16 órán át tartott, a szolgálatváltást is gyakorolandó.

Az OMSZ feladata a rendkívüli időjárási helyzetben

Az időjárási veszélyhelyzetek (rendkívüli időjárási helyzetek) várható bekövetkezte előtt az OMSZ a veszélyre vonatkozó előrejelzését a fenti megállapodás alapján díjmentesen biztosítja.

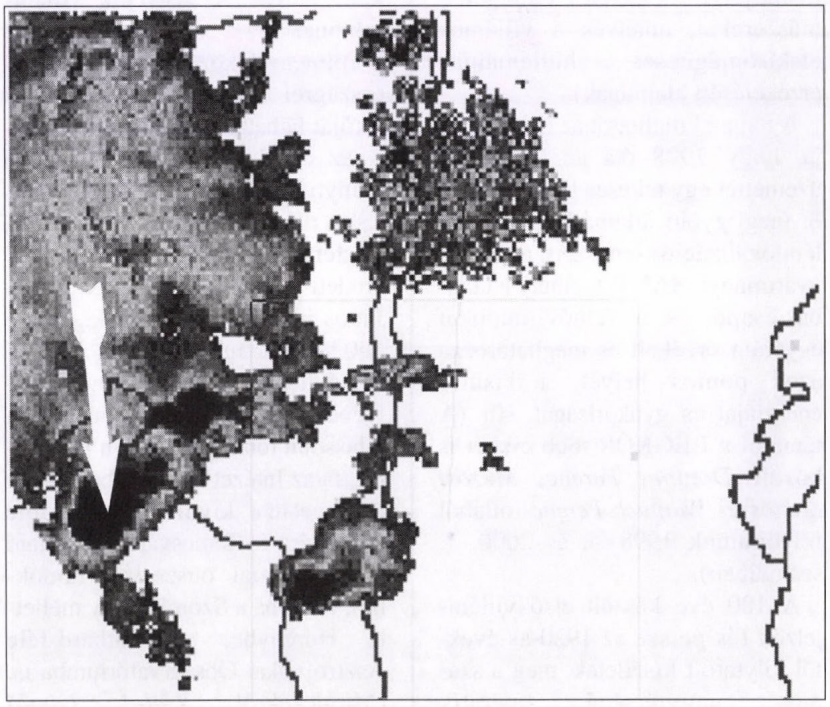
Az alábbi extrém időjárási eseményeknél kell riasztást adni az Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóságnak (OKF) az esemény bekövetkezte előtt 36 órával:

- Néhány óra alatt kistérségre korlátozódva, de akár több gócban 60 mm-t meghaladó csapadék lehullása várható (felhőszakadás),
- 100 km/órát meghaladó szélsebesség kialakulására kell számítani.
- Olyan havazás alkalmával, amikor 24 óra alatt a friss hóréteg vastagsága meghaladhatja a 10 cm-t miközben tartósan viharos szélre kell számítani (hófúvások várhatók),
- téli extrém hideg időszakok esetében (napi középhőmérséklet -10 fok alatt), amikor ideiglenes melegedő helyek megnyitására van szükség.

A riasztást az esemény bekövetkeztéig 12 óránként meg kell erősíteni, szükség szerint módosítani. Amennyiben az esemény bekövetkezte előtt 36 órával nem került kiadásra riasztás, de a legfrissebb információk szerint a fenti extrém időjárási helyzetek valamelyikének kialakulása mégis várható, akkor a riasztást minél előbb pótolni kell.

A felsorolásból látható, hogy a riasztásokat az esemény bekövetkezte előtt 36 órával korábban kell kiadnunk, elsősorban a 3 óránként rendelkezésre álló finomfelbontású (8 km-es) ALADIN modell eredményeit felhasználva. A fenti események közül azonban több, például a hirtelen kialakuló felhőszakadás vagy a zivatarokhoz kapcsolódó viharos szél pontos helyének az előrejelzése 36 órával az esemény bekövetkezte előtt ma még a finomfelbontású modellek segítségével sem megoldott. Ezért különösen fontos, mind a távérzékelési eszközök (radar, műhold, villám lokalizációs rendszerek) adatainak, mind a hagyományos vihartáviratoknak folyamatos nyomon követése.

Az eddigi tapasztalatok szerint az



1. ábra: 1996. június 21-én a Balatontól délre Torvaj község feletti igen intenzív és váratlanul kialakuló zivatartömb a radarmérések alapján

esetek nagyobb részében a szinoptikusok a számítógépes előrejelzések segítségével rövidtávon belül, (tehát 12-36 órával az esemény bekövetkezte előtt) felismerik azokat az időjárási helyzeteket, amelyeknél kialakulhatnak a szóban forgó extrém időjárási események. Tekintettel azonban arra, hogy ezek a jelenségek gyakran mezoléptékű rendszerekhez kapcsolódnak és ezek kialakulása igen váratlanul, akár néhány óra alatt is bekövetkezhet, ezért a rendszerek kialakulásának pontos idejét illetve helyét csak egy-két órával korábban, a nowcasting időtartam alatt vagyunk képesek előrejelezni, elsősorban az előzőekben említett távérzékelési eszközök segítségével.

Előfordulhat olyan eset is, hogy a szinoptikus az időjárási helyzet alapján ugyan vár zivatarokat, de a modellek, illetve az időjárási helyzet alapján nem számít arra, hogy ezeket extrém időjárási jelenségek is fogják kísérni, így 100 km/órát meghaladó szélsebesség, vagy felhőszakadás. Ilyenkor már csak az esemény bekövetkeztének pillanatában van mód riasztásra, de a riasztás még ilyenkor is igen hasznos információ lehet a Katasztrófavédelmi Főigazgatóságnak, hiszen ezek a rendszerek kialakulásuk után általában továbbhelyeződnek, így nem csak a keletkezésük helyén okozhatnak károkat.

Az *1. ábrán* az 1996. június 21.-én a Balatontól délre, Torvaj község felett kialakult igen intenzív és váratlanul kialakuló zivatartömböt láthatjuk a radarmérések alapján. Ezt a zivatart tornádó erejű szélvihar kísérte, amely a községben és környékén jelentős anyagi károkat okozott. Tekintettel arra, hogy a térségben nincsen meteorológiai állomás (Siófokon lényegesen gyengébb volt a szél), a vihart csak radarmérések alapján lehetett felismerni.

Bonta Imre
Sándor Valéria

100 éves magyar villámjelzők

A magyar Elektrotechnikai Múzeum 2001. június 8-án kiállítással egybekötött konferencián emlékezett meg a kereken 100 éve készült első magyar villámjelzőkről. (E kifejezéssel jelölik a köznyelvben „zivatarjelző", ill. „viharjelző" néven emlegetett műszereket, amelyek a villámok elektromágneses hullámainak érzékelésén alapulnak).

A téma aktualitását az is indokolja, hogy 1998 óta az OMSZ is üzemeltet egy teljesen automatizált, öt megfigyelő állomásból álló villámlokalizációs rendszert, a francia gyártmányú SAFIR-t, amely a talajba csapó és a felhővillámokat egyaránt érzékeli és meghatározza azok pontos helyét, a kisülés energiáját és gyakoriságát, stb. (A témáról a LÉGKÖR több cikket is közölt *Dombai Ferenc*, *Mezősi Miklós* és *Wantuch Ferenc* tollából folyóiratunk 1998. 4. és 2000. 1. számaiban).

A 100 éve készült első villámjelzők (és persze az 1920-as évektől folytatott kísérletek, meg a számos, nagytérségű, operatív mérőhálózattal szerzett tapasztalatok) mind-mind előfutárai voltak a mai korszerű villámfigyelő, zivatarjelző technikának. A konferenciához kapcsolódó kiállításon három korabeli, 100 éves magyar villámjelzőt mutattak be, ezek egyikét a Meteorológiai Múzeum kölcsönözte. A negyedik villámjelzőnek – amely kalandos körülmények között került Magyarországról Dél-Afrikába – csak a fotóját láthattuk.

Az OMSZ birtokában – eléggé hiányos állapotban – levő, *Boggio-Lera* olasz professzor által kifejlesztett villámjelzőt (a rajta levő eredeti adattábla szerint) „Klassohn János intézeti műszerész készítette 1902-ben a m. kir. Orsz. Meteorológiai Intézet mechanikai műhelyében". Ezt a típust annak idején Klassohn több példányban is előállította az Intézet műhelyében és így Budapesten kívül jutott belőle Ógyallára és Temesvárra (az ottani meteorológiai obszervatóriumokba), továbbá a Szombathely melletti Herénybe, a Gothard-féle Asztrofizikai Obszervatóriumba is. (Mindezekről *Szalai László* asszisztens terjedelmes beszámolót közöl az Intézet 1902. évi működéséről szóló Jelentésben; ugyanott találjuk az e villámjelzőhöz *Konkoly Thege* igazgató által konstruált regisztráló fényképét is, maga az eredeti írószerkezet azonban eddig még nem került elő).

A XX. század első éveiben Magyarországon először jezsuita és bencés tanárok konstruáltak villámjelzőket: Kalocsán *Fényi Gyula* (1845-1927), a Haynald-obszervatórium igazgatója és *Schreiber János* rendtársa már 1901 nyarán sikeres villámjelző kísérleteket folytattak, készülékük két varrótűből szerkesztett mágnestűs kohérere (érzékelője) "úgy a közeli, mint a távoli villámokat automatice jelezte".

Pannonhalmán *Palatin Gergely* (1851-1927) bencés szerzetes, fizika tanár állított össze villámjelzőt, amelyhez 1902-ben regisztráló készüléket is kapcsolt. A tárcsa alakú papírkorong spirális alapvonalán apró tüskék jelezték az egyes villámkisüléseket.

(Folytatás a 38-ik oldalon)

A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG HÍREI

Rovatvezető: Maller Aranka

Rendezvényeink 2001. április 1-június 30 között

Előadó ülések, rendezvények:

Április 19.
a Magyar Meteorológiai Társaság Közgyűlése.

Az MMT Választmánya az Alapszabály 11§(2) bek. a). pontja értelmében összehívja a Társaság Közgyűlését 2001. április 19.-én, csütörtökön, 1430 órára.
A Közgyűlés akkor határozatképes, ha azon a tagoknak legalább a fele megjelenik. Határozatképtelenség esetén a Választmány újra összehívja a Közgyűlést 2001. április 19.-én 15 órára, amely a megjelent tagok számától függetlenül határozatképes.
14.30 A Közgyűlés összehívása
A határozatképesség megállapítása
14.35 Tudományos előadás:
Homokiné Újváry Katalin: A márciusi árvíz Kárpátalján
15.00 A Közgyűlés megnyitása
Főtitkári beszámoló (a közhasznúsági jelentés része)
Az Ellenőrző Bizottság jelentése (a közhasznúsági jelentés része)
Az MMT tagsági díjának módosítása (Határozat: 1.200 Ft/év, diák és nyugdíjas 50% kedvezményben részesül)
Vita
A 2000. évi társasági díjak átadása (felsorolás alább)
A Közgyűlés bezárása
16.00 Videofilm vetítés (Felső-Tisza vidéki árvíz 2001 címmel)

Május 10.
A háttérszennyezettség jelenlegi helyzete Magyarországon.
Dr. Baranka Györgyi (a 2000. évi Róna díjas)

Május 24.
Az éghajlati vízellátottság vizsgálata térinformatikai módszerrel.
Harkányiné dr. Székely Zsuzsanna - Dr. Domonkos Péter

Június 7.
A legnagyobb játszma.
Czelnai Rudolf akadémikus (a 2000. évi Szakirodalmi Nívódíjjal kitüntetett.)

Június 28.
Kirándulás az érdi Földrajzi Múzeumba. (Beszámoló külön cikk formájában.)

A 2001. évi TÁRSASÁGI DÍJAKKAL kitüntetettek névsora

STEINER LAJOS EMLÉKÉREM
Dr. Gyuró György
Ináncsi László
SZAKIRODALMI NÍVÓDÍJ
Dr. Czelnai Rudolf "A világóceán. Modern fizikai oceanográfia" c. könyvéért
RÓNA ZSIGMOND ALAPÍTVÁNY 2000. ÉVI KAMATAI
Dr. Baranka Györgyi
BERÉNYI DÉNES EMLÉKDÍJ
Dr. Anda Angéla

Közhasznúsági jelentés a Magyar Meteorológiai Társaság 2000. évi tevékenységéről

Társaságunk a közhasznú szervezetekről szóló 1997. évi CLVI. törvény előírása szerint kérte a Fővárosi Bíróságtól nyílvántartásba vételét a közhasznú szervezetek közé. Az eljárás a Pk.60.443 ügyiratszámon befejeződött és Társaságunkat 1999. február 16.-án bejegyezték a közhasznú egyesületek közé.
Az MMT hatályos Alapszabálya értelmében az alábbi közhasznú tevékenységeket végzi:

- tudományos tevékenység, kutatás;
- nevelés, oktatás, képességfejlesztés, ismeretterjesztés;
- kulturális örökség megóvása;
- környezetvédelem;
- euroatlanti integráció elősegítése.

A hatályos jogszabályok előírásai szerint a közhasznúsági jelentést az alábbiakban részletezzük:
Költségvetési támogatás felhasználása
Közvetlenül az állami költségvetésből támogatást a tárgyévben nem kaptunk.
Egyéb támogatás
Mint a MTESZ egyik tagegyesülete, a szövetségnek külön költségvetési soron 2000-ben juttatott 100M Ft-

ból a MTESZ Szövetségi Tanácsának határozata alapján 250e Ft támogatásban részesültünk.

Kapott közhasznú támogatások kimutatása:
Országos Meteorológiai Szolgálat 470e Ft, Pro Cultura Alapítvány 100e Ft.

A vagyon felhasználásával kapcsolatos kimutatás:
Társaságunk mérleg szerinti vagyona 1999-ben 2.223e Ft volt. Mivel a 2000-es évet 3.159e Ft eredménnyel zártuk, vagyonunk 2000 év végén 5.382e Ft-ra emelkedett, amit állampapírokban illetve készpénzben tartunk. Tárgyi eszközünk állománya ebből elenyésző (214e Ft).

Cél szerinti juttatások kimutatása:
2000 évben 1.250e Ft-ot fizettünk ki kutatási ösztöndíj címén. Tagjaink részére 126e Ft értékben adtunk könyvutalványokat, társadalmi munkájuk elismeréseként 132e Ft-ot fizettünk ki pályázati díjként középiskolásoknak.

Vezető tisztségviselőknek nyújtott juttatások:
Vezető tisztségviselőink nemcsak névlegesen, hanem ténylegesen társadalmi munkában látják el önként vállalt feladatukat, amelyért a beszámolási időszakban semmiféle juttatásban nem részesültek, még költségtérítésben sem. Sok időt és energiát igénylő, felelősséggel is párosuló társadalmi tisztségük ellátásáért semmilyen ellenszolgáltatásban nem részesültek.

A közhasznú tevékenység tartalmi beszámolóját a főtitkári beszámoló tartalmazza:

Bevezetés

Ez a második év, amikor a közgyűlésünket az évet záró december helyett a következő év tavaszán, az előző év pénzügyi zárásának elkészülte után tartjuk, mert így írja elő a közhasznúsági jogszabály. Hála ügyvezető titkárunk igyekezetének, a kötelezően előírt május 31. helyett jóval korábban zárhattuk az előző év pénzügyeit, így áprilisban megtarthatjuk a közgyűlést, amelyen fő napirendi pont a 2000. naptári évről szóló közhasznúsági beszámoló, tehát ennek részeként a jelen főtitkári beszámoló is az előző naptári évről ad számot és nem a két közgyűlés közötti időszakról.
Kapcsolatunk a MTESZ-szel ill. a társegyesületekkel korrekt. Rendszeresen részt veszünk a MTESZ Szövetségi Tanács ülésein (mint ismeretes, a Szövetségi Tanácsban minden egyesület egy taggal képviselteti magát). Az elmúlt hónapok fő témája a MTESZ megbomlott pénzügyi egyensúlya, ill. az egyensúly visszaállításának kérdése volt. Vissza-visszatérően felvetődik, hogy az eltérő nagyságú egyesületek a döntéshozatalban azonos súllyal, vagy pedig vagyonarányosan vegyenek részt. Jelenleg az előbbi elv érvényes, ami egyben azt jelenti, hogy a MTESZ tagdíj minden egyesület számára azonos (ezévben 120e Ft). Egyedül a vagyoni kérdésekben történő szavazásnál vagyonarányos az egyesületek súlya (az MMT esetében 0.1%). Ilyen döntésekre évek óta nem került sor.
Az Európai Meteorológiai Társaságban létszámarányos tagdíjat (tagonként 1 Euro) fizetünk. Idén ősszel az ECAM-mal egyidőben Budapesten lesz az EMS Közgyűlése. Szervezését az EMS Titkársága végzi, így eddig nem sok tennivalónk akadt.
Folyóiratcserét több külföldi egyesülettel lebonyolítunk, a kapott kiadványok részben az OMSZ, részben az ELTE Met. Tanszék könyvtárába kerülnek.

A 2000-es év általános jellemzése

Az elmúlt év jellegzetessége a viszonylag nagyszámú ünnepi megemlékezés volt: Társaságunkat 75 évvel ezelőtt alapították elődeink, idősebb Berényi Dénes 100, Zách Alfréd 90 évvel ezelőtt született, a WMO 50 éves volt. Pályázatok révén kormányzati és parlamenti alapokból kevésbé lehet támogatáshoz jutni, mint korábban, ezért a MTESz egyesületek körében megkezdődtek a fizetésképtelenség okozta felszámolások. Szerencsére ez az MMT-re nem vonatkozik, így nyugodtan ünnepelhettünk, sőt, személyes örömömre, az egyéni előadásaink száma kismértékben növekedésnek indult, amiben a megbízható alapot az Orvosmeteorológiai Szakosztály előadásai adták. 13 előadásból kettőnek volt külföldi előadója, ötnek pedig külföldön dolgozó magyar. A szokásos alapvető tevékenységünket jól elláttuk, azaz

- Egyéni előadásainkkal és rendezvényeinkkel műveltük a meteorológia tudományát és elősegítettük a szakterületünkön folyó kutatást;
- Ifjúsági pályázatunk szép eredményeket mutatott fel a tavalyi évben, teljesítette nevelő és oktató feladatát. Tagjaink ismét jelentős számban gyarapodtak tanuló fiatalokkal mind az egyetemista, mind a középiskolás korosztályból
- Nem feledkeztünk meg Társaságunk egyik specialitásáról, arról, hogy rendszeresen megemlékezünk hazai elődeinkről, ezáltal tartjuk ébren és őrizzük az évszázadnál is hosszabb múltra visszatekintő hazai meteorológiai kultúrát.
- A környezetre figyelő tudat kialakítását elsősorban az éghajlat jellegzetességeivel és változékonyságával foglalkozó előadásainkkal igyekeztünk elősegíteni.
- Időnként szerepelnek előadóink között külföldiek, akik nemcsak az ottani tudást közvetítik hozzánk, hanem egyúttal kapcsolatépítést is jelentenek

az adott országgal. 2000-ben Koreából és az Egyesült Államokból láttunk vendégül külföldi előadókat.

Szakirodalmi nívódíj

Alapszabályunknak a Szakirodalmi Nívódíjra vonatkozó részét a tavalyi közgyűlés aktualizálta, így a mai napon először kapja meg a megreformált eljárással kiválasztott szerző a díjat jelképező, a meteorológiához és tudományhoz való tartozást művészi formában kifejező érmét.

Gazdasági helyzetünk

Pénzügyi helyzetünk lényegében nem változott, noha érzékelhető a központi támogatás csökkenése. Amíg az 1998-as év eredménye 33 eFt többlet volt, addig az 1999-es évet 221 eFt hiánnyal zártuk, tehát folytatódik az a tendencia, hogy az éves mérlegünk hol pozitív, hol negatív. A hullámzásnak megfelelően a 2000. évet pozitív mérleggel zártuk, amely jelentős: 3 159 eFt, köszönhetően a komoly nemzetközi rendezvénynek.
Ennek ellenére ezévtől kénytelenek vagyunk az éves tagdíjat 600 Ft-ról 1200 Ft-ra emelni (nyugdíjasoknak és ifjusági tagoknak 600 Ft-ra), hiszen az elmúlt öt évben az infláció ellenére nem emeltünk tagdíjat. Más egyesületekhez képest még mindig nagyon visszafogottak vagyunk.
A személyi jövedelemadó 1 %-ából származó bevételünk meglehetősen egyenletes volt, most azonban jelentősen növekedett:
az 1996. évi adóból 166 714 Ft
az 1997. „ „ 158 171 Ft,
az 1998. „ „ 168 342 Ft.
az 1999. „ „ 236 635 Ft

Az 1998. évből származó bevételből vettünk egy új másológépet.

Köszönjük tagságunk következetes és immár növekvő mértékű segítségét!!!

Tevékenység negyedévenként

Az első negyedévben a Tudományos Tanács is és a Választmány is tartott ülést. A Tanács a 75 éves megemlékező előadással és a Vándorgyűlés témájával foglalkozott. A Választmány a közgyűlés előkészítésének és az első féléves munkaterv összeállításának munkáit végezte el. Három előadói ülésre került sor. A Meteorológiai Világnapon az 50 éves WMO-ról, ezen belül az állami közszolgálati munkaként végzett meteorológiai tevékenységről emlékeztünk meg. A közszolgálati munka jellemző foglalkoztatási forma a nemzeti meteorológiai szolgálatoknál.

A második negyedévben, május 11-én került sor az ünnepi Közgyűlésre. Ezen társegyesületek köszöntötték a 75 éves Magyar Meteorológiai Társaságot, amelynek történetéről Szász Gábor emlékezett meg szép előadásban. Az 1999. és 2000. évre összevontan kiadott MMT kitüntetéseket a következők kapták:

- Steiner Lajos emlékérem: Bartholy Judit, Hirling György és Mika János
- Szakirodalmi Nívódíj: Unger János
- Róna Alapítvány kamatai: Pongrácz Rita
- Berényi Dénes Emlékdíj: Bussay Attila és Zemankovicsné Hunkár Márta.

Ebben a negyedévben is 3 előadói ülést tartottunk. Júniusban került sor a III. „Erdő és klíma" konferenciára Debrecenben, itt társrendezőként szerepeltünk.

A harmadik negyedévben nyári szünet helyett sok eseményen munkálkodtunk. Előadást tartott Roger Davies (USA) tiszteleti tagunk, valamint Tóth Zoltán Washingtonban dolgozó kollégánk. Számos meteorológus járult hozzá a HUNGEO sorozathoz. XXVIII. Vándorgyűlésünket Sopronban tartottuk (aug.24-25.), ahol szertettel és tisztelettel köszöntöttük szlovák kollégáinkkal együtt a 90 éves Zách Alfrédot, a hazai meteorológusok korelnökét.

A negyedik negyedévben a Választmány megkezdte a felkészülést a mostani közgyűlésre a kitüntetési bizottságok felkérésével és a következő tisztújítás időpontjának (2002. tavasza) kijelölésével. Ebben a negyedben már 4 előadói ülést tartottunk. Részt vettünk Debrecenben idősebb Berényi Dénes születésének 100 éves évfordulója alkalmából tartott tudományos ülésen. Decemberi záróülésünkön három, külföldön tartott és az éghajlat témájával foglalkozó rendezvényről kaptunk beszámolót. Simon Antal megemlékezett azon elődeinkről, akiknek valamilyen évfordulójuk volt 2000-ben.

6. Számviteli beszámoló

Statisztikai számjel: 19815826-9112-529-41
A szervezet megnevezése: Magyar Meteorológiai Társaság
A szervezet címe: 1027 Budapest, Fő u 68.

KETTŐS KÖNYVVITELT VEZETŐ TÁRSADALMI SZERVEZETEK, KÖZTESTÜLETEK KÖZHASZNÚ BESZÁMOLÓJÁNAK MÉRLEGE 2000. ÉV

Sor-szám	A tétel megnevezése	Előző év	adatok E Ft-ban Tárgyév
1.	**A. Befektetett eszközök**	**277**	**214**
2.	I. IMMATERIÁLIS JAVAK	-	-
3.	II. TÁRGYI ESZKÖZÖK	277	214
4.	III. BEFEKTETETT PÉNZÜGYI ESZKÖZÖK	-	-
5.	IV. BEFEKTETETT ESZKÖZÖK ÉRTÉKHELYESBÍTÉSE	-	-
6.	**B. Forgóeszközök**	**2.826**	**5.823**
7.	I. KÉSZLETEK	-	-
8.	II. KÖVETELÉSEK	-	8
9.	III. ÉRTÉKPAPÍROK	1.498	4.502
10.	IV. PÉNZESZKÖZÖK	1.328	1.313
11.	**C. Aktív időbeli elhatárolások**	**90**	**1.366**

Sor-szám	A tétel megnevezése	Előző év	adatok E Ft-ban Tárgyév
12.	**ESZKÖZÖK (AKTÍVÁK) ÖSSZESEN**	**3.193**	**7.403**
13.	**D. Saját tőke**	**2.223**	**5.382**
14.	I. INDULÓ TŐKE	1.042	1.042
15.	II. TŐKEVÁLTOZÁS	1.181	4.340
16.	ebből tárgyévi eredmény	- 221	3.159
17.	III. ÉRTÉKELÉSI TARTALÉK	-	-
18.	**C. Céltartalék**	-	-
19.	**F. Kötelezettségek**	**405**	**283**
20.	I. HOSSZÚ LEJÁRATÚ KÖTELEZETTSÉGEK	378	283
21.	II. RÖVID LEJÁRATÚ KÖTELEZETTSÉGEK	27	-
22.	**G. Passzív időbeli elhatárolások**	**565**	**1.738**
23.	**FORRÁSOK (PASSZÍVÁK) ÖSSZESEN**	**3.193**	**7.403**

KETTŐS KÖNYVVITELT VEZETŐ TÁRSADALMI SZERVEZETEK, KÖZTESTÜLETEK KÖZHASZNÚ BESZÁMOLÓJÁNAK EREDMÉNYKIMUTATÁSA 2000. ÉV

Sorszám	A tétel megnevezése	adatok E Ft-ban Tárgyév
1.	**A. Összes közhasznú tevékenység bevétele**	**25.123**
2.	1. Közhasznú célra, működésre kapott támogatás	237
3.	a. alapítótól	-
4.	b. államháztartás más alrendszerétől (SZJA 1%)	237
5.	2. Pályázati úton elnyert támogatás	550
6.	3. Közhasznú tevékenységből származó bevétel	21.244
7.	4. Tagdíjból származó bevétel (egyéni és jogi)	925
8.	5. Egyéb bevételek	2.167
9.	**B. Vállalkozási tevékenység bevétele**	**0**
10.	6. Nem cél szerinti (vállalkozási) bevétel	0
11.	7. Egyéb cél szerinti (vállalkozási) bevétel	0
12.	**C. Összes bevétel**	**25.123**
13.	**D. Közhasznú tevékenység költségei**	**21.964**
14.	**E. Vállalkozási tevékenység költségei**	**0**
15.	1. Nem cél szerinti (vállalkozási) tevékenység költségei	0
16.	2. Egyéb cél szerinti (vállalkozási) tevékenység költségei	0
17.	**F. Összes tevékenység költségei**	**21.964**
18.	**G. Adózás előtti eredmény**	**3.159**
19.	**H. Adófizetési kötelezettség**	**0**
20.	**I. Tárgyévi eredmény**	**3.159**

Tájékoztató adatok (E Ft-ban)

MEGNEVEZÉS	ÖSSZEG
A. Személyi jellegű ráfordítások	**1.932**
bérköltség	1.089
megbízási díjak	0
tiszteletdíjak	0
személyi jellegű egyéb költségek	404
személyi jellegű költségek közterhei	439
B. Anyagjellegű ráfordítások	**13.098**
C. Értékcsökkenési leírás	**82**
D. Egyéb költségek, ráfordítások	**4.124**
E. A szervezet által nyújtott támogatások	**2.728**
ebből pályázati úton nyújtott támogatások	1.478

7. Alapszabályunk 21.§-a értelmében Társaságunk működését és gazdálkodását a vezető szervtől elkülönülten az Ellenőrző Bizottság felügyeli. A 2001. április 9.-i ellenőrzés megállapításai:

Az éves Közgyűlés időpontjának változása következtében - immár második alkalommal - a vizsgált évről gazdaságilag lezárt adatok alapján adhatunk számot.

A taglétszám 2000. december 31-én 361 fő volt, az egy évvel korábbi 375 fővel szemben. Új belépő 12 fő, kilépett ill. törölve 26 fő. A felszólításoknak köszönhetően több tagtársunk visszamenőlegesen is rendezte tartozását, így az egyéni tagdíj bevétel a csökkenő létszám ellenére mintegy 13 %-kal növekedett.

Az egyéni tagdíjakon kívül a működési bevételek és kiadások tételes bemutatása a tárgyévre táblázatunkban látható, összehasonlításul feltüntettük az előző (1999-es) év adatait is. Ennek alapján az alábbiakat tartjuk szükségesnek kiemelni:

A bevételeknél emelkedett

- a jogi tagdíj
- az SZJA 1%-ból származó bevétel
- az OMSZ támogatás
- a rendezvényekből származó bevétel;

elmaradt

- a Tudományos Fejlődésünkért Alapítvány támogatás.

A kiadások közül természetszerűen nőttek az anyag költségek és anyag jellegű kiadások, posta költségek, bér és TB kiadások, stb.

Végeredményül: a tárgyév 3.158,5 e Ft eredménnyel zárult, ami elsődlegesen a sikeresen megrendezett két nemzetközi konferenciának köszönhető. A mindenre kiterjedő gondos gazdálkodás mellett köszönetet mondunk tagtársainknak is az évről-évre növekvő SZJA 1%-os támogatásért. A MMT a vagyonát (3 ill. 12 hónapos lejáratú) diszkont kincstárjegyekben tartja.

Az EB megvizsgálta a bizonylatokat és a leltári nyilvántartást, azokat rendben levőnek találta.

A szakmai tevékenységet illetően a Társaság továbbra is megfelelt az alapszabályban foglaltaknak. A rendezvények többsége társasági szervezésű volt (nem szakosztályi). A két jól működő szakosztályhoz - Róna Zs. Ifjúsági Kör és Orvosmeteorológiai Szakosztály -

Bevételek:	**1999**	**2000**
Működés:		
egyéni tagdij	153e	172,5e
jogi tagdij	684e	752,0e
SZJA 1%	170e	236,6e
MTESZ támogatás	258e	250,0e
OMSZ támogatás	390e	470,0e
Tud.Fejl.Alapitvány tám.	150e	--
Pro Cult. Alapitvány tám.	100e	100,0e
OMFB utazás + tagdij	1139e	186,0e
kamat	236e	302,6e
Működés összesen:	*3280e*	*2.469,7e*
Rendezvény	*(egyéb bev.) 2501e*	*22.652,8e*
Összes bevétel:	**5781e**	**25.122,5e**

Kiadások:		
Működés		
anyag ktg.	65e	27,3e
posta	200e	218,3e
OMFB utazási támogatás	1044e	186,0e
egyéb anyagjell.kiad.	51e	103,0e
külf.kiküld.	85e	--
bér	936e	1.089,0e
TB	358e	406,2e
könyvutalványok	125e	126,0e
repi	33e	136,2e
étk. ktg.tér.	26e	--
ÉCS	64e	82,2e
MTESZ tagdij m^2	942e	955,0e
bank ktg.	41e	133,0e
egyebek	797e	1.424,4e
EMS tagdij	95e	99,8e
Összes működési ktg.	4752e	4986,6e
Rendezvényi kiadások	*(egyéb) 1250e*	*16.977,6e*
Összes kiadás	**6002e**	**21.964,0e**
Tárgyévi eredmény:	**-221e**	**3.158,5e**

hasonlóan nagyobb aktivitást várnánk a többi szakosztálytól és vidéki csoporttól is.

8. Jelen közhasznúsági jelentést az MMT 2001. április 19.-én tartott Közgyűlése egyhangúan elfogadta.

* * *

LÁTOGATÁS AZ ÉRDI FÖLDRAJZI MÚZEUMBAN

A Magyar Meteorológiai Társaság -ígéretes ötletet felkarolva- 2001. június 28-ra látogatást hirdetett meg az Érden kialakított Magyar Földrajzi Múzeumba. Az MMT érdeklődő tagjai részben autóbusszal, részben saját gépkocsival érkeztek Érdre. A múzeum épületéhez közeledve kissé lehangoló kép fogadott bennünket, ugyanis az épület tatarozási munkálatok kellős közepén állt, végig állványzat, mindenfelé törmelék vette körül. A múzeum kertjében is épületfelújítás, gödrök közepette fogadott bennünket a Földrajzi Múzeum munkatársa, Kovács Sándor. Dr. Kubassek János igazgató, a Földrajzi Múzeum létrehozója hivatalos úton, külföldön tartózkodott.

Kovács úr az épület kertjében kialakított, folyamatosan bővülő és a leghíresebb magyar földrajzi utazókat mintázó szobrok tövében elnézést kért a felfordulásért, majd ismertette a múzeum létrehozásáért folytatott sikeres küzdelem fordulatait, fejlődését,



A résztvevők

bővülésének eseményeit. A tatarozás okozta zűrzavar, szerencsére, a múzeum belső helyiségeit nem érintette.

Kovács Sándor úr szakszerű, érdekes magyarázataival vezette végig a termeken meglepően népes társaságunkat. A tárlókban a leghíresebb magyar földrajzi utazók, felfedezők tevékenységének dokumentumait, személyes tárgyait, a gyűjtő munka eredményeit néztük végig Julianus baráttól kezdve Farkas Bertalanig. A bemutatott anyagból kiderült, hogy a földgolyónknak alig van olyan szöglete, ahol nem járt magyar kutató.

A meteorológia tudományával kapcsolatban álló kollégáink figyelmét felhívjuk arra, hogy a múzeumban bemutatott anyagok között a meteorológia, mint társtudomány, több vonatkozásban is jelen van, sőt a személyes érintettség sem hiányzik. Ne sajnáljuk az utazással járó kisebb kényelmetlenséget, látogassuk meg minél többen Érden a Magyar Földrajzi Múzeumot!

Dr. Hirling György

100 éves magyar villámjelzők

(Folytatás a 34-ik oldalról)

A Pannonhalmi Apátság gyűjteménye 90 db ilyen papírkorongot őriz az 1902-1907 közötti időszakból, több dunántúli helységben végzett villám-megfigyelések bizonyítéka gyanánt.

Készült villámjelző műszer Herényben, az Asztrofizikai Obszervatóriumban is, *Gothard Jenő* (1857-1909) csillagász jóvoltából. A Gothard-féle műszer 1903-ban már biztosan üzemben volt a korabeli észlelési napló tanúsága szerint, sőt Gothard szoros szakmai kapcsolatot tartott Fényivel és villámjelző műszereket is cseréltek egymással.

Hogyan került egy magyar villámjelző Dél-Afrikába?

A Jezsuita Rend a világ számos pontján létesített missziós állomásokat; a kalocsai rendház pl. a mai Mozambik területén, a Zambezi folyó mellett, Buruma település környékén épített ilyet, ahol a páterek meteorológiai megfigyeléseket is végeztek. Fényi Gyula hagyatékában találtak egy vázlatot, amely „Apparat in Boroma" felirattal ábrázolja villámjelzőjének regisztráló szerkezetét. A Fényi-féle villámjelző tehát a kalocsai jezsuiták missziós állomásán jelent meg először Dél-Afrikában, de további példányok – amelyeket már *Hoser Vilmos* órásmester gyártott Budán, 1904-ben – eljutottak a Fülöp-szigetekre, továbbá Rhodéziába (mai nevén Zimbabwe) és Johannesburgba is. Az utóbbi helyek magyarázatra szorulnak: a dél-afrikai gyémántbányászat ugyanis nagy mennyiségű dinamitot hasz-nált s e veszélyes robbanóanyag biztonságos tárolásához, szállításához igényelték a bánya vezetői a villám információkat.

A konferencián a Dél-Afrikai Elektrotechnikai Egyesület igazgatója személyesen ismertette a náluk őrzött magyar gyártmányú, közel 100 éves villámjelző kalandos történetét; a Budapesti Műszaki Egyetem professzora pedig "A korszerű villámfigyelő rendszerek működése és hazai bevezetése" címmel tartott előadást.

Mezősi Miklós

(A 100 éve Magyar villámjelzőkkel kapcsolatos képek a fedőlap belső oldalán találhatóak.)

A 2000/2001-es tél időjárása

2000 **decemberében** a havi középhőmérséklet országos átlagban 2°C volt, a középhőmérsékletek 0,6 (Jósvafő) és 3,8 (Mája) fok között alakultak, a Kékestetőn -0,3 fokot mértek. Az ország déli területein volt melegebb, itt 3°C körül alakultak az értékek. Az ilyenkor megszokottnál átlagosan 1,6°C-kal volt melegebb. A legmagasabb hőmérsékletek országos átlaga 12,3°C volt, országszerte 10,7 és 14,7 fok között alakultak a havi abszolút maximum hőmérsékletek, ezeket az értékeket főleg december 9. és 14. között mérték. Téliesen hideg idő csak Karácsony környékén jellemezte időjárásunkat, ebben az időszakban mérték a havi abszolút minimum hőmérsékleteket, ezek országos átlaga -11°C volt.

A legmagasabb nappali hőmérséklet: 17,1°C, Mája (Baranya), december 9.

A legalacsonyabb éjszakai hőmérséklet: -14,6°C, Paks, december 24.

December az átlagosnál csapadékosabb volt, az országos átlagos csapadékösszeg 61mm volt, 14 mm-rel több az ilyenkor megszokottnál. Az ország területén az átlagos csapadékmennyiségnek 70% - 200%-a hullott le. A legnedvesebb területek az ország keleti és nyugati határszélein voltak, valamint a Duna-Tisza közének déli részén. A havi csapadékösszeg majdnem fele a hónap utolsó pentádjában hullott, országos átlagban 27 mm. Az ország területén átlagosan 56 órát sütött a nap, a legtöbb napsütéses órát, 70 körüli értékeket, az ország délkeleti területein mérték.

A hónap legnagyobb csapadékösszege: 77 mm, Milota (Szabolcs- Szatmár-Bereg)

A hónap legkisebb csapadékösszege: 33 mm, Szeged

A hónap során 24 óra alatt lehullott maximális csapadék: 31mm, Kékestető, december 27.

Januárban az országos átlagos havi középhőmérséklet 1°C volt, ez majdnem 3°C-kal magasabb az átlagos januári középhőmérsékletnél. Az ország területén mindenütt melegebb volt az ebben a hónapban megszokottnál. A legalacsonyabb havi középhőmérsékletet, -1,5°C-ot, Zabaron mérték, a legmagasabb hőmérséklet 2,8°C volt, ezt Mázán mérték. A Kékestetőn -3,2°C volt a havi középhőmérséklet. A legmagasabb hőmérsékleteket a hónap első és harmadik dekádjában mérték, a legmelegebb nap 7-e volt, ekkor 8-10 fokkal alakultak a hőmérsékletek az átlag felett. Ezen a napon új hőmérsékleti rekord született az ország területén, az eddigi legmagasabb hőmérsékletnél több, mint egy fokkal mértek többet. A hónap közepén átlag közeli hőmérsékleteket mértek.

A legmagasabb nappali hőmérséklet: 17,6°C, Kiskunmajsa (Bács-Kiskun), január 7.

A legalacsonyabb éjszakai hőmérséklet: -13,6°C, Zabar (Nógrád), január 15.

Januárban az átlagos csapadék összeg 53 mm volt, a területi eloszlásban azonban igen nagy különbségek mutatkoztak. Legtöbb csapadék a Duna-Tisza közén hullott, 70-80 mm, míg az ország északnyugati sarkában egyes helyeken kevesebb mint 20 mm. Átlag alatti csapadékösszegeket csak a nyugati határszélen és északnyugaton mértek, 40-50%-át a megszokottnak. A Duna-Tisza közén több mint kétszeres mennyiség esett le, de a Tiszántúlon is másfélszeres mennyiséget mértek. A havi csapadékmennyiség fele a hónap hatodik pentádjában hullott. A Kékestetőt majdnem az egész hónapban hótakaró borította, a maximális hóvastagság 28 cm volt. A magasabban fekvő területek kivételével nem volt az országban számottevő hótakaró. A napsütéses órák száma 52 volt országos átlagban, ez kissé kevesebb, mint az átlagos érték.

A hónap legnagyobb csapadékösszege: 127 mm, Diósjenő (Nógrád)

A hónap legkisebb csapadékösszege: 9 mm, Bősárkány (Győr-Moson-Sopron)

A hónap során 24 óra alatt lehullott maximális csapadék: 41 mm, Szakcs (Tolna), január 30.

Február jóval melegebb volt az átlagosnál 3,6°C-os országos középhőmérséklettel, ez 3,1°C-kal melegebb a megszokottnál. A legmelegebb a Dunántúlon volt, itt sok helyen több, mint 4°C-kal volt melegebb ez a hónap az átlagosnál. A havi középhőmérsékletek -1,1 (Zabar) és 4,7 (Sümeg) fok között alakultak. A napi középhőmérsékletek szinte az egész hónapban az átlagérték felett alakultak, csak a hónap első három napja, valamint 24. és 28. között volt hűvösebb a megszokottnál. A legmelegebb időszak 5-étől 10-éig tartott, ezekben a napokban a napi maximum hőmérsékletek rekord közelében, vagy felette alakultak. Február 9-én megdőlt az addigi 15,5°C-os országos rekord.

A legmagasabb nappali hőmérséklet: 18,6°C, Baja, február 9.

A legalacsonyabb éjszakai hőmérséklet: -15,7°C, Zabar (Nógrád), február 3.

Február nagyon csapadékszegény volt, országos átlagban 9 mm csapadék hullott, ez 25 mm-rel kevesebb az éghajlati átlagnál. A déli országrészben csupán 10%-a, más területeken 30-40%-a esett a megszokott meny-

nyiségnek, kivéve az északkeleti csücsköt, ahol 20 mm feletti csapadékösszegeket is mértek, ez körülbelül 60%-a a megszokott mennyiségnek. A havi csapadékmennyiség fele a hónap első pentádjában hullott. A hónap folyamán szinte csak a Kékestetőt borította hótakaró, itt 16 hótakarós napot regisztráltak, néhány más magasan fekvő területen és az északkeleti országrészben volt egy-két hótakarós nap. Februárban átlagosan 110 órát sütött a nap, ez az érték 28 órával több, mint az éghajlati átlagérték.

A hónap legnagyobb csapadékösszege: 46 mm, Jánkmajtis (Szabolcs- Szatmár-Bereg)

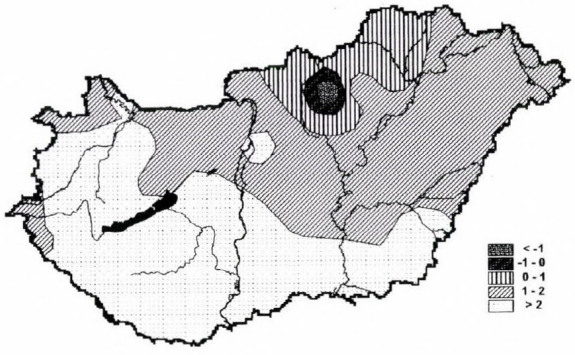
A hónap legkisebb csapadékösszege: 0,8 mm, Mecseknádasd (Baranya)

A hónap során 24 óra alatt lehullott maximális csapadék: 22 mm, Szár (Fejér), február 22.

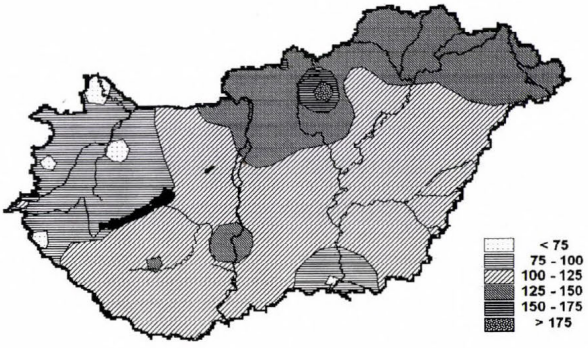
Zoboki Judit

2000/2001. tél

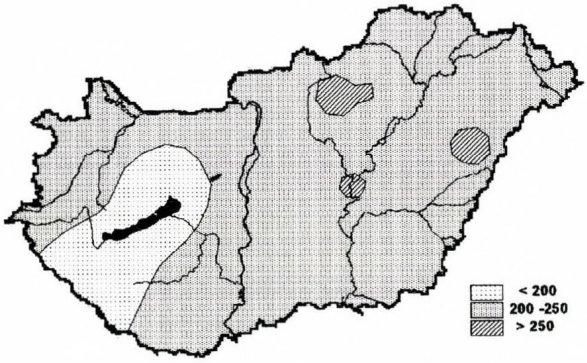
	Napsütés (óra)		Hőmérséklet (°C)						Csapadék (mm)			Szél
Állomások	évsz.össz	eltérés	évsz.közép	eltérés	absz.max.	napja	absz.min	napja	évsz.össz	az átlag%-ában	1mm<napok sz.	viharos napok
Szombathely	228	25	2.0	2,5	16,8	2001.02.08	-10,6	2000.12.24	73	86	8	15
Győr	199	7	2,1	1,9	17,2	2001.02.08	-11,8	2000.12.24	77	75	14	11
Nagykanizsa	152	-51	2,7	2,4	16,3	2001.02.08	-12,5	2000.12.24	110	86	19	5
Siófok	193	-6	2,6	2,4	16,6	2001.02.08	-8,5	2000.12.24	100	86	19	15
Pécs	213	-5	2,9	2,7	16,9	2001.02.09	-8,4	2000.12.24	135	91	20	9
Budapest	205	18	2,2	2,2	16,5	2001.02.08	-10,6	2000.12.24	141	137	20	5
Kékestető	258	-1	-2.0	1,7	10,1	2001.01.29	-13,7	2000.12.24	190	119	23	34
Szolnok	252	57	2.0	2,4	17,1	2001.02.08	-12,4	2000.12.24	74	118	18	-
Szeged	222	22	2,5	2,6	17,7	2001.02.09	-12,0	2000.12.24	74	80	17	11
Békéscsaba	245	50	2,3	2,8	18,3	2001.02.09	-13,0	2000.12.24	101	87	20	9
Debrecen	256	75	1,7	2,6	16,3	2001.02.09	-12,3	2000.12.23	108	98	21	3
Nyíregyháza	204	35	1,4	2,7	16,2	2001.02.08	-11,4	2000.12.24	131	144	22	10
Miskolc	204	58	0,7	2,3	14,9	2001.02.08	-9,3	2000.12.23	129	142	24	5



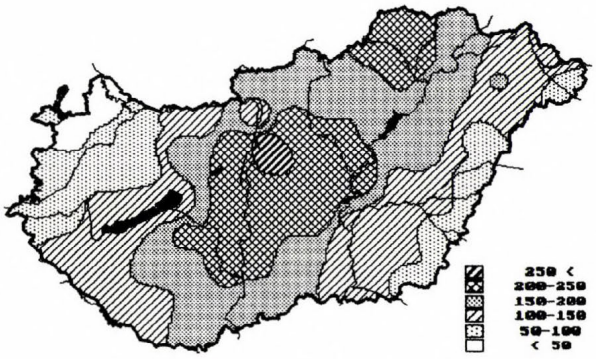
1.ábra A tél középhőmérséklete °C-ban



2.ábra A tél csapadékösszege mm-ben



3.ábra A tél napfénytartama órákban



4.ábra A januári csapadék aránya a sokévi átlaghoz viszonyítva %-ban

LÉGKÖR

XLVI. évfolyam

2001. 3. szám



LÉGKÖR

AZ ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT ÉS A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG SZAKMAI TÁJÉKOZTATÓJA

Megjelenik negyedévenként

XLVI. évfolyam
3. szám

Felelős szerkesztő:
Dr. Ambrózy Pál
a szerkesztőbizottság elnöke

Szerkesztő bizottság:
Dr. Bartholy Judit
Bussay Attila
Bóna Márta
Dunay Sándor
Dr. Haszpra László
Hunkár Márta
Ihász István
Mezősi Miklós
Németh Péter
Schirokné Kriston Ilona
Tóth Róbert

ISSN 0133-3666

A kiadásért felel:
Dr. Mersich Iván, az OMSZ elnöke

Készült:
Az **FHM Kft.**
nyomdájában
750 példányban

Felelős vezető:
Modla Lászlóné

Évi előfizetési díja 870 Ft + Áfa

Megrendelhető:
Az OMSZ Pénzügyi Osztályán

TARTALOM

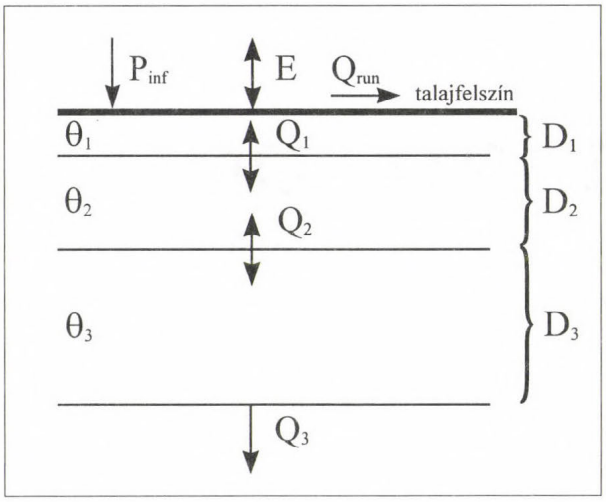
A címlapon:
Az OMSZ előrejelző részlegének munkaterme (Horváth Ákos felvétele)
Cikkünk a 21. oldalon.

Ács Ferenc, Lőke Zsuzsanna: **Biofizikai modellezés az agrometeorológiában** 2
Az Országos Meteorológiai Szolgálat közleménye 8
OLVASTUK: Ütköző koronakitörések, Óceán a Gandymesen? 8
Dr. Titkos Ervin: **Toronyházak szerepe a város szellőzésében** 9
Dr. Koppány György: **Az 1931–1960 és 1961–1990 évek éghajlati standard hőmérsékleteinek összehasonlítása Közép- és Kelet-Európában** 13
H. Zsikla Ágota: **A 2000. július 7-i balatoni vihar eseményei és meteorológiai háttere** 16
Fövényi Attila: **Változások az időjárás-előrejelzők munkájában** 21
Dr. Zách Alfréd: **100 éve született dr. Tóth Géza** 25
ÚJ KÖNYVEK 28
Bereczky László: **Szélerőművek Magyarországon** 29
Dr. Tar Károly: **Európai szélenergia-konferencia és kiállítás, 2001** .. 32
Dr. Lovász György: **100 éve született Dr. Simor Ferenc** 33
H. Bóna Márta: **ECAM-EMS-konferencia Budapesten** 34
Pőcze Tamás: **Tornádó kezdemény Jánosházán** 35
Konferenciák 2002-ben 36
KISLEXIKON 36
A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG HÍREI 37
Koszorúzás Tóth Géza születésének 100. évfordulója alkalmából 37
Ambrózy Pál: **Az EMS közgyűlése** 38
Bihari Zita: **Az elmúlt tavasz időjárása** 39

Biofizikai modellezés az agrometeorológiában

1. Bevezetés

A biofizikai modellek a talaj-, növény-, légkör-rendszer állapotát és átviteli folyamatait jellemzik. A céloktól függően több tudomány területén is alkalmazhatók. Így például a meteorológiában, a hidrológiában, a



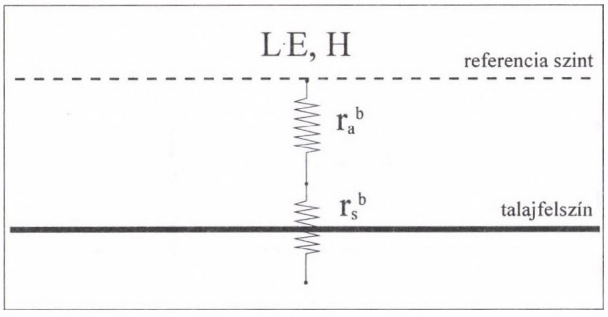
1. ábra: A talajnedvességi modell rétegei és vízháztartási összetevői. Jelölések: P_{inf}= infiltráció (kg m^{-2} s^{-1}), E= a párolgás vagy kondenzáció intenzitása (kg m^{-2} s^{-1}), Q_{run}= felszíni lefolyás (kg m^{-2} s^{-1}), Q_1= talajvízáram az első és a második réteg között (kg m^{-2} s^{-1}), Q_2= talajvízáram a második és a harmadik réteg között (kg m^{-2} s^{-1}), Q_3= gravitációs lefolyás (kg m^{-2} s^{-1}), q_i= az i-edik (i= 1,2,3) talajréteg nedvességtartalma (m^3 m^{-3}) és D_i= az i-dik talajréteg vastagsága (m)

növénytermesztésben vagy az ökológiában. A meteorológiai alkalmazásban a látens* és a szenzibilis* hőáramok közötti eloszlás meghatározása a fő cél. A hidrológiai alkalmazásban a párolgás és a lefolyás közötti eloszlás számszerűsítése kerül előtérbe. A növénytermesztési alkalmazásokban a biomassza és a hozam becslésén, míg az ökológiai alkalmazásokban az egyes fontosabb anyagok (pl. szén vagy nitrogén) körforgalmának megismerésén van a hangsúly. A biofizikai modellezés nem honosodott meg a hazai szakmai körökben. E tanulmányunk célja nem az, hogy ennek okait boncolgassuk, inkább az, hogy a biofizikai modellezéssel kapcsolatos előítéleteken változtassunk, és így – ha csak egy kicsit is – hozzájáruljunk egy másfajta szemlélet kialakításához.

A biofizikai modellezéssel kapcsolatos egyik tipikus előítélet az, hogy a talaj-, növény-, légkör-rendszer folyamatai elképesztően bonyolultak, s e bonyolultság szinte kibogozhatatlan, főleg akkor, ha egy részük biológiai folyamat. Gondolhatnánk, ha bonyolult a rendszer, akkor a megismerése is az. Nos, mi ennek ellenkezőjét fogjuk megmutatni. E folyamatok – bonyolultságuk ellenére – egyszerűen is láttathatók. A megjelenítésükre kidolgozott eszköz – a modell – sikeresen alkalmazható nem csak a kutatásban, hanem az oktatásban és az operatív gyakorlatban is. Ezt a továbbiakban egy egyszerű agro/hidrometeorológiai alkalmazású modell példáján fogjuk szemléltetni.

2. A modell

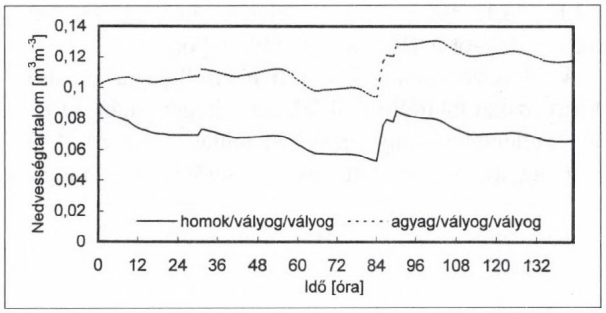
A modell a talajnedvesség változását a Richards-egyenlet (*Richards, 1931*), míg a felszíni áramokat a Penman-Monteith-koncepció alapján értékeli (*Ács and Hantel, 1999*). A csupasz talajmodell rétegeit és vízháztartási összetevőit az *1. ábra* szemlélteti. A párolgást a *Penman-Monteith* egyenlet alapján becsültük, míg a talajhőáramot a sugárzási egyenleg százalékában fejeztük ki. A szenzibilis hőáramot maradék tagként értékeltük a felszín energiaegyenlegéből. Az átviteli folyamatok jellemzésére az ellenállás-koncepciót használtuk (*2. ábra*). A szimulációk során neutrális légköri rétegződést tételeztünk fel. A talajnedvesség potenciáljának, a talaj vízvezető-képességének és a talaj nedvességtartalmának kapcsolatát az ismert Clapp és Hornberger-féle (*Clapp and Hornberger, 1978*) relációk alapján értékeltük.



2. ábra: A csupasz talaj-modell ellenállás paraméterei. Jelölések: L= látens hőáram (J kg^{-1}), E= a párolgás vagy kondenzáció intenzitása (kg m^{-2} s^{-1}), H= szenzibilis hőáram (W m^{-2}), r_a^b= a párolgással vagy a hőátvitellel szemben tanúsított aerodinamikai ellenállás (s m^{-1}) és r_s^b= a párolgással vagy a hőátvitellel szemben tanúsított felszíni ellenállás (s m^{-1})

3. Numerikus vizsgálatok

Az érzékenységi vizsgálatokat a talaj különböző nedvességi és fizikai féleség kombinációira hajtottuk végre. A modell futtatásához szükségesek a légköri határfeltételek és a talajadatok. Kísérleteink során a légköri határfeltételeket állandónak, míg a talajadatokat változónak vettük.



3. ábra: A felszíni agyag- (szaggatott vonal) és homokréteg (telt vonal) nedvességtartalmának időbeni változása „száraz" esetben az 1992. április 28. és május 3. közötti időszakban. A felszín alatti két réteg fizikai talajféleségе: vályog

3.1 Az érzékenységi vizsgálatok esetei

Az érzékenységi vizsgálatok eseteit az *1. Táblázat* tartalmazza. Kisérleteink során a kezdeti talajnedvességre vonatkozóan megkülönböztettünk „száraz" és „nedves" esetet. A fizikai talajféleség kombinációkat a „változó felszíni/állandó felszín alatti" és az „állandó felszíni/változó felszín alatti" esetekkel vettük figyelembe. A „változó felszíni/állandó felszín alatti" fizikai talajféleség kombinációt a következőképpen választottuk: A felszíni D_1 vastagságú réteg fizikai talajfélesége homok vagy agyag (maximális eltérés a fizikai talajféleségek között), míg a felszín alatti D_2 és D_3 vastagságú rétegek fizikai talajfélesége vályog. Hasonlóképpen az „állandó felszíni/változó felszín alatti" eset fizikai talajféleség kombinációja: a felszíni D_1-es réteg homokos agyag, míg a felszín alatti D_2-es és D_3-as rétegek homok vagy agyag. A fentiek alapján a szimulációk során a „száraz" és „nedves" esetre vonatkozóan a következő fizikai talajféleség kombinációkat alkalmaztuk:

1. futtatás: D_1= homok, D_2= vályog és D_3= vályog,
2. futtatás: D_1= agyag, D_2= vályog és D_3= vályog,
3. futtatás: D_1= homokos agyag, D_2= homok és D_3= homok és
4. futtatás: D_1= homokos agyag, D_2= agyag és D_3= agyag.

Az 1.-es és a 2.-es futtatás eredményeinek az összehasonlításával a *felszíni fizikai talajféleség-eltérések*, míg a 3.-as és a 4.-es futtatás eredményeinek összehasonlításával a *felszín alatti fizikai talajféleség-eltérések* hatásait vizsgálhattuk.

3.2 Légköri határfeltételek

A légköri határfeltételeket a braunschweigi szinoptikus állomás hatnapos mérési adatsora (1992. április 28-tól május 3-ig tartó időszaka) biztosította, mely negyedóránként tartalmazta az áramok és állapothatározók (globálsugárzás, légköri visszasugárzás, léghőmérséklet, légnedvesség, szélsebesség és csapadék) mért értékeit. Az adatsort azért választottuk, mert rövid időszakban változékony időjárást ír le. Így a globálsugárzás nagymértékű változásai mellett háromszor is van csapadék.

3.3 Talajadatok

A „száraz" esetnél az első, második valamint harmadik talajréteg kezdeti nedvességtartalom értékeit a következőképpen választottuk (*1. Táblázat*):

Nedvesség [m^3m^{-3}]	*Fizikai Talajféleség*	
Száraz	*VÁLTOZÓ FELSZÍNI*	*ÁLLANDÓFELSZÍN ALATTI*
$\theta_1 = 0,10$	D_1 = homok D_1 = agyag	D_2 és D_3 = vályog
$\theta_2 = 0,08$	*ÁLLANDÓ FELSZÍNI*	*VÁLTOZÓ FELSZÍN ALATTI*
$\theta_3 = 0,06$	D_1 = homokos agyag	D_2 és D_3 = homok D_2 és D_3 = agyag
Nedves	*VÁLTOZÓ FELSZÍNI*	*ÁLLANDÓ FELSZÍN ALATTI*
$\theta_1 = 0,18$	D_1 = homok D_1 = agyag	D_2 és D_3 = vályog
$\theta_2 = 0,14$	*ÁLLANDÓ FELSZÍNI*	*VÁLTOZÓ FELSZÍN ALATTI*
$\theta_3 = 0,13$	D_1 = homokos agyag	D_2 és D_3 = homok D_2 és D_3 = agyag

1. Táblázat: Az érzékenységi vizsgálatok lehetséges esetei a talajnedvesség és a talaj fizikai féleségének különböző kombinációira

θ_1=0,10 m^3/m^3, θ_2=0,08 m^3/m^3 és θ_3=0,06 m^3/m^3. „Nedves" esetnél: θ_1=0,18 m^3/m^3, θ_2=0,14 m^3/m^3 és θ_3=0,13 m^3/m^3. A kiválasztott fizikai talajféleségek vízgazdálkodási tulajdonságait (a talaj telítési vízpotenciálja Ψ_s, a talaj telítési vízvezető-képessége K_s, a Clapp-Hornberger-féle állandó b és a talaj telítési nedvességtartalom θ_s) a *2. Táblázat* tartalmazza.

FIZIKAI TALAJFÉLESÉG	VÍZGAZDÁLKODÁSI TULAJDONSÁG			
	Ψ_s [m]	K_s [m/s]	b	θ_s [m^3/m^3]
Homok	-0,121	$176 \cdot 10^{-6}$	4,05	0,395
Homokos agyag	-0,153	$2,2 \cdot 10^{-6}$	10,4	0,426
Agyag	-0,405	$1,3 \cdot 10^{-6}$	11,4	0,482
Vályog	-0,478	$7 \cdot 10^{-6}$	5,39	0,451

2. Táblázat: Egyes fizikai talajféleségek vízgazdálkodási tulajdonságai

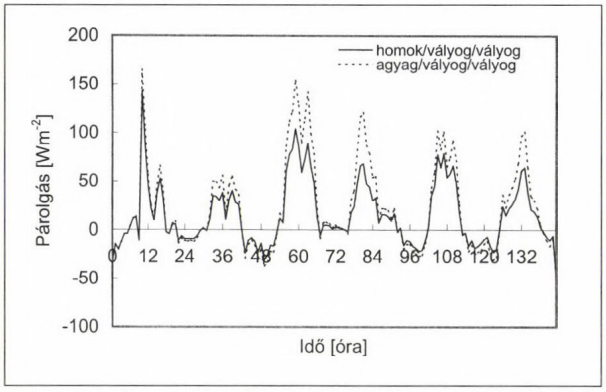
4. Az eredmények leírása

Elemzéseink a felszíni és felszín alatti fizikai féleségeltérésekre valamint a „száraz" és „nedves" esetekre vonatkoznak. A következőkben ezeket fogjuk röviden bemutatni.

4.1 Felszíni fizikai talajféleség-eltérések

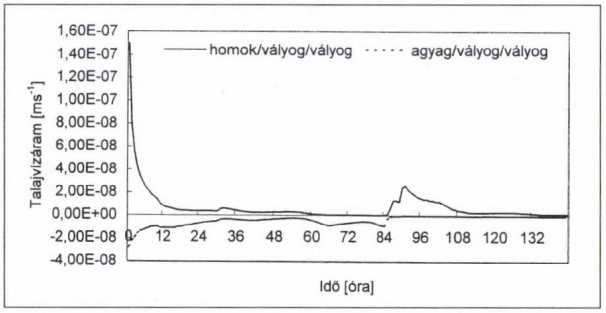
a) „Száraz" eset

A felszíni agyagréteg nedvességtartalma $\theta_{agy}^{vá}$ számottevően nagyobb a felszíni homokréteg nedvességtartalmánál $\theta_{ho}^{vá}$ (*3. ábra*). Jelölésünk szerint az alsó index



4. ábra: A felszíni agyag- (szaggatott vonal) és homokréteg (telt vonal) párolgásának időbeni változása „száraz" esetben az 1992. április 28. és május 3. közötti időszakban. A felszín alatti két réteg fizikai talajfélesége vályog

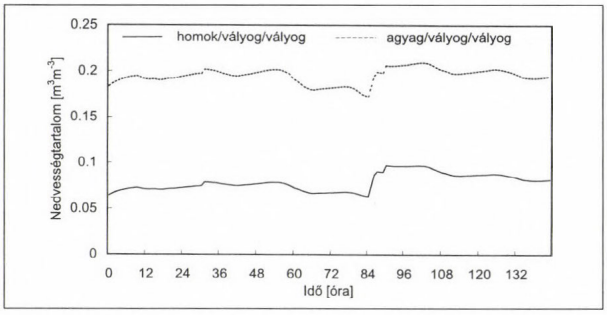
a felszíni, míg a felső index a felszín alatti két réteg fizikai talajféleségét jelöli. A $\theta_{agy}^{vá}$ hat napos időszakra vonatkozó átlaga megközelítően 0,1150 m^3/m^3, míg a $\theta_{ho}^{vá} \approx 0{,}07$ m^3/m^3. A kezdeti időszakban a $\theta_{agy}^{vá}$ fokozatosan növekszik, ezzel szemben a $\theta_{ho}^{vá}$ csökken. A fokozatosan emelkedő $\theta_{agy}^{vá}$ arra utal, hogy a felszíni agyagréteg szívóhatást fejt ki az alatta levő vályogra annak ellenére, hogy nedvességtartalma nagyobb, mint az alatta levő vályogé. A $\theta_{ho}^{vá}$ csökkenését nemcsak a vályog homokkal szembeni szívóhatása, hanem a nedvességi gradiens is irányítja. Az időszak végén a $\theta_{agy}^{vá}$ és a $\theta_{ho}^{vá}$ menete hasonló. Mindkét esetben egyértelműen látható a csapadékhullás hatása a nedvességtartalom-értékek növekedésére.



5. ábra: A talajvízáram időbeni változása a felszíni agyag- (szaggatott vonal) és homokréteg (telt vonal) alján (10 cm-es mélységben) „száraz" esetben az 1992. április 28. és május 3. közötti időszakban. A felszín alatti két réteg fizikai talajfélesége vályog

A nagyobb θ-értékekhez nagyobb párolgás-értékek tartoznak. Ez főleg a dél körüli órákban jut kifejezésre, amikor az agyagra $LE_{agy}^{vá}$ és a homokra $LE_{ho}^{vá}$ vonatkozó párolgási értékek közötti eltérések elérhetik az 50 W/m^2-t is (*4. ábra harmadik és negyedik nap*). A $[(LE_{agy}^{vá}-LE_{ho}^{vá})/LE_{ho}^{vá}]*100$ relatív eltérések elérhetik akár a 70%-ot is (lásd a negyedik napot).

A talajvízáramok (Q) eltérően viselkednek a különböző fizikai talajféleségű felszíni rétegek alján. $Q_{ho}^{vá}$ és $Q_{agy}^{vá}$ ellentétes irányú áramlást mutat (*5. ábra*). A felszíni agyagréteg az alatta levő rétegből is képes magába



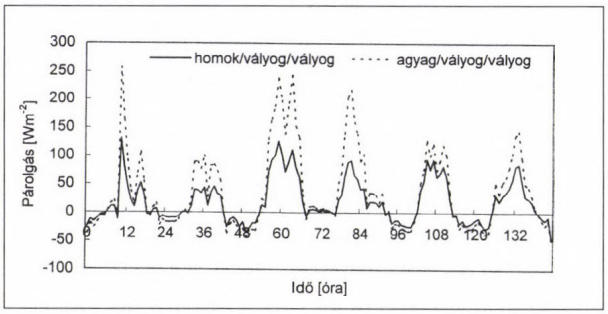
6. ábra: A felszíni agyag- (szaggatott vonal) és homokréteg (telt vonal) nedvességtartalmának időbeni változása „nedves" esetben az 1992. április 28. és május 3. közötti időszakban. A felszín alatti két réteg fizikai talajfélesége: vályog

szívni a vizet, míg a homok – nem csak a párolgással, hanem a lefelé irányuló vízárammal is – vizet veszít egyensúlyi állapotának beálltáig (nincs vízmozgás). Csapadék hatására a homok felszínnél a víz ismét lefelé diffundál. Ekkor a homok felszín átlagos vízvezetése kb. 3-szor nagyobb, mint az agyag szívásintenzitásának csökkenése.

b) „Nedves" eset

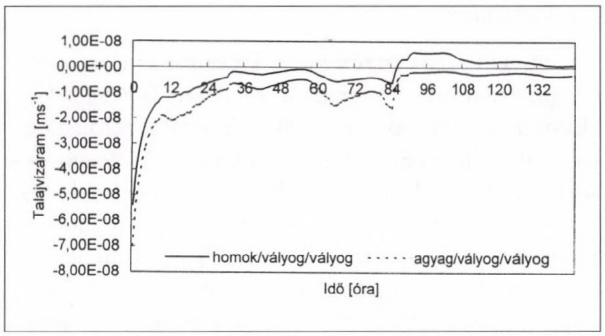
A felszíni talajrétegek közötti nedvességtartalom eltérés „nedves" esetben még kifejezettebb (*6. ábra*). A $\theta_{agy}^{vá}$ átlaga megközelítően 0,19 m^3/m^3, míg a $\theta_{ho}^{vá}$ kiegyenlítettebb de átlagban azonos a „száraz" eset talajnedvesség-értékével (»0,08 m^3/m^3).

A talajnedvességnek megfelelően alakul a párolgás menete is. A nagyobb kiindulási $\theta_{agy}^{vá}$-értékekhez tartozó



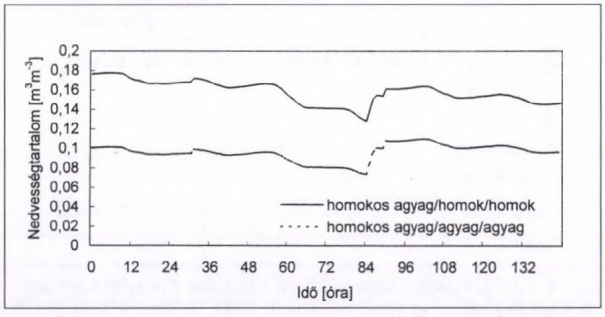
7. ábra: A felszíni agyag- (szaggatott vonal) és homokréteg (telt vonal) párolgásának időbeni változása „nedves" esetben az 1992. április 28. és május 3. közötti időszakban. A felszín alatti két réteg fizikai talajfélesége vályog

párolgás ($LE_{agy}^{vá}$) nagyobb, mint a $LE_{ho}^{vá}$ (*7. ábra*). A $\theta_{ho}^{vá}$ a két vizsgált esetben megközelítően azonos, így párolgásuk sem különbözik. Mindezek eredményeképpen számszerűsítve a „nedves" eset párolgásértékeinek relatív eltérését $[(LE_{agy}^{vá}-LE_{ho}^{vá})/LE_{ho}^{vá}]*100=150\%$-ot kapunk a negyedik nap dél körüli óráira.



8. ábra: A talajvízáram időbeni változása a felszíni agyag- (szaggatott vonal) és homokréteg (telt vonal) alján (10 cm-es mélységben) „nedves" esetben az 1992. április 28. és május 3. közötti időszakban. A felszín alatti két réteg fizikai talajfélesége vályog

A vízáram a felszíni agyag réteg alján azonos tendenciájú, mint a „száraz" esetben, ahol a mélyebb rétegből történik feláramlás (*8. ábra*). Csapadék hatására lecsökken az agyag felszín szívásintenzítása, de még ekkor sem fordul meg a vízáram iránya. Mivel a felszíni $\theta_{ho}^{vá}$ száraz $\approx\theta_{ho}^{vá}$ nedves továbbá a mélyebb vályog rétegek víztartalma nagyobb a „nedves" esetben, mint a „száraz" esetben ($\theta^{vályog\ száraz} < \theta^{vályog\ nedves}$), a $Q_{ho}^{vá}$ felfelé irányul a „nedves" esetben. A $Q_{ho}^{vá}$ irányváltása csak a csapadék hatására következik be. Ekkor a „száraz" esetben (*5. ábra*) négyszer intenzívebb a lefelé irányuló nedvesség-transzport, mint a „nedves" esetben *(8. ábra).*

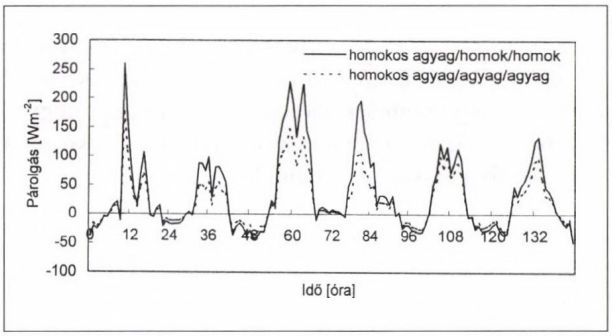


9. ábra: A felszíni homokos agyagréteg nedvességtartalmának időbeni változása „száraz" esetben az 1992. április 28. és május 3. közötti időszakban. A felszín alatti két réteg fizikai talajfélesége 1. homok (telt vonal) és 2. agyag (szaggatott vonal)

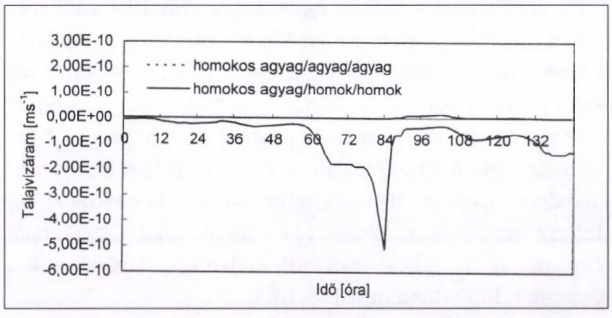
4.2 Felszín alatti fizikai talajféleség-eltérések

a) „Száraz" eset

A felszín alatti fizikai talajféleség-eltérések hatásait a felszíni nedvességtartalom valamint párolgás változásait a *9.* és a *10. ábra* szemlélteti. A szimuláció első lépésében szembetűnő a felszíni homokos agyagréteg nedvességtartalmának θ_{hoagy}^{ho} nagy ugrása abban az esetben, ha a felszín alatti réteg homok. A θ_{hoagy}^{ho} 0,10 m^3/m^3-ről 0,18 m^3/m^3 értékre változott, annak ellenére, hogy a felszín alatti homok nedvességtartalma 0,08 m^3/m^3 értékű volt (*9. ábra*). Ez a 4.1-es fejezetben tapasztaltakhoz hasonlóan, a finomabb fizikai féleségű talajnak a durvább fizikai féleségű talajjal szemben kifejtett szívó hatásával magyarázható. A nedvességtranszporthoz szükséges munka szempontjából azonos θ-értékek mellett a finomabb fizikai féleségű talaj mindig szárazabb, mint a durvább fizikai féleségű talaj. A szimuláció első lépése után a θ_{hoagy}^{ho} változásai kiegyensúlyozottak, azaz hasonló ugrásszerű változások nincsenek. A θ_{hoagy}^{ho} minimális értéke 0,13 m^3/m^3 körül van. Mivel a felszíni homokos agyag és a felszín alatti agyag fizikai félesége hasonló, a θ_{hoagy}^{agy} nem tanúsít ugrásszerű változást a szimuláció első lépésében. A tapasztalható ingadozások is kisebbek: A θ_{hoagy}^{agy} maximális értéke 0,11 m^3/m^3, míg minimális értéke 0,07 m^3/m^3 körül van. Mindkettő esetben a csapadékhullás hatása egyértelműen látható.



10. ábra: A felszíni homokos agyagréteg párolgásának időbeni változása „száraz" esetben az 1992. április 28. és május 3. közötti időszakban. A felszín alatti két réteg fizikai talajfélesége 1) homok (telt vonal) és 2) agyag (szaggatott vonal).



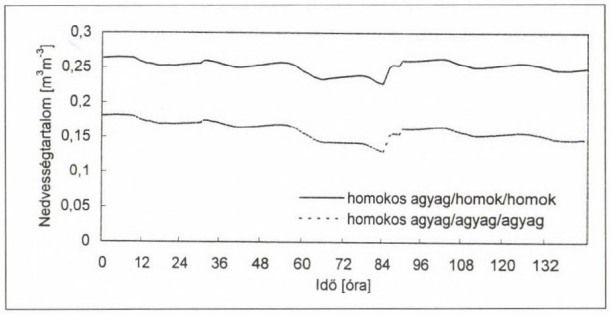
11. ábra: A talajvízáram időbeni változása a felszíni homokos agyagréteg alján „száraz" esetben az 1992. április 28. és május 3. közötti időszakban. A felszín alatti két réteg fizikai talajfélesége 1. homok (telt vonal) és 2. agyag (szaggatott vonal).

Mivel $\theta_{hoagy}^{ho} > \theta_{hoagy}^{agy}$ a LE_{hoagy}^{ho} úgyszintén nagyobb, mint a LE_{hoagy}^{agy}. A déli órákban a párolgásbeli eltérések, vagyis a $LE_{hoagy}^{ho} - LE_{hoagy}^{agy}$ különbségek elérhetik akár a 100 W/m^2-t is (*10. ábra,* negyedik nap). A $[(LE_{hoagy}^{ho} - LE_{hoagy}^{agy})/LE_{hoagy}^{agy}]*100$ relatív eltérések maximális értéke a déli órákban eléri az 50%-ot is.

A talajvízáram mozgása is érzékenyen reagál a felszín alatti fizikai féleség-változásokra (*11. ábra*). A $Q_{hoagy}^{agy} \approx 0$, azaz szinte nincs vízmozgás, csak a csapadék hatására van némi lefelé áramlás. Ezzel szemben a Q_{hoagy}^{ho} állandóan felfelé irányuló, azaz a felszíni homokos agyagréteg intenzíven szívja a nedvességet az alatta levő homokból. A csapadék hatására csökken ezen elszívás üteme, de idővel megint felerősödik.

b) „Nedves" eset

Az azonos kiindulási nedvességértékek ellenére már az első lépésben $\theta_{hoagy}^{ho} > \theta_{hoagy}^{agy}$ (*12. ábra*). „Nedves" esetnél is egyértelműen látható az a jelenség, hogy a finomabb fizikai féleségű talaj elszívja a nedvességet a durvább fizikai féleségű talajból.

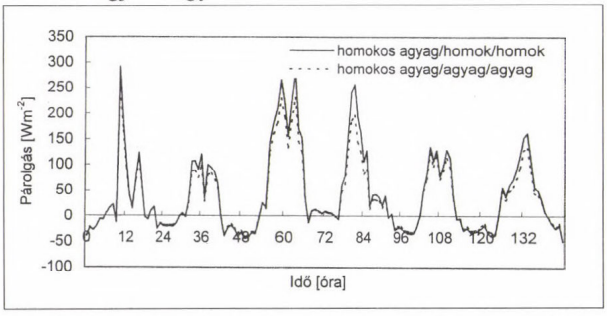


12. ábra: A felszíni homokos agyagréteg nedvességtartalmának időbeni változása „nedves" esetben az 1992. április 28. és május 3. közötti időszakban. A felszín alatti két réteg fizikai talajféleségе 1. homok (telt vonal) és 2. agyag (szaggatott vonal)

Így a nedvesebb felszín intenzívebben párologtat, azaz $LE_{hoagy}^{ho} > LE_{hoagy}^{agy}$ (*13. ábra*). Ugyanakkor $LE_{hoagy}^{ho} - LE_{hoagy}^{agy}$ különbségek fele akkorák, mint a „száraz" esetben (*10. ábra*). Maximális értéke 50 W/m², így a $[(LE_{hoagy}^{ho} - LE_{hoagy}^{agy}) / LE_{hoagy}^{agy}]*100$ relatív eltérés ma-ximális értéke 24% körüli, ami a „száraz" esetnél tapasztaltnak csak a fele. Tehát a mélységi fizikai talaj-féleség-eltérések a „nedves" esetben nem eredményeztek jelentős különbségeket a felszíni párolgásban. A *14. ábrán* $Q_{hoagy}^{agy} \approx 0$, tehát a „száraz" esethez hasonlóan most sincs jelentős vízmozgás a 10 cm-es mélységben. Q_{hoagy}^{ho} negatív előjelű, azaz felfelé irányuló. „Nedves" esetben 100-szor intenzívebb a homokos agyag felszín nedvességelszívása (*14. ábra*), mint „szárazban" (*11. ábra*). A felfelé irányuló nedvességáramlás csak a csapadék időtartamára szűnik meg.

5. Alkalmazási lehetőségek

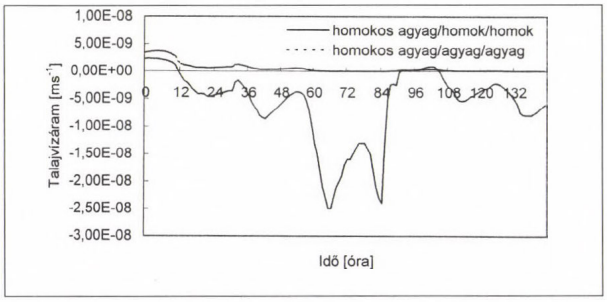
E fejezetben a modell és az eredmények alkalmazási lehetőségeiről fogunk beszélni. Ezeket az alábbiakban külön-külön az agrometeorológiai tevékenységi körök szerint fogjuk tárgyalni.



13. ábra: A felszíni homokos agyagréteg párolgásának időbeni változása „nedves" esetben az 1992. április 28. és május 3. közötti időszakban. A felszín alatti két réteg fizikai talajféleségе 1. homok (telt vonal) és 2. agyag (szaggatott vonal)

5.1 Tudomány

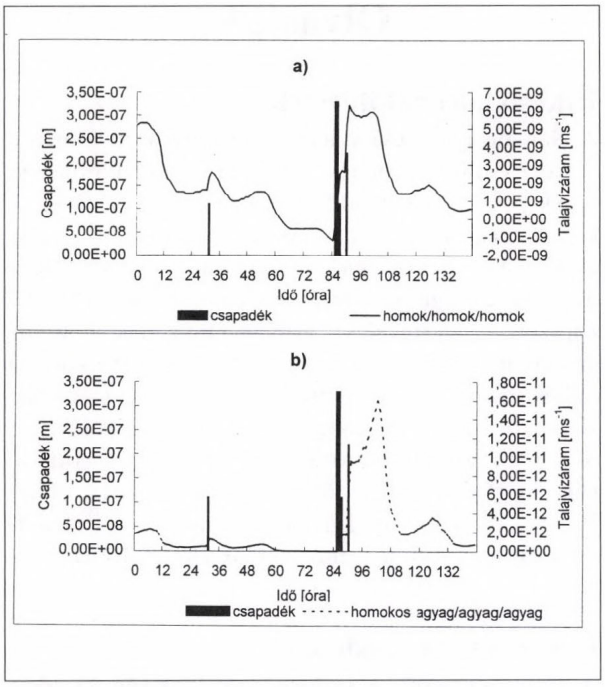
E modell – egyszerűsége és kicsinysége (mindössze 63 programsort tartalmaz a rendszer fizikáját leíró alprogram, abban az esetben ha a felszínt kizárólag csupasz talaj alkotja és a rétegződés neutrális) ellenére is – sikeresen használható az alkalmazott és elméleti jellegű kutatásokban. Így pl. *Ács és Lőke (2001)* e modellel vizsgálták a talaj fizikai féleségének és a talajfelszín nedvességi viszonyainak kapcsolatát. Megmutatták, hogy a felszíni réteg nedvességtartalmának és párolgásának változása érzékeny nemcsak a felszíni-, hanem a felszín alatti fizikai talajféleség-változásokra is, valamint azt is, hogy e két érzékenység összemérhető. E tény ezen tanulmány eredményei alapján is megállapítható a *4. ábra* és a *10. ábra* összevetésével. Vitathatatlan, hogy e modell tudományos célú alkalmazásánál nélkülözhetetlen volt az irodalom alapos ismerete. Ennek köszönve ismerhettük fel a tudományos problémát és alkalmazhattuk is az egyszerű modellt a probléma megoldására. A légköri határfeltételeket megjelenítő adatbázis lehetővé tette a probléma feldolgozását. Ez szerencsés körülmény volt, mivel az adatbázis nem e célra lett megszerkesztve.



14. ábra: A talajvízáram időbeni változása a felszíni homokos agyagréteg alján „nedves" esetben az 1992. április 28. és május 3. közötti időszakban. A felszín alatti két réteg fizikai talajféleségе 1. homok (telt vonal) és 2. agyag (szaggatott vonal)

5.2 Oktatás

A modell fortrán kódjának megírása, a szimulációs eredmények bemutatása és értékelése, valamint egy ezzel kapcsolatos angol nyelvű publikáció elolvasása (*Shuttleworth, 1988),* mint szemináriumi munka, *gyakorlati feladatként* szerepel az ELTE, Meteorológiai Tanszék Hidrometeorológia vagy Agrometeorológia tárgya keretében az 1995/96-os tanévtől kezdődően. A munka során a diákok megismerkednek a „rendszer" fizikájával és a numerikus módszerekkel. A jelenséget vagy a módszert most már nemcsak a szavak, hanem a számok tükrében is láthatják. Egyes esetekben a tanulmányok akár publikussá is válhatnak *(Czúcz és Ács, 1999).* Eltekintve az ilyen szerencsés esetektől, az általános tapasztalatok is jónak mondhatók. Igen ám, de folytatható-e ez a gyakorlat, ha a 4-5 diák helyett már 20-30 diák lesz? Reményeink szerint igen, ugyanis a létszámnövekedést az érzékenységi vizsgálatok számának növelésével ellensúlyozhatjuk.



15. ábra: A 10 cm-es mélységben levő talajvízáram és a csapadék időbeni alakulása „száraz" esetben a) ha mindhárom talajréteg homok b) ha a felszín homokos agyag és a felszín alatti két réteg agyag

5.3 Szolgáltatás

A modellt nem alkalmaztuk gyakorlati szolgáltató célra. A gyakorlati alkalmazása eddig elmaradt – véleményünk szerint – elsősorban az ún. *intézményi háttér/támogatás* hiánya miatt. Ahogy láthattuk, a modell – és minden más hasonló biofizikai modell – futtatásához, nélkülözhetetlen a légköri állapothatározók rendszeres óránkénti mérése. Ilyen méréseket országos szinten csak az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) végez. Ezért a biofizikai modellek egész országra kiterjedő gyakorlati alkalmazása csak az OMSZ keretében képzelhető el. Ennek főleg akkor lenne értelme, ha a biofizikai modellekkel nyert agrometeorológiai információk eladhatók is lennének.

A modell átfogó tesztelését sem végeztük még el. Mindezek ellenére egypár itt bemutatott eredményünket alkalmazhatná az empirikusan gondolkodó agrometeorológus is. Például:

- Ha egy tömör és egy laza talajréteg egyenlő nedvességtartalmú és érintkezik egymással, akkor valójában a tömör talajréteg a szárazabb, és ezért szívóhatást, nedvességelvonást fejt majd ki a szomszédos laza talajréteggel szemben. Ez látható pl. a *5.* és a *8. ábrán.*
- A különböző fizikai talajféleségű rétegek közötti talajvízáram (a mi esetünkben a 10 cm-es mélyégben) általában sokkal kisebb de lehet akár azonos nagyságrendű is a párolgással. Ez látható a *13.* és a *14. ábra* összevetéséből.
- A felszíni talajréteg tömörsége döntően befolyásolja a csapadék infiltrációját. Így pl. (*15. ábra*) a tömör (homokos agyag/agyag/agyag) talajban a csapadék vízárama a 10 cm-es mélységet 12 órás, míg a laza (homok/homok/homok) talajban 1-2 órás időkésedelemmel éri el.

E példákkal csupán arra akartuk felhívni a figyelmet, hogy a biofizikai modellezéssel akár gyakorlati jellegű tapasztalatok is szerezhetők.

6. Összefoglalás

E tanulmányban a csupasz talaj felszíni és felszín alatti fizikai talajféleségének valamint a felszín nedvességi viszonyainak kapcsolatát elemeztük. Az elemzést egy igen egyszerű csupasz talajmodell érzékenységi vizsgálataival végeztük. A modell és a kapott eredmények alkalmazási lehetőségeit is megvitattuk. A talajnedvesség változását a Richards-egyenlet *(Richards, 1931)*, míg a felszíni áramokat a Penman-Monteith koncepció alapján *(Ács és Hantel, 1999)* értékeltük. Az átviteli folyamatokat az átvitellel szemben tanúsított ellenállások értékelésével jellemeztük. A légköri rétegződést neutrálisnak vettük. A talaj vízháztartási tulajdonságait (a talajnedvesség potenciáljának, a talaj vízvezető-képességének és a talaj nedvességtartalmának kapcsolatát) a Clapp és Hornberger-féle (*Clapp és Hornberger, 1978*) relációk alapján értékeltük.

Az érzékenységi vizsgálataink során a braunschweigi szinoptikus meteorológiai állomáson mért légköri határfeltételeket és az irodalomból vett talaj-adatokat használtuk. A modellfuttatások során azt elemeztük, hogy mennyire érzékeny a felszín nedvességtartalma, párolgása és a 10 cm-es mélységben levő talajvízáram egynéhány napos időskálán a felszíni és a felszín alatti fizikai féleség-változásokra. Az eredményeink nagyfokú érzékenységre utalnak valamint arra is, hogy a felszíni és a felszín alatti fizikai féleség-változásokra való érzékenységek összemérhetők. Az alkalmazási lehetőségeket illetően, utaltunk arra is, hogy a modell – egyszerűsége ellenére is – alkalmazható nemcsak oktatási hanem kutatási célokra is. Elemzéseinkkel megmutattuk, hogy a modellezés egyik alapvető eszköze – az érzékenységi vizsgálatok elvégzése – egyszerű és igen sikeres eszköz a bonyolultabb agrometeorológiai folyamatok tanulmányozására is.

Ács Ferenc
ELTE, Meteorológiai Tanszék, Budapest
Lőke Zsuzsanna
Veszprémi Egyetem Georgikon
Mezőgazdaságtudományi Kar, Vízgazdálkodási,
Meliorációs és Agrometeorológia Tanszék, Keszthely

IRODALOM

Ács, F., and Hantel, M., 1999: The Penman-Monteith concept based land-surface model PMSURF. Időjárás, 103, 19-36.

Ács, F., Lőke, Zs., 2001: A fizikai talajféleség hatásának szimulációja a talaj felszíni nedvességváltozására. Agrokémia és Talajtan, 50 kötet, 34 szám, 457-468.

Clapp, R. B., and Hornberger, G. M., 1978: Empirical Equations for Some Soil Hydraulic Properties. Water Resour. Res.,14, 601-604.

Czúcz, B., Ács, F., 1999: A labilis rétegződés parametrizálása a PMSURF növénytakaró modellben: konvergencia vizsgálat empirikus módszerekkel, Légkör, Vol. XLIV, No. 2, 2-6.

Richards, L. A., 1931: Capillary conductance of liquids through porous mediums. Physics, 1, 318-333.

Shuttleworth, J. W., 1988: Macrohydrology-the new challenge-for process hydrology. J. Hydrol. 100, 31-56.

Az Országos Meteorológiai Szolgálat közleménye

Az Országos Meteorológiai Szolgálat Elnöksége – a 30/1993. (XI. 30.) KTM rendelettel módosított 5/1992. (II. 21.) KTM rendelet alapján – *a Meteorológiai Világnap* alkalmából, (2002. március hó 23.) **miniszteri elismerések** adományozására kíván előterjesztést tenni.

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

A Szolgálat Elnöksége felhívja a szakmai, tudományos és társadalmi szervezeteket, egyesületeket, kamarákat, gazdálkodó szervezeteket, intézményeket, önkormányzatokat, valamint a meteorológia iránt érdeklődést tanúsító magánszemélyeket, hogy az elismerésekre tegyék meg javaslatikat.

A javaslatokat 2002. **január hó 23.** napjáig kell, a Szolgálat Elnöki Irodájára, dr. Hunkár Márta tudományos titkárnak eljuttatni. *(1024 Budapest, Kitaibel Pál u. 1).*

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

Az elismerések adományozására beérkezett javaslatokat az erre a célra alakult bizottság értékeli, amelyben a Szolgálaton kívül képviselteti magát a Magyar Honvédség Meteorológiai Hivatala, a Magyar Tudományos Akadémia, az ELTE Meteorológiai Tanszéke, valamint a Magyar Meteorológiai Társaság.

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

Országos Meteorológiai Szolgálat
Elnöki Iroda

Olvastuk

Ütköző koronakitörések

A Nap anyagkibocsátásának leglátványosabb formái a néhány milliárd tonnás, hatalmas koronakitörések. Elsőként a NASA Wind űrszondájának segítségével sikerült megörökíteni egy ezekhez kapcsolódó ritka eseményt. *Natchimuthuk Gopalswamy* (NASA, Goddard Space Flight Center) és kollégái a Wind és SOHO napszonda megfigyelései alapján kimutatták, hogy az azonos területről induló, de eltérő sebességű kitörési felhők össze is ütközhetnek – a rádiótartományban látványos jelenséget produkálva. Ez a folyamat lehet az oka az ún. komplex korona kitörési felhők kialakulásának. Megfigyelésük a földi mágneses viharok előrejelzése szempontjából kiemelten fontos. **(Űrkaleidoszkóp, XV. évf. 6. szám Meteor 2001/6-Kru)**

Óceán a Ganymedesen?

A Ganymedesről* a Galileo szonda révén jó ideje tudjuk, hogy erős mágneses térrel rendelkezik. A magnetométer adatainak részletes elemzése azonban rámutatott, hogy az erős tér mellett egy nehezebben észrevehető, gyengébb komponens is létezik. Ennek jellege ugyanúgy változékony, mint pl. az Európa vagy a Callisto mágneses tere – azaz feltehetőleg a Ganymedes is rendelkezik egy felszín alatti óceánnal. Az itt levő oldott ionok áramlása és a Jupiter, valamint a Ganymedes magjától származó mágneses tér kölcsönhatásakor keletkezik a mező. A legalább néhány km vastag olvadt réteg 200 km-nél nem lehet mélyebben a felszín alatt. Egyes elméleti számítások alapján a hold rádioaktív eredetű belső hője ma is elegendő a vízréteg fenntartásához. A Voyager és a Galileo felvételei alapján sikerült sztereo képekkel a hold domborzatát megfigyelni. Kiderült, hogy a világosabb, fiatalabb részek az idősebb területeknél mélyebben vannak. Ami még érdekesebb, hogy mutatkoztak közel sík felszínű területek is, amelyeket kriogén lávák önthettek el vulkáni tevékenység keretében. Ezek általában hosszúkás árkokban jelennek meg és az idős, sötét poligonoknál 0,5-1 km-rel mélyebben fekszenek. Koruk kb. 1 milliárd év. Szintén vulkáni aktivitásra utalnak a Ganymedesen egyre több helyen felfedezett kalderák, amelyek az egykori vulkánkitörések nyomán keletkeznek. **(Űrkaleidoszkóp, XV. évf. 6. szám Meteor 2001/5-Kru)**

Közreadta: H. Bóna Márta

* * *

Toronyházak szerepe a város szellőzésében

Adalék a XIII. kerületi városközpont tervéhez

Budapest nem a toronyházak városa. Bár befektetők néha előállnak ilyen elképzésekkel, ezekből eddig semmi sem valósult meg. A szabályok szerint pedig bizonyos helyekre lehetne építeni harmincméteresnél magasabb házakat, de egyelőre a szakma is megosztott abban a kérdésben, hogy kellenek-e Budapestre a magas épületek. *Fegyverneky Sándor*, a XIII. kerület főépítésze szerint, ahol a városszerkezet lehetővé teszi, nem kellene akadályozni a formailag jól megkomponált, a városképbe illeszkedő magasházak építését. Mindenesetre újabb elképzelések kerültek napvilágra, ezúttal az Árpád híd pesti hídfőjénél, ahol megfontolt beépítéssel, infrastruktúrával, tömegközlekedéssel jól ellátott kerületközpont alakulhatna ki, ami egyelőre hiányzik a városrészben [1].

Finta József, Kossuth-díjas építész el is készítette a Váci út és a Róbert Károly körút kereszteződésében, a rendőrségi palota melletti parkoló helyén és környékén megvalósítandó kerületközpont terveit. A fővárosi és a XIII. kerületi önkormányzat építészeti tervtanácsa három ízben is tárgyalta, majd elfogadta a tervet. Az új városközpont terve azonban nem várt politikai indulatokat gerjesztett. Vannak, akik az elmúlt év legnagyobb botrányának tekintik, hogy az önkormányzat toronyházakat szándékozik építeni. Álláspontjuk ebben a kérdésben: ezen a helyen zöldterületet, parkot kellett volna létesítenie a kerületi vezetőségnek. Végül is a szóban forgó központi fekvésű terület fejlesztése, kerületközponttá történő kialakítása elakadt, és jelenlegi helyzetben kétséges, miként alakul a terület sorsa [2].

Való igaz, hogy a környezetet érintő bármely beavatkozás (pl. fejlesztés) magában hordozza a természeti erőforrások terhelésének olyan mértékű kockázatát, amely veszélyeztetheti az alapvető életfeltételeket, az egészséges környezetet. Éppen ezért a tervezett beépítés kialakításakor szükséges megvizsgálni a városklímának és a humánkomfortnak várható módosulásait.

A várostervezés során a kívánatos városklíma és humánkomfort biztosítására legjobb a város megfelelő szellőzésének kialakítása. A város szellőzési viszonyai ugyanis közvetlen és hangsúlyozott hatást gyakorolnak az emberi egészségre, a városi életminőségre, a fűtés, illetve a légkondicionálás energiafogyasztására, a légszennyező anyagok koncentrációjára stb. Fel kell tehát deríteni, hogy a városszerkezetben végrehajtott változtatások (új utak, épületek, épületsorok stb. kialakítása, vagy régiek átalakítása) milyen módon befolyásolják az átszellőzési viszonyokat, hogy el lehessen dönteni: melyik tervjavaslat javítja, vagy legalábbis nem rontja az átszellőzés feltételeit.

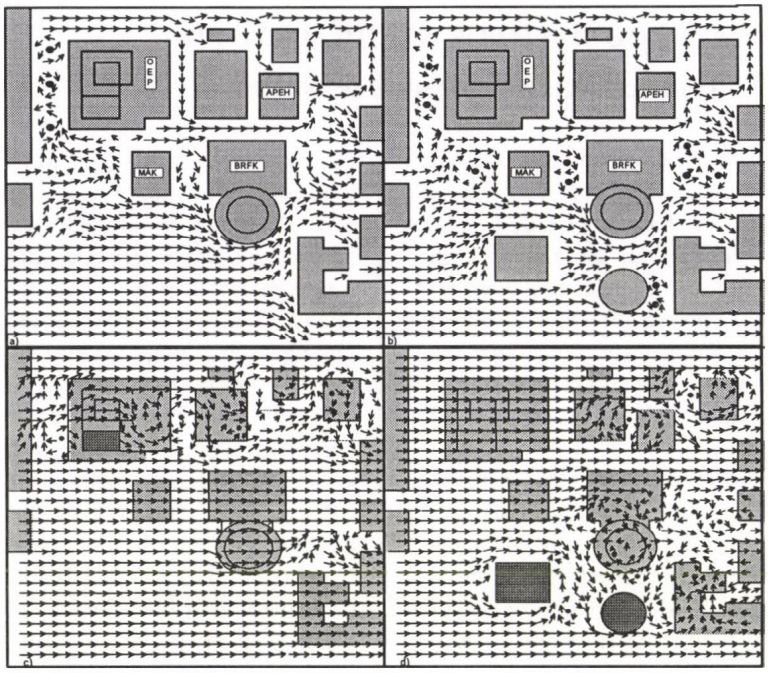
A fő klimatológiai tényező, amely befolyásolja a város szellőzési viszonyait, a városi szélmező szerkezete. Ez függ egyrészt a nagyobb térbeli léptékű széltől, amely klimatológiai tényező, másrészt a városszerkezet sajátosságaitól, vagyis a beépítettség mértékétől, a házak magasságától, az utak szélességétől és vonalvezetésétől, illetve ezeknek az uralkodó szélirányokhoz viszonyított irányítottságától.

A városi szélmező szerkezetét az jellemzi, hogy a szélirány és a szélsebesség pillanatról pillanatra és pontról pontra változik. Ez az áramlás örvényes, turbulens jellegének köszönhető.

Az örvényeket az áramlás útjába eső akadályok keltik. A turbulens áramlásra jellemző, hogy az áramlási sebesség, a hőmérséklet, a sűrűség, a nyomás térben és időben rendezetlen módon változik az átlagérték körül. A turbulens áramlás alapvető tulajdonsága, hogy nagy átviteli képességgel rendelkezik, azaz egységnyi felületen keresztül nagy mennyiségű légszennyező anyagot szállít.

Rendszerint feltételezzük, hogy az épületsűrűség növelése csökkenti a város szellőzési feltételeit. Ez a hatás nagymértékben függ azonban a város szerkezetétől. Lehetséges kielégítő szellőzési feltételeket biztosítani sűrűn beépített városi területen az egymással szomszédos épületek közötti magasságkülönbségek révén is. Mondhatjuk tehát, hogy az egyre szaporodó toronyházak növelik ugyan a beépítettség sűrűségét, ugyanakkor azonban jelentős mértékben módosítják a légáramlás szerkezetét az utcákban, az úttest szintjén. Ez a hatás azonban csak akkor érvényesül, ha a magasba nyúló épületek térbeli elhelyezkedése egyenetlen a város területén [3].

A városklímában, a tervbe vett beépítés során várható módosulások vizsgálata történhet mérések, szélcsatornában végzett kísérletek és számítógépen futtatott szimulációs modellek felhasználásával. E módszerek közül az utóbbi mutatkozik a legkedvezőbbnek mind költség- és időráfordítás, mind pedig alkalmazhatóság területén. A szimulációs modell rendkívül kényelmessé teszi a különböző tervvázlatok által a város átszellőzésére gyakorolt hatások vizsgálatát. Az alábbiakban a Róbert Károly körút –Váci út sarkának tervezett beépítése során bekövetkező légáramlásmódosulással kapcsolatos megállapítások is matematikai model-



1. ábra: Áramlási viszonyok a tervezett XIII. kerületi városközpont területén, a földfelszínen és a tetőszinten, a toronyházak beépítése előtt és után

leken alapuló számítógépes szimulációval végrehajtott vizsgálatokra támaszkodnak.

A jelen szimulációban alkalmazott alapvető matematikai modell a mozgásegyenletből levezethető

$$\frac{dD}{dt} = -\left[\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial w}{\partial z}\right)^2 - 2\left(\frac{\partial u}{\partial y}\cdot\frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial w}{\partial x}\cdot\frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial y}\cdot\frac{\partial v}{\partial z}\right)\right] - \nabla^2 P$$

divergencia-egyenleten alapszik, ahol

$D = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial w}{\partial x}$ légáramlás sebességének divergenciája;

$\frac{dD}{dt} = \frac{\partial D}{\partial t} + u\frac{\partial D}{\partial x} + v\frac{\partial D}{\partial y} + w\frac{\partial D}{\partial Z}$ a divergencia időbeli változása;

u, v és w a légáramlás sebességének x, y z irányú komponense;

$\nabla^2 P = \left(\frac{\partial P}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial P}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial P}{\partial z}\right)^2$ a Laplace-operátor;

$P = \frac{p}{\rho}$ ahol p a légnyomás, ρ a levegő sűrűsége.

Feltételezve, hogy D=0, azaz az áramlás divergenciamentes, következik, hogy $\frac{dD}{dt} = 0$, azaz a divergencia-egyenlet bal oldali tagjának értéke zérus. Megfelelő átrendezés után az ún.

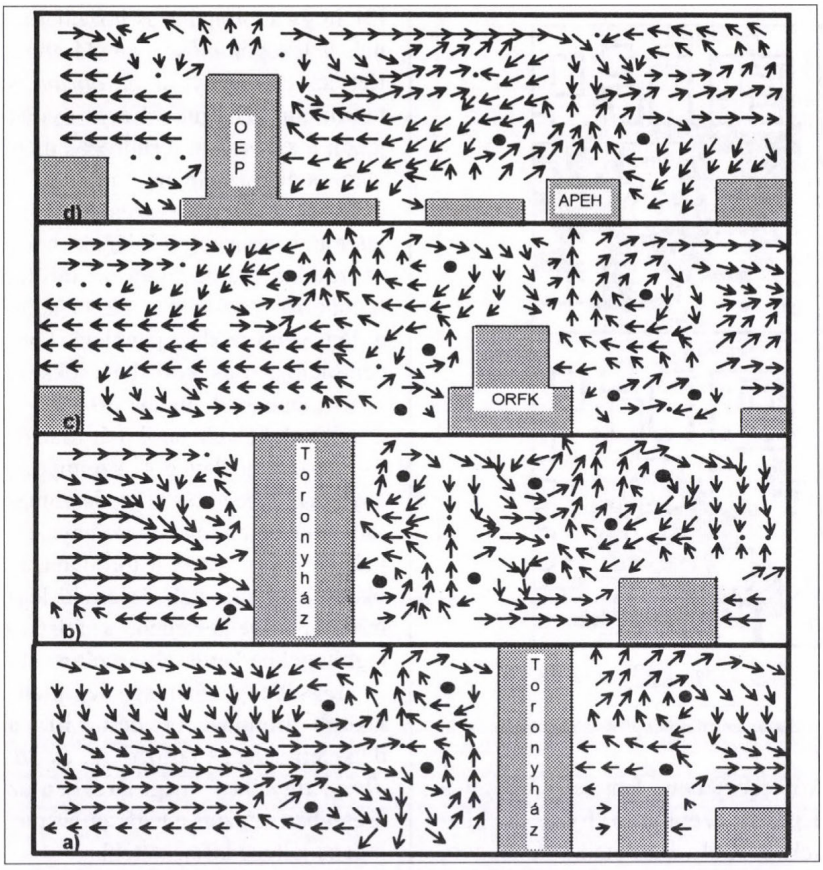
$$\nabla^2 P = -\left[\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial w}{\partial z}\right)^2\right] - 2\left(\frac{\partial u}{\partial y}\cdot\frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial w}{\partial x}\cdot\frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial y}\cdot\frac{\partial v}{\partial z}\right)$$

Poisson-egyenletre jutunk, amelyet P-re kell megoldani. Ehhez az egyenletet véges különbségek formájában kell felírni. Így a szükséges számítások térbeli rácshálózat, és időlépcső alkalmazását teszik szükségessé. A jelen vizsgálatban alkalmazott rácstávolság 10 m, időlépcső 0.07 másodperc. A rácshálózat horizontális síkban 31x31, függélyesben pedig 11, összesen tehát 10571 rácspontból áll.

A Poisson-egyenlet megoldása eredményeként minden egyes rácspontra vonatkozóan előáll egy P nyomásérték, amelynek alapján, a nyomásmező és szélmező közötti kapcsolat felhasználásával kiszámítható a torlódások által kialakított szélmező.

A szóban forgó egyenlet megoldása csak abban az esetben vezet zérustól különböző P nyomásértékekre, ha a szélmező nem homogén, azaz az áramlási sebesség irány és nagyság tekintetében változik a térben. Ez ugyanis a légmozgás tehetetlensége folytán a levegő torlódását okozza, ami nyomásváltozásokat eredményez. A nyomásváltozások sebességváltozásokra vezetnek, amelyeket újabb nyomás-, majd sebességváltozások követnek, és a folyamat így folytatódik tovább.

A sebességváltozások tulajdonképpen a szélmező divergenciamentességének megvalósulására vezetnének, ha az akadályok keltette újabb örvények rendezetlen egymásra helyeződése és a légmozgások tehetetlensége okozta gyorsulások ebben nem akadályoznák. Az itt alkalmazott modell éppen ezt a folyamatot szimulálja, amikor a Poisson-egyenlet alkalmazásával a szélmezőt divergenciamentessé teszi. Ugyanakkor azonban a divergencia-mentesség megvalósítása érdekében módosult szélmezőben az akadályok újabb örvényeket és gyorsulásokat okoznak, ami megszünteti a szélmező divergencia-mentességét. Ez a folyamat, időlépcsőnként megismét-



2. ábra: Áramlási viszonyok függélyes keresztmetszetekben a tervezett XIII. kerületi városközpont területén, a toronyházak beépítése előtt és után

lődve, előállítja azt a bonyolult áramlási rendszert, amelyet turbulens áramlásnak nevezünk.

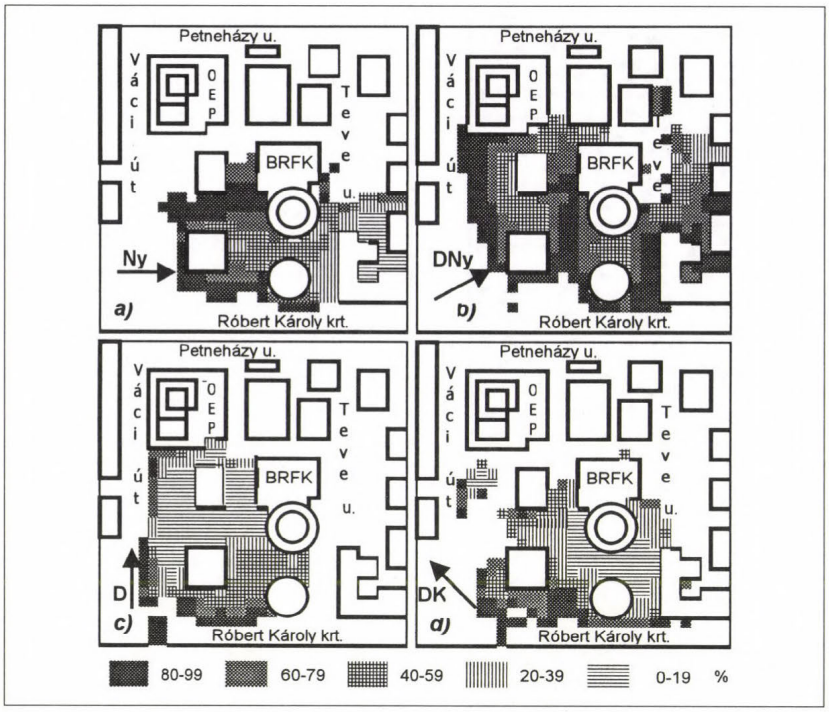
A jelen vizsgálat homogén szélmezőből indul ki. A légáramlás eredő torlódására az épületek, mint a légáramlás útjába eső akadályok vezetnek. A további torlódások előidézői azok az akadályok, amelyeket az épületek által kitérített, és ezáltal irányuk és sebességük különbözősége miatt, egymás útjába kerülő áramlások alkotnak.

Az *1. és 2. ábra* 10 m/s sebességű, nyugati irányú, homogén szerkezetű szél feltételezéséből kiindulva mutatják be az épületek által kialakított, az áramlás szimulációs modellje alapján kiszámított áramlási viszonyokat. A bemutatott szélmezők zárt pályát leíró örvénymozgásokat, örvénysorokat és folytonos, egymással összekapcsolódó áramlási folyosókat foglalnak magukban. Az ábrákon az örvények középpontját tömör körök jelzik. A pontok a zérus áramlási sebesség helyein fordulnak elő.

A bemutatott áramlási mezők arra az időpontra vonatkoznak, amikor a toronyépületek keltette örvénysorok mindegyike eléri a vizsgált térség keleti szélét. Arra természetesen nincs garancia, hogy valaha is pontosan a bemutatott áramlási kép fordul elő a valóságban. Elvárható azonban, hogy a turbulencia kialakulásában szerepet játszó hidrodinamikai folyamatokat a modell gyakorlatilag elfogadható pontossággal kezeli. Erre az [5] tanulmány nyújt bizonyítékot. Ebben a tanulmányban ugyanis a turbulens áramlást szimuláló modell számítógépes programjának sokszori lefuttatása eredményeként kapott adatokból előállított statisztikai paraméterek összehasonlítása történik a *Zuranski* [6] által 1973-ban, Varsóban végzett szélsebesség- mérésekből származó statisztikai paraméterekkel. Ez az összehasonlítás, a szimulációs modell használhatóságát illetően, megnyugtató eredményre vezetet.

Az ábrákon megnevezett épületek: az Országos Egészségbiztosítási Pénztár (OEP), a Magyar Államkincstár (MÁK), a Budapesti Rendőr-főkapitányság (BRFK) és az APEH. Az épületek magassága rácspontokban, azaz 10 m-ekben megadva: OEP épülete 1, tornya 7, APEH épülete 2, MÁK épülete 2, BRFK épülete 2, tornya 5, a tervezett toronyházak 10, a Teve utca és a Róbert Károly körút sarkán épült új irodaház 3, a többi, a megnevezésekből kimaradt épületek 1-3 rácspontnyi magasságúak.

Az *1a. ábra* a jelenlegi, a *1b. ábra* pedig a tervezett beépítés utáni, a földfelszín közelében megvalósuló áramlási viszonyok vizsgálatát teszi lehetővé. A két ábra egymáshoz hasonló áramlási képet mutat azzal az eltéréssel, hogy az *1b. ábrán* nagyobb számban vannak örvények. Az új örvények megjelenését feltételezhetően az áramlás turbulens jellegének kifejezettebbé válása okozza, amely a toronymagas épületek jelenlétének a következménye. Ezt a feltételezést támasztja alá a toronyházak tetőszintje magasságában kialakuló áramlási viszonyokat bemutató *1c.* és *1d. ábra.* Az első ábra 5, a második 10 rácspontnyi magasságban készült horizontális metszet. Az ábrákon a tornyok áramlási árnyékzónájában örvénysor figyelhető meg. Ennek kiszélesedése arra mutat, hogy a tervezett két torony és a rendőrpalota tornya az áramlás révén kölcsönhatásban vannak egymással. Ezen örvények lefelé terjedő hatásainak tulajdonítható az *1b. ábrán*, a földfelszín közelében fellépő intenzívebb turbulencia. Ezt az állítást az áramlási mezőknek a toronyházakat keresztül szelő, a *2. ábrán* bemutatott függélyes metszetei is megerősítik. Az *1d. ábrán*, azaz a 10 rácspontnyi magasságú horizontális metszeten, az OEP tornya felett az áramlás már lami-



3. ábra: A gépkocsik által kipufogott szén-monoxid koncentrációjának relatív csökkenése a toronyházak beépítése esetén

náris, de a toronytól jobbra viszont turbulens. Ez a jelenség az OEP tornya által keltett örvénysornak a függélyes kiterjedésével magyarázható, amely a toronytól távolodva következik be.

A függélyes metszetek nyugat-kelet irányúak, és ennek megfelelően a vektorok az áramlás nyugati és vertikális komponenseinek eredői. Alulról felfelé haladva, a *2a.* és *2b. ábrán*, a tervezett toronyházakat, a *2c. ábrán* a rendőrpalotának, a *2d. ábrán* az Egészségbiztosítási Pénztárnak a tornyát átszelő függélyes metszeten, a tervezett beépítettség után kialakuló áramlási viszonyok láthatók. Ezek szerint a felépíteni szándékozott két toronyház jelentős mértékben megnöveli az áramlás turbulens jellegét. A Róbert Károly körúthoz közelebb eső toronyház (l. a *2a. ábrát*) előtti széles örvényzóna a beljebb elhelyezkedő (a *2b. ábrán* látható) toronyház által keltett, a távolsággal kiszélesedő örvénysor része.

A város szellőzési viszonyainak kifejezésére legalkalmasabb a levegő szennyezettsége koncentrációjának alakulása a tervezett beépítés következtében. Ismeretes, hogy a legtöbb szennyező forrás a közlekedésből származik. A benzin égésekor rengeteg olyan vegyület keletkezik, aminek egy részét még mérni sem tudjuk pontosan, azt viszont tudjuk, hogy alattomos formában veszélyeztetik a városlakók egészségét.

A légáramlási viszonyokon, valamint a város beépítettségének jellegzetességein kívül, a gépjárműforgalom sűrűsége módosítja a levegőbe kerülő szennyező anyagok koncentrációját. Szükség van tehát a gépkocsiforgalom sűrűségének megállapítására, amely a jelen esetben, közlekedési csúcsidőben, a teret határoló utakon, ill. utcákban végzett gépkocsi-számlálás útján történt.

A tervezett toronyházak elhelyezései alapján nyilvánvaló, hogy azok a szelek, amelyeket a toronyházak módosítanak, ami által a tér levegőjének minősége megváltozik, nyugati, délnyugati, déli és délkeleti irányból fújnak.

A modellszámítások eredményei valóban alátámasztják azt, a szakirodalomból is ismert megállapítást [3], hogy a toronyházak hozzájárulnak a levegőminőség javulásához. Ezt az eredményt a *3. ábrán* is tanulmányozhatjuk. Ezen nyilak jelzik a széliránt, a satírozás mértéke pedig azt fejezi ki, hogy a beépítés után a légszennyeződés jelenlegi koncentrációjának hány százaléka marad meg a terület különböző pontjaiban. Helyenként a légszennyeződés jelenlegi koncentrációja csak kevésbé csökken, azaz megmarad annak 80-99%-a, de vannak helyek, ahol már csak 0-19 %-nyi a levegőt szennyező anyagnak a beépítés után visszamaradt koncentrációja. A szennyezett levegő többi része, a toronyházak okozta erőteljesebb örvénylő légmozgás következtében, a felsőbb légrétegekbe kerül, ahol szétoszlik. A légszennyezőanyag legintenzívebb hígulása a déli, ill. a délkeleti szélhez tartozó *3c.* és *3d. ábrán* figyelhető meg. Ezekben az esetekben ugyanis a légáramlás turbulens jellege kifejezettebb.

Meglepő azonban, hogy az *1 b.* és *1 c. ábrákon* a négyzetes tervezésű toronyház mögött kevésbé örvényes az áramlás, ennek ellenére a *3a. ábra*, nyugati szél esetén, a légszennyezettségnek a toronyház mögötti jelentős mértékű csökkenését mutatja. Ennek magyarázatát az épületek között kialakuló áramlási folyosók adják, amelyek ebben az esetben kevésbé beszennyeződött vagy már tisztább levegővel keveredett levegőt szállítanak a toronyépület mögé. Előfordulhatna természetesen a fordított eset is, amikor az áramlási folyosók a szennyező forrástól szállítják az erősen szennyezett levegőt a térre.

Az épületek alaprajza az ábrákon sematikus, mivel pontos tervrajzok nem álltak rendelkezésre. A Váci út felőli toronyháznak a hengeralakot megbontó épületszerkezeti részletei feltételezhetően olyan hatással vannak az áramlásra, mintha nem henger, hanem hasáb alakú épületről lenne szó. Mivel a jelen eset-

ben az épületek alakja, mérete és elhelyezkedése nem pontosan felel meg a tervrajznak, a kapott eredmények tájékoztató jellegűek, és csupán a toronyházak esetleges áramlást módosító hatásaira kívánja a figyelmet felhívni a Váci út és a Róbert Károly körút kereszteződésében tervezett beépítés megvalósítása esetére.

Az eredményeket összegezve megállapíthatjuk, hogy a toronyházak, szétszóródva az alacsonyabb épületek között, hozzájárulnak a komfortosabb városklíma kialakításához.

Kedvezőtlen jelenségként kell azonban megemlíteni az utakon megjelenő, a tervezett új intézmények saját forgalmából adódó gépjárműforgalom okozta növekedést a légszennyezésben.

Dr. Titkos Ervin

Irodalom

[1] Népszabadság, 2000. febr. 15.

[2] Hírnök, 2001. márc.

[3] *Szepesi D., Titkos E.,1995*: A Főváros átszellőzési viszonyai. 1996: Levegőkörnyezeti kézikönyv. 1996 pp. 121 – 130.

[4] *Titkos E., 1997*: Akadályok körüláramlásának szimulációs modellje. Kézirat, 311/T:206, OMSZ Könyvtár.

[5] *Titkos E., 1996*: A turbulencia szimulálása számítógépen. Légkör, 1996/1 pp. 14–19.

[6] *Zuranski J., 1986*: A szél hatása az építményekre. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, pp. 39–57.

[7] *Titkos E., 1997*: Légszennyeződés terjedésének szimulációs modellje. 1997/2 pp. 15–17.

Az 1931–1960 és 1961–1990 évek éghajlati standard hőmérsékleteinek összehasonlítása Közép- és Kelet-Európában

A WMO által előírt 30 éves éghajlati normálértékek gyűjteménye 1971-ben jelent meg először CLINO (Climatological Normals for Climat & Climat Ship Stations for the Period 1931-1960) címen, amely magában foglalta az 1931-1960 évek adatainak feldolgozását. Ekkor mintegy 150 tagország mérésadatait sikerült összegyűjteni körülbelül 1200 állomásról. Ezt megelőzően készült egy 30 éves éghajlati adatgyűjtés az 1901-1930 évekből, de jóval szerényebb keretek között. A legutóbbi CLINO az 1961-1990 évek adatainak felhasználásával készült jóval több tagország és több klímaállomás méréseiből (hőmérsékleti adatokat adó állomások száma több, mint 2600). A mindenkori aktuális 30 éves sorozat felhasználását indokolja : 1. három évtized már többékevésbé elég hosszú időszak egy adott hely éghajlati jellemzésének megközelítésére, 2. az egyre bővülő éghajlati megfigyelő hálózat fiatalabb állomásai is beépíthetők a gyűjteménybe; a WMO éppen ezért javasolta a 30 éves adatsorok egységes használatát.

Természetesen két egymást követő 30 év éghajlati normálértékei ugyanazon állomáson is különbözhetnek. Különösen a csapadék szeszélyes időbeli változása miatt nem csak az évtizedes, 30 éves, de olykor az 50 éves átlagok is jelentősen különbözhetnek egymástól. Az 1891-1940 közötti 50 év átlagos évi csapadéka például Budapesten 639, Szegeden 577 mm, az 1941-1990 közötti 50 éves átlag Budapesten 574, Szegeden 502 mm volt (a különbség 1%-os szinten szignifikáns). A legnedvesebb évben (1937) Budapesten 989 mm, a legszárazabb évben (1857) 326 mm csapadékot mértek *(Koppány, 1993)*. Szegeden a legnedvesebb évben (1855) 979 mm, a legszárazabb évben (2000) 204 mm csapadékot mértek.

A csapadékkal összehasonlítva a hőmérséklet sokkal kevésbé változékony éghajlati elem, ami azt jelenti, hogy évi vagy évtizedes átlagait tekintve jóval stabilabb, mint a csapadék évi összege vagy évtizedes átlaga. Ezért figyelmünket most a hőmérséklet két egymást követő 30 éves átlagainak összehasonlítására fordítjuk. Rövidség kedvéért nevezzük az 1931-1960-as átlagokat *A*-nak, az 1961-1990-es átlagokat *B*-nek. Arra a kérdésre keressük a választ, vannak-e szisztematikus eltérések *A* és *B* között? Ha igen, annak több oka lehet: 1. éghajlat-módosulás történt, 2. egy-egy állomás helyét megváltoztatták (például városból városon kívülre helyezték), 3. a napi középhőmérsékletek kiszámításához használt terminusokat változtatták meg. Ha egy régióban több állomás éghajlati adatai egyik időszakról a másikra *különböző előjellel* változnak, nem beszélhetünk szisztematikus változásról, mert ennek állomásonként más-más oka lehet, de ha az állomások túlnyomó többségén vagy mindegyikén a *változás előjele azonos*, akkor a felsorolt három ok közül csak az 1. vagy a 3. jöhet szóba – igen nagy valószínűséggel. *Fontos itt megjegyeznünk, hogy a WMO szigorú, egységes előírásai ellenére a tagországok nem mindenütt használtak egységes elveket a CLINO meghatározásakor.* Mint látni fogjuk, a vizsgált régióban ennek ellenére bizonyos változások előjele az állomások többségén vagy mindegyikén azonosnak bizonyult.

A könnyebb áttekinthetőség céljából csupán 21 állomás januári, júliusi és évi hőmérsékleti normálértékeit tekintjük át; a 21 állomás közül 5 hazai, a többi Magyarországgal szomszédos terület-

Állomások neve	CLINO A 1931-1960			CLINO B 1961-1990					
	Január	Július	Év	Január	Δt	Július	Δt	Év	Δt
Wien-Hohe Warte	-1.4	19.9	9.8	-0.7	**0.7**	19.7	-0.2	9.9	**0.1**
Innsbruck-Universität	-1.4	18.1	8.6	-1.5	**1.3**	17.7	-0.4	8.6	0.0
Praha	-2.6	17.9	7.9	-2.0	**0.6**	17.1	-0.8	7.9	0.0
Brno	-2.7	19.3	8.8	-2.5	**0.2**	18.5	-0.8	8.7	-0.1
Zagreb	0.2	22.0	11.6	0.2	0.0	21.2	-0.8	11.3	-0.3
Beograd	-0.2	22.6	11.8	0.4	**0.6**	21.7	-0.9	11.9	**0.1**
Kolozsvár	-3.4	19.9	8.6	-3.4	0.0	18.2	-1.7	8.2	-0.4
Temesvár	-1.6	21.7	10.9	-1.6	0.0	21.1	-0.6	10.6	-0.3
Bukarest	-2.7	23.3	11.1	-2.4	**0.3**	22.0	-1.3	10.6	-0.5
Szófia	-1.7	21.3	10.4	-1.5	**0.2**	19.8	-1.5	10.0	-0.4
Potsdam	-1.1	18.4	8.7	-0.9	**0.2**	17.9	-0.5	8.7	0.0
Hamburg	0.0	17.3	8.6	0.5	**0.5**	16.8	-0.5	8.7	**0.1**
München	-2.2	17.7	7.9	-2.2	0.0	17.3	-0.4	7.8	-0.1
Kijev	-6.1	20.4	7.4	-5.6	**0.5**	19.3	-1.1	7.7	**0.3**
Lvov	-5.3	18.2	7.0	-4.6	**0.7**	17.3	-0.9	7.2	**0.2**
Odessza	-2.2	22.4	9.9	-1.7	**0.5**	21.5	-0.9	10.1	**0.2**
Budapest Meteo	-1.1	22.2	11.2	-0.5	**0.6**	21.5	-0.7	11.2	0.0
Debrecen	-2.7	21.8	10.3	-2.6	**0.1**	20.3	-1.5	9.9	-0.4
Miskolc	-3.3	21.1	9.7	-3.3	0.0	19.9	-1.2	9.2	-0.5
Pécs	-0.7	22.6	11.5	-1.4	-0.7	20.5	-2.1	10.4	-1.1
Szeged	-1.4	23.0	11.5	-1.8	-0.4	20.8	-2.2	10.5	-1.0

I. táblázat

ről való, határainktól legfeljebb 1000 – 1200 km-es távolságra található. A régió országai közül a következőket választottuk ki: Ausztria, Csehország, Horvátország, Szerbia, Románia, Bulgária, Németország, Ukrajna. Lengyelország hőmérsékleti sorozatai az 1951-1960 évekre korlátozódnak, valószínűleg háborús okok miatt, így a lengyelországi adatokat figyelmen kívül hagytuk. A legtöbb állomáson a január a legalacsonyabb, a július a legmagasabb havi középhőmérsékletet képezi, így ezek különbségei a kontinentalitás mértékét befolyásolják. A CLINO *A* és *B* adatokat az *I. táblázat* mutatja be.

A táblázatban szereplő Δt értékek a hőmérsékletnek *A*-ról *B*-re történő változásait jelölik. A **kövér** számjegyek **pozitív**, a *dőlt* írással jelöltek *negatív* változást jelentenek. Feltűnő, hogy két állomás (Pécs és Szeged) kivételével a januári középhőmérsékletek vagy emelkedtek, vagy változatlanok maradtak, míg a júliusi hőmérséklet minden állomáson, kivétel nélkül, csökkent. Az évi átlaghőmérsékletek alig változtak, csupán Pécs és Szeged hőmérséklete csökkent egy fokkal. A 21 állomás mindegyikén *mérséklődött kisebb-nagyobb mértékben a január-július hőmérséklet-különbség*. Ez azt jelentheti, hogy mérséklődik a kontinentalitás Közép- és Kelet-Európában. Igazolni látszik ezt a föltételezést egy korábbi vizsgálatunk, amely szerint a 200 éves vagy annál hosszabb mérés-sorozattal rendelkező európai állomások többségében az évi hőmérsékleti amplitúdó az 1700-as évek óta folyamatosan csökkent (*Koppány, 1989*).

Szóba jöhet azonban a bevezetőben említett 3. ok, nevezetesen : a középhőmérsékletek kiszámításához használt terminusok megváltoztatása. A hagyományos három terminus : 7, 14 és 21 óra. Ezek közül a 7 órás hőmérséklet télen igen közel áll a minimumhoz, nyáron viszont a korai napkelte miatt a 7 órás mérésadat általában pár fokkal meghaladja a minimumot. A hagyományos három terminus-észlelésből számított napi közép tehát télen túl alacsonynak, nyáron túl magasnak adódhat más terminusokból számított napi közepekkel összehasonlítva. Ez magyarázhatja azt, hogy *B* januári adatai kissé magasabbak, a júliusi adatai alacsonyabbak *A* adatainál, föltéve, hogy *B* adatainak kiszámításakor nem a hagyományos 7, 14 és 21 órai terminus-észleléseket használták. Mindenesetre föltűnő, hogy míg az osztrák és német állomásokon *B* júliusi értékei csak 0.2-0.5 fokkal alacsonyabbak *A* értékeinél, addig Kolozsvár, Bukarest, Szófia, Debrecen, Miskolc, Pécs és Szeged állomásokon a júliusi hőmérséklet 1.2-2.2 fokkal lett alacsonyabb.

Nem lehet feladatunk, hogy valamennyi állomáson történt esetleges változásokkal külön-külön foglalkozzunk, ugyanis egy-egy klímaállomás hőmérsékleti adatai évtizedek alatt akkor is változhatnak, ha az állomás helye változatlan, de a környezete megváltozik, pl. beépül az eredetileg nyílt terület. Jó példa erre az OMI egykori észlelő kertje a Petrezselyem utcában, amelyet elsősorban azért kellett áthelyezni, mert idővel északról teljesen beépült, míg délről a napsütés szabadon érvényesült. Az mindenesetre ismert, hogy Pécs és Szeged korábbi, városon belüli állomását a városon kívül fekvő repülőtérre helyezték át. Talán ezzel magyarázható, hogy ezen állomások júliusi hőmérséklete 2.1-2.2 fokkal, az évi középhőmérséklete 1.0-1.1 fokkal lett alacsonyabb *B*-ben. További sajátossága e két állomásnak a januári hőmérséklet csökkenése *B*-ben. Ez csaknem bizonyosan az állomások városon kívülre helyezésével magyarázható.

Különleges figyelmet érdemel a júliusi hőmérséklet csökkenése, amely kisebb-nagyobb mértékben valamennyi állomásra jellemző, éppen ezért nem jöhet szóba magyarázatként az állomások esetleges áthelyezése. A másik lehetséges magyarázat az éghajlat módosulása, vagyis a nyarak lassú hűlése, ami az Alpokban a nyári hóolvadás gyengülését eredményezné. Egy további lehetséges

	Nyári standard hőmérsékletek	*A*	*B*	Δt°C
Poprad (Szlovákia)	695 m tszf.	15.1	14.8	-0.3
Säntis (Svájc)	2500 m tszf.	4.9	4.3	-0.6
Zugspitze (NSZK)	2962 m tszf.	1.8	1.4	-0.4
Sonnblick (Ausztria)	3107 m tszf.	0.8	1.0	**0.2**

II. táblázat

magyarázat: a napi középhőmérsékletek kiszámításához használt terminusok megváltozása. Annak eldöntésére, hogy a két lehetséges magyarázat közül melyik a valószínűbb, célszerű a hegyi állomások CLINO adatait összehasonlítani, ugyanis a hőmérséklet napi ingása a tengerszint feletti 2-3 ezer méteres magasságban lévő állomásokon lényegesen kisebb, mint az alföldön. Így pl. júliusban a 600 m-nél alacsonyabb tszf. magasságban lévő állomásokon 11-13 fok, a 2500 m tszf. magasan fekvő Säntisen (Svájc) 5.5, a 3007 m-en lévő Sonnblicken 4.4 fok. Ebből következik, hogy a kisebb napi hőmérséklet ingás miatt a hegyi állomásokon a terminusok megváltozása csak kisebb mértékben befolyásolja a napi illetve havi középhőmérsékletek értékeit, ellentétben az alacsonyan fekvő állomásokkal. Annak érdekében, hogy megvizsgáljuk: változott-e a nyarak középhőmérséklete, három állomást választottunk ki az Alpok, egyet a Kárpátok térségéből. (Megjegyzendő, hogy a három nyári hónap : június, július, augusztus középhőmérsékletének változása általában jól megegyezik a júliusi hőmérséklet változásával.) Eredményeink a *II. táblázatban* találhatók.

Megállapíthatjuk, hogy a hegyi állomásokon a nyári hőmérséklet változása csekély az *I.*, valamint a *III. táblázat* adataival összehasonlítva, sőt a legmagasabban fekvő Sonnblicken pozitív irányú. Ezért nagy valószínűséggel mondhatjuk, hogy a nyári hőmérséklet csökkenése az 1961–1990 átlagokban látszólagos és leginkább a terminusok megváltozásával magyarázható.

Végül érdemes összehasonlítani a hazai klímaállomásokra kiszámított és különböző forrásokban közölt nyári standard hőmérsékleteket. Sokáig a Bacsó-Kakas-Takács (B-K-T) szerzők nevével fémjelzett „Magyarország éghajlata" c. kiadvány adott útbaigazítást egyebek között a sokévi átlaghőmérsékletekről (1901-1950), majd 1967-ben megjelent „Magyarország Éghajlati Atlasza" (1901-1950), amely, Pécs kivételével, a B-K-T-hoz képest alig pár tized fokkal eltérő adatokat közölt. Az 1979-től a *Légkör* c. folyóiratban közölt hőmérsékleti adatok szerint azonban már lényegesen és következetesen alacsonyabbak voltak a standard hőmérsékleti értékek bármely ezt megelőző forrás adatainál. Ezt az eltérést illusztrálja a *III. táblázat.* A táblázat utolsó oszlopában szereplő Δt a *Légkörben* 1994-ben közölt standard értékek eltérését jelöli a CLINO (1931-1960), illetve ahol ez nincs, ott B-K-T értékeitől.

Az *I.* és a *III.* táblázat alapján összehasonlítható öt hazai állomás júliusi illetve nyári standard hőmérsékletének változása a CLINO „A"-ról CLINO „B"-re, valamint a *III. táblázatban* további hat hazai állomás standard nyári hőmérséklete az 1994-ben a *Légkör* c. folyóiratban használt éghajlati normálértékekkel. Az utóbbiak közül csupán Siófok, Keszthely, Nyíregyháza és Szombathely állomások normálértékei változtak 1 foknál kisebb mértékben. Pécsett és Szegeden a júliusi hőmérséklet 2.1 illetve 2.2 fokkal, a nyári hőmérséklet 1.9 illetve 2.0 fokkal lett alacsonyabb a már említett ok miatt (állomás városon kívülre helyezése). A nyári és júliusi standard hőmérséklet általánosan jellemző csökkenése egyik 30 éves átlagról a következő 30 éves átlagra minden bizonnyal a terminusok megváltozásával magyarázható.

	B-K-T	CLINO „A"	CLINO „B"	Légkör	Δt
Szombathely	19.2			18.4	-0.8
Győr	20.4			19.4	-1.0
Keszthely	20.4			19.6	-0.8
Siófok	20.4			20.3	-0.1
Pécs	21.6	21.6	19.7	19.7	-1.9
Budapest Meteo	21.0	21.3	20.7	20.0	-1.3
Szeged	21.6	22.0	20.1	20.0	2.0
Békéscsaba	21.0			19.7	-1.3
Debrecen	20.2	20.8	19.5	19.5	-1.3
Nyíregyháza	21.0			19.4	0.6
Miskolc	21.0	20.1	19.1	19.1	-1.0

III. táblázat: Nyári (június-augusztus) standard hőmérsékletek különböző forrásokból

Dr. Koppány György

Hivatkozások

Bacsó N., Kakas J., Takács L.: *Magyarország éghajlata.* Orsz. Meteor. Int. Hiv. Kiadv. 17. k.Bp. 1953.

***Climatological Normals (CLINO) for Climat & Climat Ship Stations for the Period 1931–1960.* WMO/OMM No 117, TP. 52. Geneva 1971.**

***Climatological Normals (CLINO) for the Period 1961–1990.* WMO/OMM No 847. Geneva, 1996.**

Koppány Gy., 1989: Climatological fluctuations in the 200 year temperature series in Europe. *Proceedings of International Conference on Climatic Change in the Historical and Instrumental Periods.* Brno, 12–16 June 1989, 211–214.

Koppány Gy., 1993: Various types of changes in climatic series of Budapest and Szeged. Comparison with remote climatic stations. *Acta Climatologica Szegediensis* 27, 17-26.

***Magyarország Éghajlati Atlasza (1901–1950) II. kötet, Adattár.* Akadémiai Kiadó, Bp. 1967.**

A 2000. július 7-i balatoni vihar eseményei és meteorológiai háttere

1. Bevezetés

Július hetedikén a késő esti órákban nyugat, északnyugat felől heves zivatarok érték el a Balatont. A szélsebesség átmenetileg két térségben is meghaladta a 90 km/órát. A vihar két óra múltán lecsendesedett, a zivatarok kelet felé távolodtak.

Az eset több szempontból is figyelemre méltó. 2000-ben ez volt a legerősebb vihar a tavon. A konvektív folyamatok hatására Magyarországon ritkán előforduló, nagyméretű zivatartömb fejlődött ki. Végül, de nem utolsó sorban aznap folyt a Fehér Szalag nagyhajós vitorlásverseny, mely során a résztvevők Balatonfüredről indulva körbehajózzák a Balatont.

A siófoki Viharjelző Obszervatóriumból reggel kiadott prognózisban szerepelt a késő délutáni, esti órákra vonatkozóan a zivatar lehetősége, ami este ismét megerősítésre került, felhívva a figyelmet a viharos szélre. A másodfokú jelzés kiadása helyi időben 20 óra 10 perckor történt. A verseny ekkor még tartott, így a résztvevőknek dönteniük kellett arról, hogy ilyen körülmények között folytatják-e vagy kiállnak. A kitörő viharban több hajó megrongálódott, emberéletben nem esett kár. Közvetlen kapcsolattartás addig általában nem volt az Obszervatórium és a verseny lebonyolítói között.

2. Makroszinoptikai feltételek elemzése

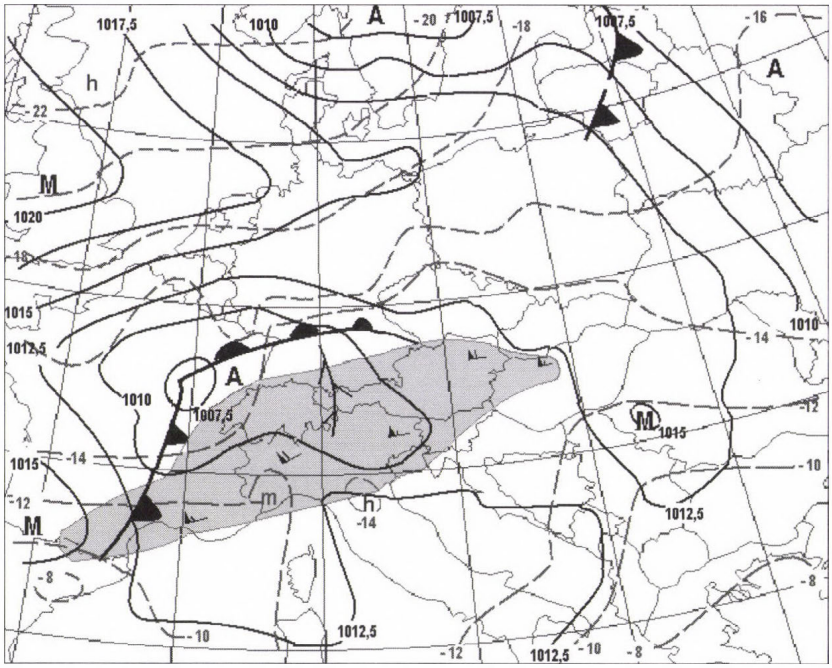
A Dunántúlon az esti, éjszakai órákban többfelé heves zivatart okozó mezoléptékű konvektív rendszer bemutatásához először a makroszinoptikai feltételeket tekintjük át.

2.1. Az európai szinoptikus helyzet 00 UTC-kor

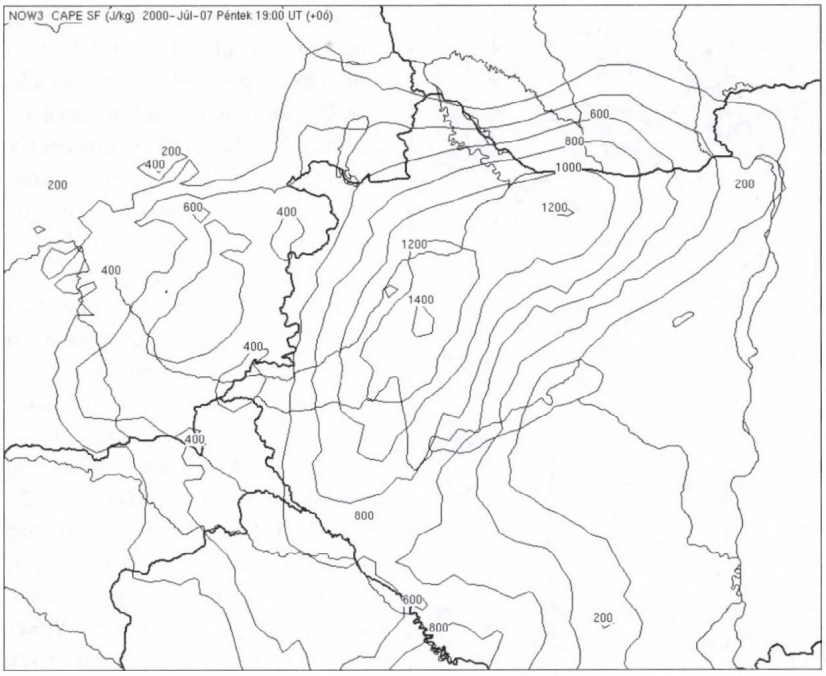
A kérdéses nap kezdetén Európában Franciaország feletti centrummal egy kis sekély ciklon helyezkedett el, középpontjában 1010 hPa körüli nyomással. A ciklon területén az éjszakai órákban is többfelé fordult elő zivatar. A centrumtól délre, Spanyolország, Dél-Franciaország, Svájc, Olaszország érintésével az 500 hPa-os felület magasságában egy jet zóna húzódott. Kelet-Európában, a Fekete-tengertől északkeletre elterülő másik ciklonnak már nem volt szerepe időjárásunk alakításában. Még egy sekélyebb ciklon volt található a Skandináv-félsziget felett. Ennek frontrendszere szintén csak az északi területekre volt hatással. Ugyanakkor Közép-Európában egy köztes magasnyomású gerinc húzódott, ami az Atlanti-óceán feletti anticiklonhoz kapcsolódott. Itt nyugodt, eseménytelen időjárás volt a jellemző. Magyarország felett a talajközeli légrétegektől eltekintve a légáramlás iránya még minden szinten nyugati-északnyugati. A szélsebesség a 700 és 500 hPa-os felületen már ekkor is erős 15 – 20 m/s volt.

2.2 . Az európai szinoptikus helyzet 12 UTC-kor

A skandináv és a kelet-európai ciklon helyzetében számunkra nézve jelentős változás nem történt. A nap folyamán a nyugat-európai sekély ciklon kissé keletebbre helyeződött és valamelyest mélyült. Centrumában a nyomás 1007 hPa-ig csökkent. Ugyanakkor Közép-Európa térségében erőteljesen csökkenni kezdett a légnyomás (2,5 – 3,5 hPa/3 óra). Megkezdődött a mező átalakulása prefrontálissá. A térség egyre inkább a ciklon hatása alá került. Az alsó légrétegben Ausztria térségében 12 UTC-re mintegy 2-3 fokos melegedés volt. Magyarországon a jelentősebb melegadvekció délután indult meg. A meleggerinc fölött a vertikálisan is kiterjedt jet zóna tovább létezett, és



1. ábra: 2000. 07. 07. 12 UTC. Európai időjárási kép (folytonos vonal – izobárok, szaggatott vonal – 500 hPa izotermái, satírozott terület – JET zóna az 500 hPa-on)



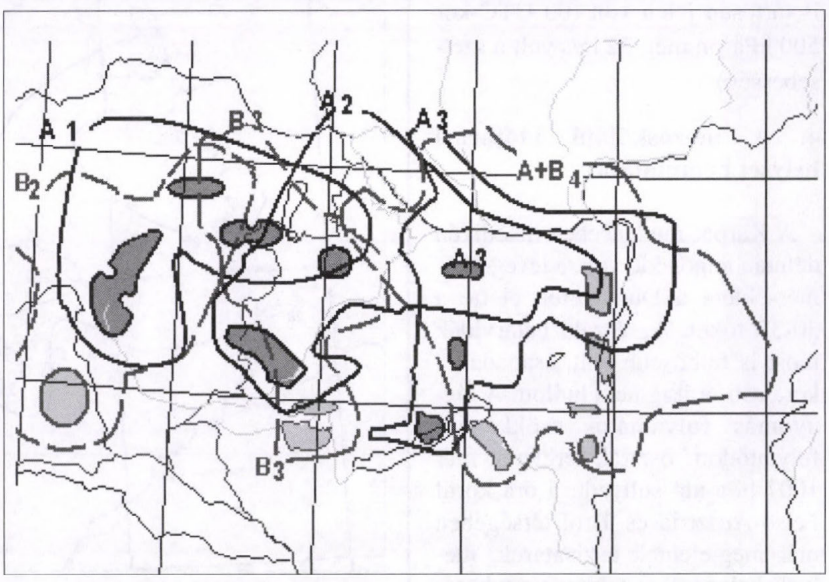
2. ábra: 2000. 07. 07. 1900 UTC. Konvektív hasznosítható potenciális energia (CAPE) izovonalai a Kárpát medencében (Joule/kg)

eddigre elérte Bécset és Budapestet. Az *1. ábrán* feltüntettük a nyomásmező mellett az 500 hPa-os felület izotermáit és a jet zóna területét is. A magasabb légréteg hőmérsékletében a korábbiakhoz képest csak mintegy 0,5-1 fokos melegedés ment végbe, ami együttesen a légrétegződés labilizálódását eredményezte. 12 UTC-kor a nyugat-európai, illetve a kelet-európai ciklon területén fordultak elő zivatarok. Magyarországtól északra, északnyugatra is tartósan felhős idő volt, ami jelezte a légkörben meglevő nedvességet. Csehországban és Felső-Ausztriában többfelé eső, zápor is előfordult. A délebbi területeken, így Magyarország nagy részén napos idő volt.

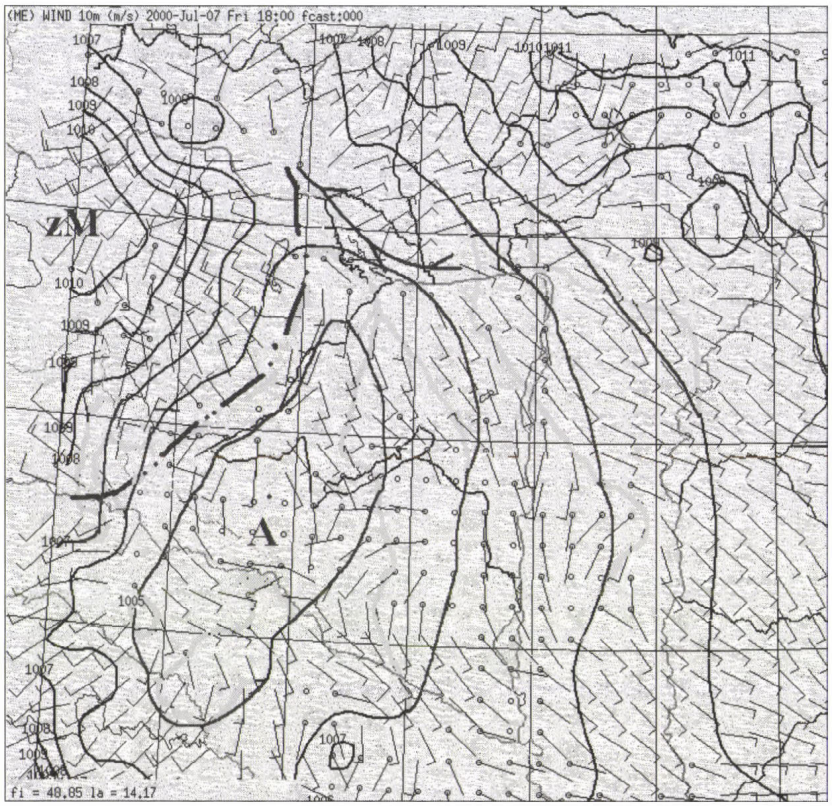
3. A légrétegződés elemzése Közép-Európában

A labilis légrétegződés megléte egyik feltétele a zivatarok kialakulásának. Közép-Európában a kezdeti stabilitás az alsó szinteken beinduló melegadvekció hatására 12 UTC-re már mérséklődött, illetve Ausztriában labilisra váltott. Az SSI index értékei itt -1 és +2 között voltak, a K értékei pedig elérték a 28 – 31-et. Ugyanakkor Budapestre még +3, illetve 26 volt a jellemző. Hazánkban délutántól vált erőteljesebbé a melegadvekció. A zivatarrendszer átvonulása utáni, de időben ahhoz közelebb álló 00 UTC-s rádiószondás mérések tanúsága szerint a melegedés hazánkban a déli órákhoz képest 850 hPa-on elérte a 3-4 fokot, így Budapestnél ezen a szinten 17 fok volt. Ugyanakkor Bécsben már 2 fokos hőmérséklet csökkenés következett be. Ekkorra a meleggerinc tengelye a Dunántúltól kissé délre helyezkedett el. Mivel 500 hPa-on további melegedés nem volt, sőt Dél-Magyarországon még inkább kismértékű hűlés látszott (Szeged: -14 °C), így a labilitás nálunk ekkor érte el a rádiószondás mérések szerinti legalacsonyabb értékét (Szeged, SSI: -3 ! Budapest: +1).

Az aktuális légrétegződésből adódó hasznosítható konvektív energia (CAPE)* nagyságát a MEANDER nowcasting-rendszer óránként előállítja objektív analízis segítségével. Így a rádiószondás mérések közötti időpontra is vannak CAPE értékek. A *2. ábrán* a 19 UTC-s mérésekből számolt eloszlást láthatjuk 50 Joule/kg-onként kihúzva. A számítások ekkorra adták a legnagyobbnak hazánkban a hasznosítható konvektív energia értékét. A Balatontól északnyugatra található konvektív centrumban figyelhetjük meg a maximális, 1450-es értéket. Ugyanakkor Horvátország területén is igen nagy, 1200 Joule/kg érték látható. Ezek az értékek heves zivatarok lehetőségére utalnak, amelyek a Dunántúlon meg is valósultak, délen viszont nem. Itt valószínűleg a zivatarok kialakulásához szükséges nedvesség nem volt elegendő.



3. ábra: Két mezőléptékű konvektív rendszer (A és B) áthelyeződése az óránkénti radarmérések izoechói alapján. 2000. 07. 07-én 1700 UTC-től 2000 UTC-ig (1-4 indexek)



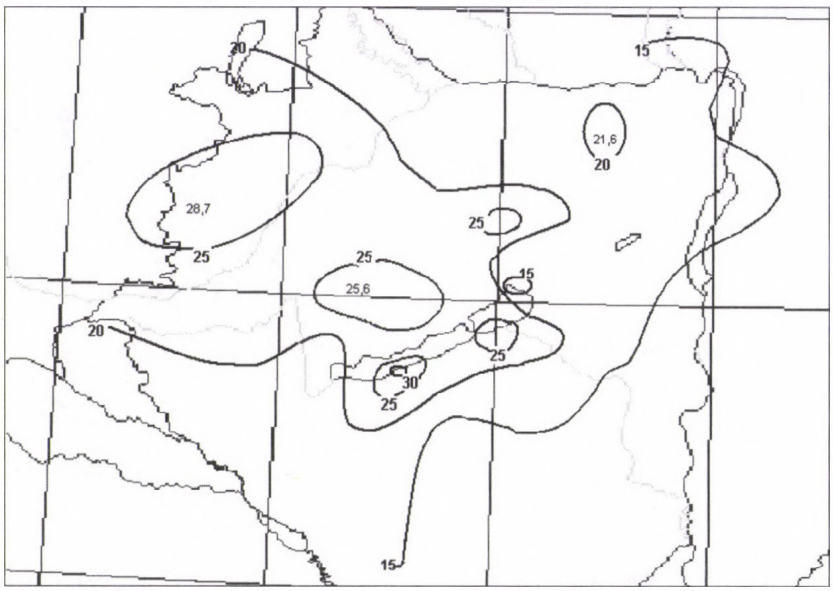
4. ábra: Mezoléptékű áramlási és izobár mező a Kárpát-medencében 18 UTC-kor

A már kialakulóban levő zivatarfelhő fejlődését a nagy vertikális szélnyírás további növekedésre serkenti azáltal, hogy a zivatarok feláramlási csatornájából szinte felszívja a talajközeli konvergens zónából származó nedvességet. Esetünkben ez a konvektiv komponens is tartósan jelen volt (00 UTC-kor 500 hPa-on még 32 m/s volt a szélsebesség).

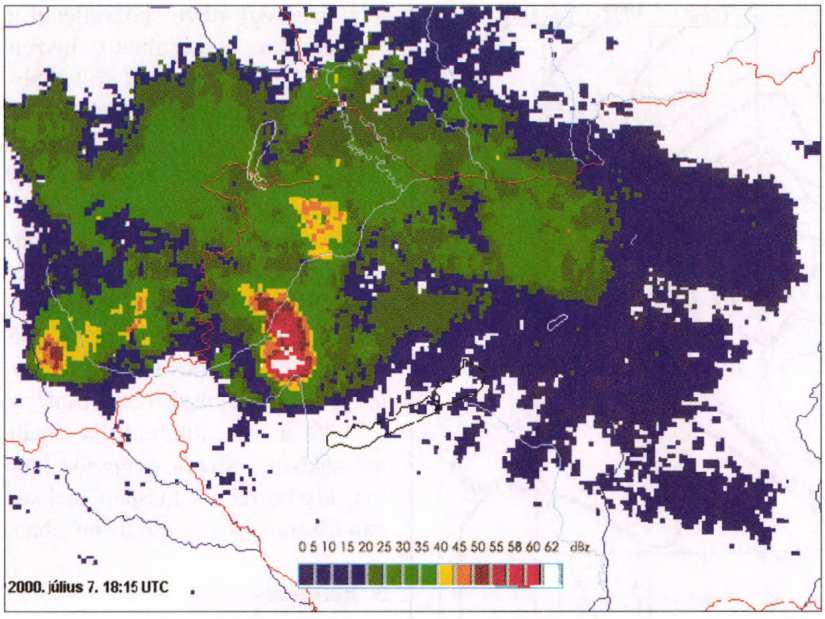
4. A mezoskálájú időjárási helyzet bemutatása

A Kárpát-medencében hetedikén délután napos idő volt, a levegő hőmérséklete a Dunántúlon elérte a 30-32 fokot. Az északi határvidék most is felhősebb volt, csapadék a kora esti órákig nem hullott. A légnyomás folyamatos csökkenése folytatódott, osztrák területen már 1007 hPa alá süllyedt. 5 óra körül Felső-Ausztria és Tirol térségében már megjelentek a zivatarok, melyek helyzetüket tekintve egybeestek az akkori leglabilisabb és egyben nedves területekkel Közép-Európában. Az itt eredendően meglevő nedves levegőben a talajközeli konvergencia és a felsorolt kedvező konvektív feltételek hatására nagy kiterjedésű, mezo-B skálájú konvektív rendszerek tudtak felépülni, illetve fennmaradni. Az objektumok mozgása nyugat-keleti irányú volt, ami közel megfelelt a 700 hPa-on uralkodó nyugati, délnyugati szélnek.

A Dunántúlon két, többé-kevésbé egymástól elkülönülő konvektív rendszer is átvonult nagy csapadékot hozva, többfelé heves zivatarral és viharos széllel. Áthelyeződésüket a *3. ábra* vázolja, mely az országos radarmérések óránkénti képeiből készült. Az izovonalak a 20 dBz-t elérő, a satírozott területek a 40 dBz-t is elérő illetve meghaladó izoechóval rendelkező területeket jelölik. A két (A és B) mezo-ß konvektív rendszer a 22 órás (20 UTC) mérés idején már összeolvadt, de az intenzívebb gócok még léteznek, és jól elkülönülnek. Vegyük az eseményeket sorra. Az A rendszer keleti része helyi időben 19 óra körül elérte el Sopron térségét. Ez a gyengébb ág szélerősödést nem okozott, a zivatartevékenység még osztrák területen megszűnt, s ezen az ágon a továbbiakban zivatarok nem alakultak ki. Az A rendszer aktívabb, észak-déli irányítottságú ága 19:30-ra ért a nyugati határvidékre. Ennek szinte teljes hosszában zivatarok voltak, melyek már Ausztriában is léteztek. A zivatarokból lezúduló és csapadék hűtötte hideg leve-

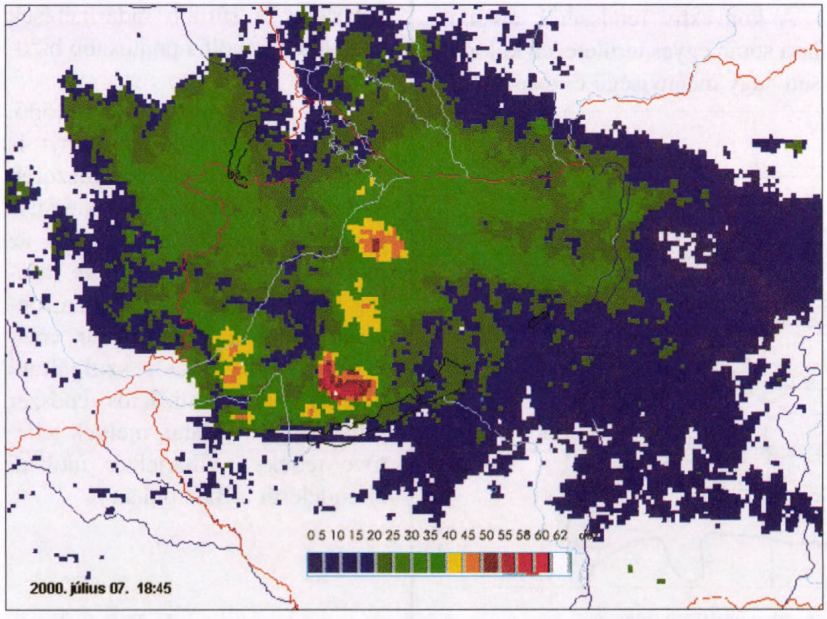


7. ábra: A dunántúli automata meteorológiai állomásokon mért maximális széllökések 17 és 21 UTC között.

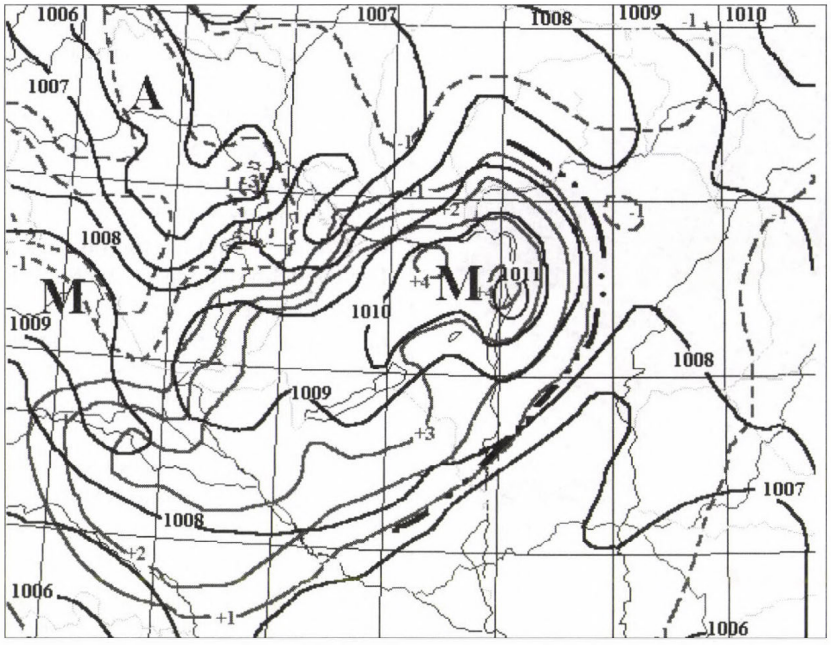


5. ábra: Országos radarkép: Intenzív zivatarcella a Zalától északra

gő vezető élének (pszeudo- frontjának) helyzetét egy nem sokkal későbbi időpontban ábrázolja a mérések alapján készült *4. ábra*. Látható, hogy a pszeudo-front éppen a Rábához közelit. A pszeudo-front két oldalán a hőmérséklet különbség mintegy 10 fok volt. A Dunántúlon a szél a front előtt többfelé délkeletire fordult, konvergencia zónát és talajközeli feláramlást létesítve a pszeudo-front előtt. Figyelemre méltó az a tény is, hogy 12 órával korábban itt még 1015 hPa körüli nyomásértékeket mértek, ez mostanra jelentősen (1005 hPa-ra) csökkent. A pszeudo-front adott helyen való áthaladtakor átmenetileg viharossá fokozódott a szél. Szombathelyt érintve haladt el a konvektív rendszer legfejlettebb zivatartömbje. Itt pontban 20 órakor mérték a legerősebb széllökést, 103 km/órát. A cellának mind a mérete, mind a mozgása figyelmet érdemel. 19:45-kor, mikor a cella éppen az országhatárt metszette (formája kissé elnyúlt kiflire emlékeztető), a hossztengelye nyugat-keleti irányban feküdt. 15 perccel később már északnyugat-délkeleti irányban, majd ismét negyed óra múlva fekvése inkább észak-déli irányítottságú. Azaz a konvektív rendszer haladási irányához képest jobbra elfordult, vagy forgott is. Legfejlettebb stádiumát ez utóbbi két időpontban érte el. Az *5. ábra* a 20 óra 15 perckor (1815 UTC) mért állapotot mutatja. A képen feltűnik különösen nagy mérete, amely a Zala kanyarulatától, mondjuk Zalaszentgróttól majdnem Szombathelyig terjed. Ez körülbelül 40 km távolságnak felel meg. Centrumában a radar által mért reflektivitási értékek kb. 20 pixelnyi területen meghaladták az igen magasnak számító 62 dBz-t. A következő méréskor az északi fele kissé megnyúlt és elkeskenyedett. A déli felén továbbra is rendelkezett 62 dBz -t elérő reflektivitású résszel. A következő mérési eredményt ismét bemutatjuk a *6. ábrán*. A radarfelvételen látható, hogy a cella északi fele eddigre leszakadt és le is gyengült, a déli fele kampóformát öltött. Látható ugyanakkor, hogy a konvektív rendszer kifutószél frontja megközelítette a Balatont. A következőkben a zivatarcella Balatonföldvár irányában a tó fölé helyeződött, közben intenzitása és mérete már csökkent. Siófokot 21óra 15 perc körül (1915 UTC) érte el. Így egy óra alatt körülbelül 70 km távolságra jutott. A Balatonnál a legerősebb széllökéseket Siófok és Fonyód térségében mérték. Siófoknál 92 km/ó- t , Fonyódnál 108 km/ó- t. Ez utóbbi lökés 21 óra 37 perckor regisztrálódott, még a siófoki maximum után. Ugyanis az első konvektív rendszert nem sokkal később követte egy második (a *3. ábrán* B-vel jelölve), aminek déli részén szintén egy intenzívebb zivatarcella volt. Fonyódnál a két rendszerből származó kifutószél egymás hatását erősítette. A Dunántúlon egyébként a mérések szerint ez volt a legerősebb széllökés.



6. ábra: Országos radarkép: A konvektív rendszer megközelíti a Balatont

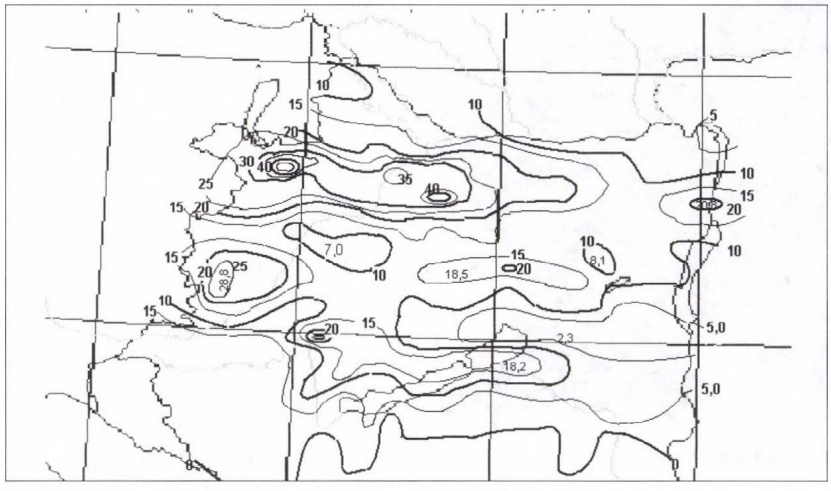


8. ábra: Mezoléptékű konvektív rendszer helyzete a Kárpát-medencében 21 UTC-kor (izobárok és a 3 órás nyomástendencia feltüntetésével)

A *7. ábra* szemlélteti a mezoléptékű konvektív rendszerek átvonulásakor a meteorológiai automaták által 19 és 23 óra között mért maximális széllökések eloszlását. Ezek a rendszerek 24 óra után elhagyták a Dunántúlt, s már jelentősebb szélerősödés sem fordult elő. A szél változó irányú lett. A Balatonnál is lecsendesedett az idő, 23 óra után a széllökések erőssége 35 km/óra alá csökkent.

A *8. ábrán* a konvektív rendszerek által megváltoztatott nyomásmezőt láthatjuk a Kárpát-medencében 23 órás (21 UTC) mérések alapján. A zivataros magasnyomás nagy kiterjedésű tömbje mögött ott látható északnyugaton a sodrási depresszió* is. A pszeudo-front* nyomában a nyomástendencia értékei elérték a +3, +4 hPa/3óra értéket, majd a rendszer távolodásával ismét visszacsökkent a légnyomás. A Dunán átlépve a rendszer már gyengült. Kecskemét térségében volt még hevesebb zivatar. 00 UTC-kor a Kárpát-medencében már szinte mindenütt ismét csökkent a nyomás.

A konvektív rendszerek átvonulása során egyes területeken különösen nagy mennyiségű csapadék hullott. Ezek egy része közvetlenül a zivatarokhoz kapcsolható, hiszen felhőszakadás, jégeső is volt többfelé. A másik részük azokhoz az északi területekhez kapcsolható, amelyeken tartósan, vagy gyakran hullott, ugyancsak nagyrészt konvektív csapadék. A *9. ábrán* a sűrűn elhelyezkedő Dunántúli csapadékmérő állomások július 8-án adott 24 órás csapadékösszegeit láthatjuk 5 mm-enként analizálva. Az itt feltüntetett csapadékösszegek mintegy 80-90%-a az általunk vizsgált időszakban, 7-én este és éjszaka hullott, kisebb részük másnap hajnalban főként zápor és eső formájában.



9. ábra: 2000. 07. 08. A 24 órás csapadékösszeg izohiétái

5. Befejezés

Ebben a dolgozatban két mezo B léptékű zivataregységből összetevődő mezoléptékű konvektiv rendszer fejlődésének és létezésének időjárási körülményeit kíséreltük meg vázolni. Az egyik, hazánkban ritkán előforduló méretet ért el, mintegy 40 km kiterjedésű volt. Létrejöttében nagy szerepet játszott a vertikális szélnyírás. A zivatar fejlődése és mozgása a szupercellák jellegzetességeit – mint amilyen pl. a forgó mozgás, vagy a vezető áramlástól való jobbra fordulás – is magán viselni látszott. Ennek igazolásához a sűrűbb radarmérések szolgáltattak volna pontosabb bizonyítékot.

A gyorsan mozgó és fejlődő, közben esetleg haladási irányt is módosító konvektív rendszerek nyomon követéséhez és a veszélyjelzéshez nélkülözhetetlenek az időjárási radarok mérései. A radarok mellett most is különösen fontosak voltak a folyamatosan érzékelő és információt szolgáltató SAFIR villámlokalizációs rendszer villámlásjelző adatai, melyek lehetővé tették a viharjelzés időbeni elrendelését a Balatonnál.

H. Zsikla Ágota

Változások az időjárás-előrejelzők munkájában

Az elmúlt tíz évben nagymértékben megváltozott az előrejelzők munkája, az előrejelzésben felhasznált adatok minősége és mennyisége, a technikai háttér, valamint a felhasználók és az előrejelzők közötti kapcsolat jellege. Cikkünk ezeket a lényeges változásokat próbálja bemutatni átfogó jelleggel. A cikkben előforduló események, fejlesztések egy-egy része, az itteninél sokkal részletesebben már megjelent a Légkör korábbi számaiban (ilyenek például a SAFIR rendszer vagy az új automata állomások leírása stb.). Az egyes változások leíró jellegű, részletes bemutatása helyett inkább arra törekedtünk, hogy rávilágítsunk az említett változások következményeire, arra, hogy hogyan hatottak az időjárás előrejelzésének folyamatára, hogyan alakították át a szinoptikusok munkáját, miként változott az előrejelzők és a felhasználók kapcsolata. Az itt szereplő fejlesztéseket nem egyetlen ember végezte, hanem nagyon sokan dolgoztak rajta. A teljesség igénye nélkül néhány név ezek közül: *Bonta Imre, Csigó István, Décsi Győzőné, Duska Gizella, Fövényi Attila, Horányi András, Horváth Ákos, Ihász István, Kertész Sándor, Nagy József, Németh Péter, Radnóti Gábor, Szabó Tamás, Tóth Helga, Tölgyesi László, Varga László, Zsótér Ervin* és sokan mások.

A változások a technika rendkívül gyors fejlődése miatt következtek be, ezekhez próbáltunk meg kisebb-nagyobb késéssel alkalmazkodni. Jelenleg sok esetben már az a gond, hogy partnereink nem cserélik olyan gyorsan az eszközeiket, mint mi, és ez gondot jelenthet az egymás közötti kommunikációban. A változások a 80-as évek végén kezdődtek a személyi számítógépek megjelenésével és a távközlés átalakulásával.

A távközlésben az adatátviteli vonalak fejlődése volt nagymértékű. Míg a 80-as évek végén 50-100 baud-os (1 baud=1 bit/sec) vonalakon jöttek a táviratok, addig ma már 64-128 kbit/s sebességű vonalakon érkeznek a táviratok, illetve sok esetben már térképes fájlok is. Korábban a repülési és előrejelzési térképeket hosszúhullámú rádióval és facsimile készülékkel vettük, ma ezek már műholdon keresztül érkeznek, ezért sokkal jobb a minőségük, és sokkal több érkezik belőlük adott idő alatt. A műholdas rendszereken keresztül nemcsak repülési térképek, hanem repülésmeteorológiai táviratok, általános előrejelzési térképek, illetve GRIB formátumú modell adatok is elérhetők. 1993-ban a régi SYSTEM-7-es távközlési számítógépet felváltotta a sokkal korszerűbb és több funkciót ellátó NETSYS számítógép. 2001 márciusában már ezt is le kellett cserélni egy még modernebb gépre. Ez remélhetőleg legalább négy-öt évig megfelelő lesz a növekvő mennyiségű feladat ellátásához.

Nagymértékben változott a kapcsolat köztünk (előrejelzők) és partnereink között. Míg a 80-as évek végén az előrejelzések telexen vagy telefonon keresztül jutottak el a felhasználókhoz, addig a 90-es évek elején a telefax váltotta fel őket, majd az utóbbi két évben egyre több partnerünk kéri e-mailben, interneten keresztül az információkat. Az interneten keresztül természetesen már nemcsak szövegeket, hanem térképeket, ábrákat is tudunk küldeni. Különféle számítógépes modemek segítik az általunk készített előrejelzések, térképek leadását is, így egyetlen gomb lenyomásával az előrejelzés eljut a megfelelő hely(ek)re, anélkül, hogy valakinek külön feladatként kellene ezzel foglalkoznia. A különböző szövegszerkesztő és rajzoló programoknak köszönhetően a felhasználóhoz küldött produktum sokkal szebb formátumú, tartalmasabb, és egy az egyben beilleszthető az ott használt informatikai környezetbe.

Az előrejelzések készítéséhez használt háttérmuka a személyi számítógépek megjelenésével kezdett el megváltozni. Bár eleinte még a Commodore 64-es számítógépet próbáltuk meteorológiai célokra felhasználni, az IBM és IBM kompatibilis személyi számítógépek megjelenésével ez háttérbe szorult, majd rövid időn belül eltűnt. Ezekkel a gépekkel a táviratokon keresztül érkező adatokat kézi rajzolás helyett gépi munkával lehetett megjeleníteni, illetve különböző másodlagos meteorológiai adatokat (labilitási index, emelési munka stb.) lehetett kiszámolni, és térképes formában megrajzoltatni. Ennek köszönhetően lényegesen kevesebb technikusra volt szükség az előrejelző munkában, ezért a technikusok létszáma drasztikusan csökkent, illetve a kevesebb technikus már nemcsak térképrajzolással, hanem más munkákkal is tudott foglalkozni.

A távközlésen és adatfeldolgozáson kívül jelentős változáson mentek át az észlelési módszerek, és az előrejelző munkában használatos modellek is.

Míg korábban az észlelést emberek végezték, addig ma már különböző távérzékelő automatákkal történik mindez. A szinoptikus állomásokon működő automaták hőmérsékletet, harmatpontot, légnyomást, szélirányt, szélerősséget, a széllökések sebességét, a csapadék intenzitását, a globál sugárzást és a látástávolságot tudják mérni. Ez utóbbi csak rossz látás esetén ad megbízható értéket. Az új szélmérő tehetetlensége kisebb, mint a régieké, ezért nagyobb széllökés értékekkel találkozhatnak a szinop-

tikusok, mint korábban használt műszereknél. Az új hőmérő tehetetlensége sokkal kisebb, mint a régi higanyos vagy borszeszes hőmérőé, ezért a hőmérséklet napi ingása kissé nagyobb lett, illetve valószínű, hogy ez is hozzájárulhatott a 2000. augusztus 21-i békéscsabai hőmérsékleti rekord létrejöttéhez. A felhőzettel és az időjárási jelenségekkel kapcsolatos észleléseket továbbra is emberek végzik. Az új műszereknek köszönhetően lényegesen több állomásról érkezik be óránként adat, de szükség esetén ezekhez tízpercenként is hozzá lehet jutni. Bár az észlelővel ellátott állomások száma jelentősen csökkent (elsősorban az éjszakai órákban), az egyéb távérzékelési eszközök segítségével ez a hiány nagyrészt pótolható.

A 90-es évek elején a korábbi radar táviratok helyett megjelentek a számítógéppel készített országos kompozit radarképek, amelyeken könnyen követhető a csapadékrendszerek mozgása, fejlődése. 1999-től kezdve operatívan működik az új budapesti Doppler-radar, amellyel a szélnyírás, illetve a csapadékobjektumon belüli mozgások is jól megfigyelhetőek. Korábban a szélnyírásról semmilyen adat nem állt rendelkezésre, most ennek felhasználásával a ferihegyi repülőtérre készített veszélyjelzéseket javíthatjuk. A divergencia, konvergencia, rotáció megjelenítése a csapadékot adó felhőn belül a jövőben segítséget nyújthat a rendszer várható fejlődésének előrejelzéséhez, illetve az esetleges tornádótölcsér kialakulásának megállapításához. A csapadék halmazállapotára is következtetni lehet az új radar segítségével, ennek parametrizációja most zajlik, jövőre remélhetőleg már rendelkezésünkre áll. Szinoptikusi szemmel nézve az egyetlen probléma az, hogy a fent említett Doppler-funkciók csak a radar 60-100 km-es környezetében működnek megbízhatóan.

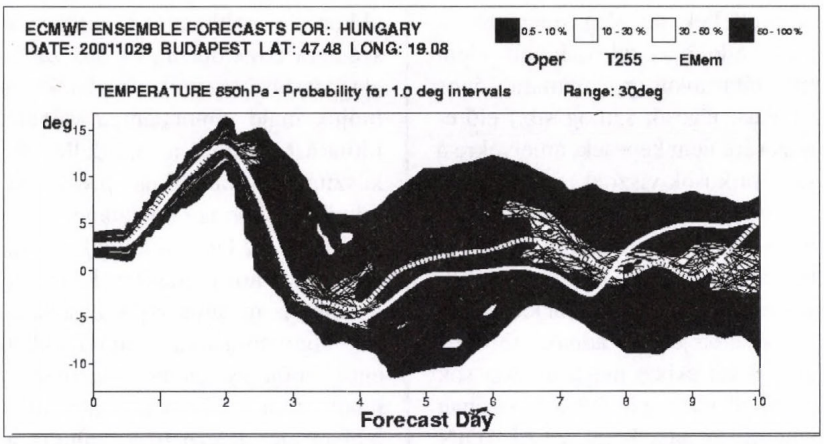
Szintén 1999-től áll rendelkezésre az egész országot lefedő SAFIR nevű villám lokalizációs rendszer. Ezzel elkülöníthetők egymástól a felhő-felhő és a felhő-föld villámok. A rendszer megadja a lecsapó villámok polarizációját és segítségével nagy pontossággal meghatározhatjuk a villámok helyét, erősségét, időpontját, térbeli és időbeli kiterjedését, elektromos jellemzőit. Mivel a felhő-felhő villámok egy átlagos zivatarfelhőben körülbelül 10-20 perccel előbb jelennek meg, mint az első lecsapó villám, ezért az előrejelzőknek ez a 10-20 perces előny nagy segítséget jelent. Ennek köszönhetően a balatoni viharjelzések és a repülésmeteorológiai veszélyjelzések pontosabbak lettek.

Nagymértékben átalakult az időjárási előrejelzések megjelenítése az elmúlt 10-15 évben. Míg a 80-as években a modelladatokat egy technikus rajzolta föl egy térképre, és egy szinoptikus analizálta ki, addig a 90-es évek elején ezt már személyi számítógépek (IBM kompatibilis PC-k) végezték, majd a 90-es évek közepétől kezdve kollégáink fokozatosan kifejlesztették a HAWK, illetve a HAWK2 rendszert. Ez a rendszer számítógépes munkaállomásokon működik, és több előrejelzési mező, radarkép, szinoptikus térkép, műholdkép egyszerre történő megjelenítését teszi lehetővé. Az egyes meteorológiai elemek különbözőképpen színezhetők, így például megoldható, hogy a kékre színezett területek jelöljék a hideg levegő helyét, míg a pirosak a melegét stb. A HAWK2.1 rendszerben egy képernyőn egyszerre maximum 20 időjárási mező jeleníthető meg. Ez nagyon nagy segítség a szinoptikusnak, hiszen így egy adott időjárási objektum különböző paramétereit egyszerre tekintheti meg. Mivel az új rendszerben egyszerre nem csak egy adott modell adatai jeleníthetők meg, hanem akár több különböző modellé is, ezért a modellek eltérései is sokkal szembetűnőbbek lesznek. A képernyő ablakait a program képes időben összehangolni, ezért több különböző időpontban készült előrejelzés adatai is összehasonlíthatók egymással, így megfigyelhető, hogy miben változott egy adott modell az előző futtatáshoz képest. Ez, bizonyos időjárási helyzetekben, nagy segítséget nyújthat a prognózis elkészítéséhez. A fentiekhez hozzátartozik, hogy a szinoptikusok többsége nem használja ki az egyszerre megjeleníthető 20 mezőt, hanem általában csak 8-12 mezőt töltenek be egy képernyőre, mert az így jobban áttekinthető.

Az elmúlt évtizedben rendkívül sokat fejlődtek az előrejelzéshez használt modellek, illetve a modelladatokat a felhasználók számára jobban hasznosíthatóvá tevő utófeldolgozások, úgynevezett post-processing feldolgozások és a MOS (model output statistics) eljárások.

Míg a globális modellek horizontális felbontása a 80-as évek végén 150-250 km körül volt, addig ma ez az érték 50-100 km között van. A függőleges szintek száma ugyanezen idő alatt 15-20-ról 30-40-re növekedett, de az ECMWF modell vertikális felbontása eléri a 60 szintet. A vízszintes és függőleges felbontás növelése nem feltétlenül növeli a beválást, de ezzel párhuzamosan sokat fejlődött a modellek matematikája, fizikája, a differenciál- és integrál-egyenletekkel le nem írható kölcsönhatások parametrizációja, illetve az egyenleteket a korábbi 30-60 tagú csonkítás helyett, ma már a 200 körüli csonkítási tag jellemzi, de az ECMWF modellnél ez a szám már 500 feletti. Ezekkel a paraméterekkel a mai globális modellek már bizonyos mezo-léptékű (mezo-α méretű) folyamatokat is képesek előrejelezni.

Természetesen nemcsak a globális, hanem a korlátos tartományú modellek is sokat fejlődtek. A régebbi 30-50 km-es felbontás



1. ábra: Fáklya diagram

helyett, ma már általában 5-15 km-re vannak egymástól a rácspontok. Ez a kicsi rácstávolság több problémát is felvet. Egyrészt, mivel az észlelő állomások száma korlátozott, a kezdeti feltételek interpolálása külön feladat. Ami ennél lényegesen nagyobb probléma, hogy a 10 km alatti rácstávolság esetén, már nem teljesen igaz a hidrosztatikus feltétel. Részben ennek, részben a számítógépes kapacitás növekedésének köszönhetően egyre több szolgálatnál kezdték-kezdik el alkalmazni az elmúlt években a nem hidrosztatikus modelleket. Operatívan elsőként a DWD-ben (Deutscher Wetterdienst) fut 1999 decembere óta a nem hidrosztatikus és teljesen összenyomható „DWD Lokalmodel". Tapasztalataink szerint a felbontás növelése a szolgálatunknál használt ALADIN modell esetén a hőmérséklet, a nyomásmező és szél előrejelzéseket kisebb vagy nagyobb mértékben javította, míg a csapadékmező előrejelzését bizonyos időjárási helyzetekben kissé rontotta.

A számítógépes kapacitás növekedésének köszönhetően az előrejelzők életébe belépett egy olyasfajta előrejelzési módszer (modell), ami korábban teljesen ismeretlen volt. Ez a módszer az ensemble-forecast, vagy magyarul csoportos-előrejelzés. A módszer nem matematikai, hanem szemléletes leírása a következő. Az analizált időjárási mezők bizonyos pontjaira (általában oda, ahol a légkör bizonytalansága nagy) úgynevezett perturbációkat helyeznek, és ezekkel a perturbációkkal többször is lefuttatják a modellt. Amennyiben a perturbációval ellátott futtatások hasonló eredményt adnak, mint a perturbáció nélküli, operatív modell, akkor a légkör stabil, a várható időjárás az adott térségben jól előrejelezhető. Ha viszont az eredmények jelentősen eltérnek egymástól, akkor a légkör kaotikus, és az előrejelzés megbízhatósága lényegesen kisebb. Hozzánk 50+2 ilyen futtatás eredménye érkezik meg naponta az ECMWF-ből.

Ezeket az ensemble előrejelzéseket jelenleg háromféle módon tudjuk megjeleníteni. Az egyik a fáklya diagram (*1.ábra*). Ezen egy adott pontra vonatkozóan jeleníthető meg a kiválasztott időjárási elem időbeli változása a különböző futtatások alapján. Minél több futtatás vonalai helyezkednek el egymás közelében, annál jobban jelezhető előre a kiválasztott időjárási elem. Természetesen előbb vagy utóbb a vonalak eltávolodnak egymástól, de nem mindegy, hogy ez 48 óra, vagy csak 144 óra múlva következik-e be.

A másik megjelenítési mód az úgynevezett spagetti diagram (*2. ábra*). Ekkor egy kiválasztott elem (pl. az 500 hPa-os szint magassága) egy adott izovonalát (pl 5520 m) választjuk ki, és a térképre rajzoljuk a futtatások eredményét. Ahol az izovonalak közel futnak egymáshoz, arra a területre megbízható lesz az előrejelzés, ahol viszont nem, ott bizonytalan a légkör, és az előrejelzés is. Míg a fáklya diagram azt adja meg, hogy egy adott helyen mennyi idő múlva lesz bizonytalan az előrejelzés, addig a spagetti diagram azt adja meg, hogy egy adott időpillanatban mely területen lesz bizonytalan a légkör.



2. ábra: Spagetti diagram az 5640 m-es izohipszára

A harmadik módszer ettől lényegesen eltér. Ez a valószínűségi mező megjelenítése. Ekkor kiválasztjuk egy adott időjárási elemnek (pl. a csapadék mennyisége) egy bizonyos értékét (pl. 5 mm). Egy térképen ábrázoljuk, hogy egy bizonyos területre a futtatások hány százaléka adott 5 mm, vagy annál több csapadékot. Ezzel az ábrázolással egy valószínűségi mezőt kapunk, amiből megállapíthatjuk, hogy melyek azok a területek, ahol nagy biztonsággal várható 5 mm feletti csapadék. Az 1999. évi özönvízszerű esőzések egyes napjain Magyarország egész területén a 24 órás előrejelzésben 80-90% felett volt a 20 mm-es csapadék valószínűsége (a klimatológiai átlag 0.1% körül van), így szinoptikusaink nyugodtan mondhatták, hogy sokfelé várható jelentős csapadék, felhőszakadás, ami sajnos be is jött. Más alkalmakkor viszont nem volt jó sem az operatív, sem az ensemble előrejelzés.

Az ensemble futtatások eredményének, illetve a javuló modelleknek köszönhetően, ma már képesek vagyunk viszonylag megbízható automatikus prognózisokat is előállítani. Ezek az előrejelzések jelenleg az ALADIN és az ECMWF modellből készülnek, Közép-Európa, illetve az Északi-félteke városaira. A Magyarországra vonatkozó előrejelzést továbbra is szinoptikusok készítik. Ezekben az előrejelzésekben néhány fontosabb elemnek (csapadék mennnyisége és fajtája, felhőzet mennyisége, szél iránya és erőssége, maximum és minimum hőmérséklet) a modellek által számolt értékei szerepelnek, szöveges, illetve piktogrammos formába átalakítva.

Az előzőekben felvázolt módszerek, új modellezési eredmények, új technikai eszközök bemutatása után egyesek megkérdezhetik, hogy mi szükség van még a szinoptikusokra?

Erre a következőket mondhatjuk. A modellek jelenleg még sok, a megrendelők által igényelt elem (pl. látástávolság, zúzmara, ónos szitálás, jégeső, szmog stb.) előrejelzésére nem képesek, amelyekre a szinoptikusok viszont igen.

Bizonyos időjárási szituációkban, ilyen a hideg légpárna, vagy a bárikus mocsárhelyzet, a modellek sok esetben a valóságostól jelentősen eltérő előrejelzést adnak. Erre az utóbbi két évben meglehetősen sok példa akadt – pl. 1999 júliusában volt olyan nap, hogy az ALADIN modell 2-5 mm csapadékot adott az ország nagy részére, ehelyett 10-50 mm, de a Duna–Tisza közén 100-200 mm hullott le 24 óra alatt, vagy 1999. januárjában az ALADIN +12 fokot jelzett Budapestre, ehelyett –1 fok volt.

Ezekben a helyzetekben, illetve bizonyos helyi jelenségeknél (pl. tavi szél, városi hősziget stb.), valamint az ultrarövid távú (0-3 óra) prognózisoknál a szinoptikus jelentős mértékben javíthatja az előrejelzések beválását a modellekhez képest. Az előző két évben összehasonlítottuk az ECMWF modell, az ALADIN modell és a szinoptikusok által készített előrejelzéseket egymással. Egyedül az ALADIN modell szélelőrejelzései voltak pontosabbak, mint az előrejelzőké, de ez csak a gyenge szelek esetében volt igaz, az erős-viharos szeleket már itt is a szinoptikus jelezte előre pontosabban. A többi vizsgált elem (felhőzet, csapadék, legmagasabb és legalacsonyabb hőmérséklet) esetében az előrejelzők voltak a jobbak.

Bár a jövőben a modellek várhatóan még tovább fejlődnek, azért a következő 5-10 évben még biztos, hogy szükség lesz ránk, előrejelzőkre, mert lehet, hogy a középtávú előrejelzésekben a modellek utolérnek minket, de a 0-12 óra időtartamú prognózisokban, illetve riasztásokban várhatóan még akkor is mi leszünk a jobbak. Amennyiben ebben is utolérnek minket a modellek (???), mi még akkor is jobban, az emberek számára érthetőbben, és hosszabb, elegánsabb összetett mondatokban tudjuk majd elmondani a várható időjárást, mint a modellekből készített automatikus prognózis mindig egyforma mondataival.

Valóban ez lenne a jövőnk??? Mi reméljük, hogy nem!!! Egyrészt jelenleg is mi fejlesztjük ki azokat az algoritmusokat, amelyekkel egyes időjárási elemek (halmazállapot, zivatar, látástávolság stb.) jobban előrejelezhetőek, mintha a modell direkt adatait használnánk. Ezekre a fejlesztésekre a jövőben is szükség lesz. Másrészt az előrejelzésekért a szinoptikus felelősséget vállal, tehát felelősség terheli, ha előre nem jelzett vihar, vagy ki nem adott riasztás miatt lezuhan egy repülő, vagy belefullad valaki a Balatonba. Egy számítógép felelősségre vonása ilyen esetekben jelenleg elképzelhetetlen, és a magyar törvényhozás tempóját, valamint az emberjogi aktivistákat ismerve ez még sokáig így is lesz. Végül pedig ismert, hogy a légkör kaotikus rendszer, és ennek megfelelően bizonytalanságot hordoz magában. Az orvosi, pszichológiai, közgazdasági vizsgálatok mind azt mutatják, hogy bizonytalan helyzetekben az emberek a valószínűség számítás által előírtnál több esetben választják a jó, mint a rossz megoldást. Erre jelenleg a számítógép még nem képes. Ez utóbbinak az okai még nem ismertek, de ha másban nem, ebben még mindig bízhatunk.

A tréfát félretéve, véleményünk szerint a jövőben is szükség lesz emberekre az előrejelző munkában, bár az előrejelzők feladatai, lehetőségei tovább fognak változni, egyre újabb, és újabb módszereket kell megismerniük, és felhasználniuk a prognózisok elkészítéséhez.

Fövényi Attila

100 éve született dr. Tóth Géza

Életútja példa arra, hogyan tud a politikai önkény derékba törni tudóst és tudományt

Dr. Tóth Géza 1901. augusztus 14-én született Nyitrán, ahol szülei átutazóban tartózkodtak. Édesapja sárospataki teológus volt, de tanítói állást Szentendrén vállalt a református elemi iskolánál, mint igazgató. Itt nőtt fel Géza. Édesapja széles körben ismert kiváló pedagógus, a nyugati nyelveken kívül arabul és héberül is jól beszélt. E kiválóságát örökölte fia is, munkahelyein szinkron-tolmácsolt német, francia, angol és olasz nyelven. Amikor az élet rákényszerítette, e nyelveken fordításból élt. Géza rendkívül fejlett, élénk fantáziájú gyermek, már 5 éves korában kezdte iskoláit Szentendrén apjánál. 1918-ban 17 éves korában a budapesti III. kerületi gimnáziumban kitüntetéssel érettségizett, majd a Pázmány Péter Tudományegyetemen matematikát és fizikát hallgatott. Egyetemi hallgatóként tagja a Galilei-Körnek. Kétévi kötelező katonai szolgálat után 1926-ban középiskolai tanári oklevelet szerzett. Mint kitűnő eredménnyel végzett diplomás rögtön tanársegédi álláshoz jutott a József nádor Műegyetemen.

1927. június 1-jén felvették az Országos Meteorológiai és Földmágnességi Intézetbe, mint gyakornokot. Az igazgató Róna Zsigmond volt és Marczell György mellé az aerológiai osztályra került, ami meghatározta további életét. A műegyetemi tanársegédi másodállását megtartotta 1945-ig. 1929-ben asszisztens, 1934-ben adjunktus, 1938-ban osztálymeteorológus, 1946-ban főmeteorológus, 1948. május 12-én – ekkor 47 éves – *Dobi István* földművelésügyi miniszter kinevezte az Intézet igazgatójának.

Tóth Géza meteorológiai pályafutását 1950-ig három diszciplina köré csoportosíthatjuk: aerológia, szinoptika és repülésmeteorológia. Mindezekhez kapcsolódik a hazai és nemzetközi meteorológiai szervezetekben végzett tudományos és szervező munka, állandó oktatási tevékenység, szakmai cikkek írása, valamint népszerűsítés és újságírás.



Széleskörű nyelvtudása lehetővé tette, hogy állandóan figyelemmel kísérje a külföldi szakirodalmat.

A Meteorológiai Intézetben pályafutása kezdetén kiváló szakemberek voltak tanítómesterei, mint *Steiner Lajos, Marczell György, Massány Ernő* matematikusok és fizikusok, *Réthly Antal* geográfus, *Róna Zsigmond* klimatológus. Kortársai voltak *Bacsó Nándor* klimatológus, *Aujeszky László* szinoptikus, *Kulin István* agronómus és még sorolhatnék néhány kíváló szakembert. Marczell György nyugdíjba vonulását követően 1934-ben az aerológiai osztály vezetését és a légkörkutatást Tóth Géza folytatta.

Szabadidejét kezdettől fogva a vitorlázórepülés kötötte le, ami döntő szerepet játszott életében. A repülés iránti nagyfokú érdeklődése nem sport jellegű volt, hanem abból a tényből fakadt, hogy ebben az időben a repülés volt a légkörkutatás legfontosabb, szinte egyedüli eszköze. Különösen állt ez a vitorlázórepülésre, amelynek energiája tisztán a légkörből adódik. A vitorlázó és a motoros repülést, mint légkörkutató eszközt megelőzte az embert vivő ballonrepülés. Tóth Géza számos ballonrepülésben vett részt. Vizsgarepülése éjszakai ballonrepülés volt 1931. május 29-én 21 óra után. Mátyásföldről indultak *Poppe Kornél* őrnagy vezetésével. A városban 500 m-en a Duna felett egy hirtelen keletkezett szélroham majdnem a Dunába nyomta a ballont, de szerencsére sikerült a Gellért-hegy felett átsiklania és Budán szerencsésen leszállnia. Ez sikeres vizsgarepülése volt, de egyben utolsó ballonrepülése, mert az egyesületnek nem volt további pénze erre a célra. Tóth Géza a hétvégeket és gyakran a szabad délutánokat is a Hármashatár-hegyi vitorlázó telepen töltötte. Aranykoszorús jelvénnyel rendelkező vitorlázó repülő lett. A 30-as években az Országos Magyar Repülőegyesület „Népi Repülésért" ezüst érmet kapta. Egy komplett légköri jegyzetet írt a vitorlázó repülők számára. 1939-ben az ISTUS (Internazionale Studiengesellschaft für den Segelflug) konferencián Lembergben Tóth Géza a magyar delegáció vezetője. A háború idején felmerült egy Vitorlázórepülő Kutató Intézet létesítésének terve hazánkban a német darmstadti mintára és ennek Tóth Géza lett volna a vezetője.

Amikor *Hille Alfréd*, a katonai repülésmeteorológia vezetője, megkezdte a légkörkutató magasságrepüléseit, 1928-ban Tóth Géza ezeken is részt vett, először a világháborús Fokkerekkel Szegeden, majd később Budaörsön a kétmotoros Focke Wulf Weihékkel. Hille és Tóth a két kiváló tudós nemcsak szakmai, hanem baráti, családi jóviszonyban voltak.

Tóth Gézának a Meteorológiai Intézet szinte a második otthona volt. Naponta első útja az Intézet könyvtárába vezetett, hogy megismerje a külföldről érkezett irodalmat. 1929-ben, mint asszisztens belföldi tudományos ösztöndíjat nyert (1000 P). A nyert összeget külföldi tanulmányútra fordította. Abban az időben a legismertebb légkörkutatási fellegvárakat látogatta meg. Lindenbergben hosszabb időt töltött, majd Breslauban, Potsdamban és végül Bécsben egy-egy hetet. Közben levelezett francia és angol légkörkutatókkal is.

A napi magassági pilot szélmérések mellett a légkörkutatás számos problémája foglalkoztatta. 1927-től 1935-ig a magassági szélmérések száma több volt, mint 500. A pilot szélmérések átlagos magassága meghaladta a 7000 m-t. A Tóth Géza által vezetett naplók részletes felhőmegfigyeléseket, szakszerű égkép leírásokat is tartalmaznak. 1933. július 5-én a Kárpát-medencében szokatlanul nagy szélsebességet mért: 7000 és 9500 m magasságban 50 m/s feletti sebességet. Ezt meg is ismételte. Először hibás mérésnek vélték, de később bebizonyosodott, hogy valóság. A tudományos világ két évtizeddel később elismerte, hogy „jet-stream", azaz futóáramlás volt. 1932–33 között a „Második Nemzeközi Polár Év"-ben igen eredményesen vett részt hazánk Tóth Géza vezetésével. 1934-ben a Nemzetközi Meteorológiai Aerológiai Bizottságban Friedrichshafenben hazánkat Tóth Géza képviselte. 1935 őszén 3 napos magassági szélmérés sorozatot végzett Sopronban az Alpok keleti lejtőjén úgynevezett magyar-szél tanulmányozására. 1939-ben Tóth Géza Berlinben, a nemzetközi szervezetben már vezető szerepet vitt, vezetésével az Aerológiai osztály elérte, hogy Budapest a keleti országok közt a legnagyobb magasságokat elérő szélmérő állomások egyike lett. Hazánkban, a 30-as években indultak a „ballonszonda" felszállások. Az elsőket még az Intézet tornyából végezték. Ezek a rádiószonda elődjei voltak. E felszállások nagy előkészületeket igényeltek, ezeket az Intézetben nem lehetett végrehajtani. Ekkor már felmerült egy városszéli obszervatórium létesítése, ami Tóth Géza szívügye lett. Sikerült is egy megfelelő helykijelölés Pestlőrincen az Ő elgondolása alapján. Sajnos a befejezést már nem érhette meg.

Tóth Géza 10 évig belső munkatársa az akkor egyetlen szakmabeli referáló folyóiratnak, a „Zentralblatt für Geophysik und Meteorologie"-nek. 100 német nyelvű beszámolót írt, különböző nyelveken megjelent cikkekből és könyvekről. A 40-es években repülési útvonalak előrejelzésével foglalkozott. Többek között 1941-ben légkörtani előadásokat tartott a Magyar Aero Szövetségben. Közismert volt hihetetlenül jó emlékező tehetsége.

1943-ban Tóth Géza átveszi az Időjelző osztály vezetését, ami 5 főből állt. Első tevékenysége, hogy a létszámot 15 főre emelte. A háborúban az Intézet igen súlyos sérüléseket szenvedett. A helyreállításban első között vett részt. Az ostrom után feladata volt az időjelzés újjászervezése, majd a repülésmeteorológiai szolgálat megszervezése. Mindez lehetővé tette, hogy már az 1946/47. évi téli légiforgalom meteorológiai igényei kielégíthetők lettek. Az előrejelző szolgálatban bevezette, hogy két (reggel, este) európai térkép mellé még két közbeeső térképet rajzoljanak. Bevezette az úgynevezett „hegyi cédulát", ami 24 hegyi állomás hajnali időjárási adatait gyűjtötte be. Igen értékes alapanyag volt az előrejelzések elkészítéséhez.

1946 februárjában Londonban összehívták az IMO rendkívüli igazgatói konferenciáját azzal a céllal, hogy a nemzetközi meteorológiai konvenciót végső formába öntsék. Tóth Géza osztályvezető *Albert László* párttitkárral vett ezen részt. Tóth Géza szakmailag helyes döntésben vett részt és szavazott, de a szovjet delegációval ellentétesen. Ez itthon súlyos bonyodalmat okozott és felelősségre vonták. Ebben az időszakban Tóth Géza „Az Est" bulvársajtó munkatársa, ahová az időjárási előrejelzéseket adta. Ezek népszerűségére jellemző, hogy voltak, akik csak ezért vették a lapot. Időjelző észlelői tanfolyamokat szervezett és vezetett. A Nemzetközi Felhőatlasz fordítását végezte a magyar hálózat számára. Jellemző eset volt ekkor, hogy a repülési főnök többször kérdezte, hogy beléptél-e már a pártba? „Én a szakmával, a tudománnyal kívánok érvényesülni" mondotta.

1948-ban igazgatói kinevezését követően hallatlan lelkesedéssel, nagy tervekkel fogott neki elgondolásainak végrehajtásához. Egy korszerű, az ország viszonyainak megfelelő szolgálatot, intézetet indított útjára. Első munkái közé tartozott, hogy a Minisztertanácshoz előterjesztést nyújtott be *Csala István* FM miniszteren keresztül; „A Meteorológiai Intézet a magyar meteorológiai tudomány és szolgálat újjászervezése és korszerűsítése az 5 éves terv keretében" címmel. Felveti, hogy egyedül a Minisztertanács felügyelet alkalmas a meteorológiai szolgálat vezetésére. Együttműködést kezdeményez a budapesti egyetemen *Száva-Kováts József*, Debrecenben *Berényi Dénes,* Szegeden *Wágner Richárd,* Keszthelyen *Vladár Endre,* Pécsett *Simor Ferenc* professzorokkal és *Hille Alfréd* volt repülő ezredessel. Kapcsolatot teremt a Természettudományi Társulattal, ahol a Meteorológiai Szakosztály elnökévé választják. A Magyar Meteorológiai Társaság levelező tagjává választja. Szerkesztő bizottsági tagja lesz az Időjárásnak. A Ferihegyi repülőtéren előrejelző központot tervez.

Felveti az egyetemi képzést. *Aujeszky Lászlóval* külföldi kísérletek alapján kísérletet készít elő hazánkban mesterséges eső keltésre. Ugyanakkor súlyos kritikával illette a felesleges kísérleteket a citrom, gyapottermesztéssel kapcsolatban. A Davidov-tervet szamárságnak tartotta. Szinte éjt nappallá téve dolgozik és tervez. 1949 februárjában újabb előterjesztést készít annak érdekében, hogy az Intézet felügyeletét a Minisztertanács gyakorolja. Ekkor azonban mintegy megtorlásként az FM államtitkár egy párttagot, *Szirmai Ervint* helyettesnek, „munkás igazgatónak" küldi az Intézethez. Ezzel megpecsételte Tóth Géza sorsát.

1951. július 13-án éjjel az Államvédelmi Hatóság Tóth Géza lakásán házkutatást tart és letartóztatják, eltüntetik. Valóban eltüntetik, mert ettől kezdve sem a család, sem az Intézet semmit nem tud felőle. Ez súlyos csapás volt az Intézet, a tudomány számára is. Munkatársai megdöbbenve veszik tudomásul a történteket, úgyszintén a szomszédos nyugat-európai intézetek szakemberei, hiszen jól ismerték Tóth Gézát. A félelem lett úrrá munkatársain. A minisztérium nem nyilatkozott, a párt vezetése semmit nem mondott. Két év után a recski táborból egy szökött rab közli, hogy Tóth Géza a recski tábor rabja, nehéz fizikai munkát végez. A családja is csak így tudja meg. Leánya álláshoz nem jut apja miatt, disszidálni kénytelen, Ausztráliába megy. Feleségének a dolgozók titokban összeadják Tóth Géza fizetését. A szomszédos Kémiai Intézet párttitkára (közös szervezet volt) felháborodva értesül a letartóztatásról; jól ismerte Tóth Géza magatartását és munkáját, segítséget nyújt abban, hogy ne telepítsék ki a családját.

Az Intézetben *Szirmai Ervin* munkás-igazgató minden különösebb felsőbb intézkedés nélkül elfoglalja Tóth Géza igazgatói szobáját és intézkedik. Értékes könyvtári anyagot kiszórat, a múzeumból kultúrtermet rendez, egyházi kézben lévő kiváló meteorológiai állomásokat megszüntet. Teljes lett a zűrzavar. 1950. július 17-én *Farkas Mihály* honvédelmi miniszter a honvéd vezérkar főnökéhez (Székely Béla) rendeli Szirmai Ervint. Az Intézetből *Zách Alfréd* osztályvezető ment vele. A HM számára fontos volt, hogy az Intézetben rend legyen. Itt derül fény a történtekre. Szirmai kijelenti, hogy reakciós bandával van dolgunk, és ő megtette az első lépéseket a rendcsinálásra, szerinte 40 főt kell elbocsátani. Szerencsére a honvédségi pártszervezet 1951. december 14-én éjszakába nyúló taggyűlésen Szirmai fejére olvassa, hogy a fronton arany fogakat gyűjtött, amit 2 tanú bizonyított. A kalocsai rendházból, ahol meteorológiai állomás működött, ellenőrzései útján értékes képeket sajátított el. Ténykedése súlyos gondokat okozott. A pártszervezet Szirmait kizárja a pártból és elbocsátják az állásából. Mindez azonban nem segít Tóth Gézán, akit az Andrássy út 60.-ban napokig kínoztak, gyötörtek, majd Kistarcsára került és innen a recski táborba. Bírói ítélet ügyében nem született.

Említésre érdemes, hogy Szirmai Ervin az 56-os események alatt a VIII. Kerületi Pártház ostrománál kitünteti magát, rendőrkapitány lesz őrnagyi rendfokozattal. Doktori címet kap. 1977-ben halt meg, a Farkasréti temetőben katonai pompával a Partizán Szövetség temeti. Szocialista Hazáért Érdeméremmel tüntetik ki. A búcsúbeszédben megemlítik, hogy a párt egy tudományos intézet vezetésével is megbízta.

Nincsen megfelelő magyarázat Tóth Géza likvidálására. Ő, aki a Galilei Kör tagja, aki az elsők között lett élmunkás, akinek a szovjet parancsnokság Csajka telefonvonalat biztosít, az ostrom alatt házparancsnokként menti a ház lakóit, mindent megtesz az intézet helyreállításáért, igaz nem volt párttag.

1953 szeptemberében háromévi szörnyű raboskodás után – amikor a politikai nyomást átmenetileg enyhülés követte – a recski munkatábort feloszlatták, Tóth Géza is szabadult. Szerencsére a kényszermunka és a megaláztatás nem törte meg. Fogolytársának, a költő *Faludy Györgynek* az a megállapítása reá is érvényes volt, hogy a megpróbáltatások még magasabbra emelik a nemest. Meteorológiai szemlélete a fogolytáborban is tartotta benne a lelket, így emlékezik rá Faludy György író a „Pokolbéli víg napjaim" című könyvében.

Tóth Géza igazgató szabadulását a Meteorológiai Intézet dolgozói nagy örömmel fogadták. A Honvédelmi Minisztérium az igazgatói állást betöltette, így a vezetés, de főleg a pártszervezet nem tudott, nem mert, vagy nem akart lépéseket tenni Tóth Géza igazgatói állásának visszaállítására.

1956-ban Tóth Géza 55 éves. *Dési Frigyes* az Intézet igazgatója a forradalmi napokban delegációval felkeresi Tóth Gézát, hogy jöjjön vissza az Intézetbe, mint helyettes, vagy mint könyvtáros. Ezt Tóth Géza méltatlannak, megalázónak tartotta kijelentve, hogy ő az Intézet igazgatója, más beosztást nem hajlandó elfogadni, viszont ezt az Intézet főhatóságától, a Minisztertanácstól kell, hogy kapja.

A jogtalanul elszenvedett rabság után többévi hányattatás, állástalanság, fizikai munka volt az osztályrésze. Egy vitorlázórepülő tanítványa révén a SZÜV (Számítástechnikai és Ügyvitelszervező Vállalat) számítógép osztály vezetője lesz, de 1965-ben 64 évesen nyugdíjba küldik. Éveken át szakkönyveket fordít, tolmácskodik. Közben a Magyar Geofizikusok Egyesületének munkájában éveken át tevékenyen részt vett. Nagy érdemeket szerzett a nemzetközi geofizikai szimpóziumok szerve-

zésében és lebonyolításában rendkívüli széles körű nyelvismerete segítségével. Részt vállalt a geofizikai szaklapok szerkesztési munkájában is, mindezzel hozzájárult a magyar geofizika nemzetközi elismertségének növeléséhez. 1969-ben a Magyar Geofizikusok Egyesülete örökös tiszteleti tagjának választotta. 1971-től kezdve az ELTE Geofizikai Tanszékén nyugállományú tudományos főmunkatársként még több mint két évtizedig működött *Barta György* és *Meskó Attila* professzorok munkatársaként. 1979-ben szeretett felesége meghalt.

1991-ben *Keresztes K. Sándor* miniszter útján megkapta az Eötvös Loránd-díjat. Így a kiváló meteorológusból kiváló geofizikus lett.

1992. november 19-én a Meteorológiai Szolgálat elnökének, *dr. Mersich Ivánnak* kezdeményezésére, *dr. Gergátz Elemér* földművelési miniszter a következő értesítést küldte: „Tóth Géza nyugalmazott intézeti igazgató úrral szemben a FM Mezőgazdasági Kísérletügyi Központjának 1950. novemberben hozott és a miniszter által jóváhagyott azonnali hatályú elbocsátás fegyelmi büntetést kiszabó határozatát megsemmisítem. Tóth Géza igazgató fegyelmi vétséget nem követett el, a vele szemben hozott fegyelmi büntetés hátrányos következményei alól mentesítem, és rehabilitáltnak tekintem." Ezt a döntést 42 évvel ezelőtt kellett volna meghozni.

1993-ban, amikor Tóth Géza betöltötte a 92-ik életévét, az Akadémia meteorológus tagjainak (*Czelnai Rudolf, Mészáros Ernő, Major György*) előterjesztésére zártkörű vitában megvédi nagydoktori értekezését, ami élete fő műve: A magyarországi aerológiai kutatás fejlesztése és a korszerű időjárási előrejelzés technikájának megalapozása. Egyhangú határozat volt az akadémiai nagydoktori cím megadása. Ezt a meteorológus társadalom nagy örömmel fogadta. A Magyar Meteorológiai Társaság tiszteletbeli elnökévé választotta és a Steiner Lajos-Emlékérmet adta át. Sajnos csak most.

Tóth Géza leánya és unokája Ausztráliában Adelaide-ban élnek, ahová évenként ellátogatott. 1995-ben is kiment. Június 4-én hírtelen rosszul lett és 94 éves korában meghalt. Végrendeletében meghagyta, ha meghal, hazai földbe, szülei mellé temessék a Budafoki temetőbe. 1995. július 27-én óriási részvét mellett búcsúztatták. A sírnál a Meteorológiai Intézet és a Meteorológiai Társaság nevében tanítványa, *dr. Zách Alfréd* ny. igazgató, a geofizikusok nevében *dr. Késmárky István* az ELTE Geofizikai Tanszék vezetője búcsúztak.

1996. szeptember 30-án Budapesten a II. ker., Margit krt. 56. számú ház falán emléktáblát helyeztek el, ahol Tóth Géza élt, dolgozott, és ahonnan az ÁVH elvitte. A meteorológusok nevében *dr. Ambrózy Pál,* a Társaság elnöke, a geofizikusok nevében *dr. Ormos Tamás,* az Egyesület elnöke mondottak emlékbeszédet. A Meteorológiai Szolgálat nevében *dr. Mersich Iván* elnök koszorúzott, a geofizikusok koszorúját *dr. Ormos Tamás* helyezte el. A ház lakói mindezt örömmel fogadták, hiszen ismerték és szerették Tóth Gézát, aki az ostrom alatt a házparancsnok volt és mentette a lakókat.

Most emlékezünk a 100 éve született és 6 éve, 94 éves korában elhunyt kiváló meteorológusra, szeretett volt igazgatónkra, akit az önkényuralom tönkretett mint meteorológust. Tóth Géza azonban ember maradt az embertelenségben és geofizikusként tovább dolgozott élete végéig. Számomra és úgy vélem mindnyájunk számára örök példakép dr. Tóth Géza emberi nagysága, szakmaszeretete, amely hirdeti, hogy az emberi szellemet semmilyen fizikai erőszak el nem nyomhatja, meg nem törheti.

Dr. Zách Alfréd
kandidátus, ny. igazgató

Új könyvek

Magyarország éghajlattörténete az újkor idején címmel ez év nyarán jelent meg *Rácz Lajos* könyve a JGYF Kiadó (Szeged, Boldogasszony sgt. 6., 6725) gondozásában. A több, mint 300 oldalas munkában a szerző Réthly Antal forrásgyűjteményeire alapozva C. Pfister „kvantifikációs" technikájának alkalmazásával szolgáltat mennyiségileg is értelmezhető képet Magyarország éghajlattörténetéről.

* * *

Justyák János és Szász Gábor a szerzője **„Az éghajlat, a növényzet és a talaj övezetes elrendeződése a Földön"** c. egyetemi és főiskolai jegyzetnek, melyet a Kossuth Egyetemi Kiadó (Debrecen) jelentetett meg ezévben. A munka három tudományterületről származó, de szorosan összefüggő ismereteket ötvöz egybe és tár közérthető módon a felsőfokú tanulmányokat folytatók számára, de haszonnal forgathatják környezeti kérdésekkel globális vagy regionális skálán foglalkozó szakemberek is.

SZÉLERŐMŰVEK MAGYARORSZÁGON

Az energiafelhasználás és ezen belül a villamos energia felhasználása tekintetében egyre korszerűbb (értsd alatta: kisebb energiaigényű) technológiák és termékek megjelenésének ellenére, az emberiség energiaigénye egyre növekszik. A sok esetben igen pazarló, mohó felhasználás igényeinek kielégítésére a *hagyományos* (fosszilis és szénhidrogén alapú) energetikai természeti erőforrások ma még rendelkezésre állnak ugyan, de már nagyon komolyan kell gondolni a kifogyásukra. Ezért mindent meg kell tenni annak érdekében, hogy az „ingyen" rendelkezésre álló *megújuló* erőforrásokat minél nagyobb mértékben lehessen kihasználni energiatermelésre.

Világszerte gyors ütemben fejlődik a megújuló energiaforrások (szélenergia, vízenergia, napenergia, biomassza, geotermikus energia stb.) hasznosítása. Mivel ezek az energiaforrások a természetben újratermelődnek és felhasználásuk nem jár jelentős környezetszennyezéssel – legalább is a klasszikus energiatermelő erőművekhez képest – alkalmazásukat az Európai Unió is támogatja (EU 5. Kutatási és fejlesztési keretprogram 1998–2002). A megújuló energiaforrások felhasználása az EU elvárása szerint a következő 10 évben a jelenlegi 6%-ról 12%-ra történő fejlesztés. Ugyanez Magyarország tekintetében a jelenlegi mintegy 3,6%-ról 6 % fölé történő fejlesztés.

Magyarországi viszonylatban, 2000-ben az összes megújuló energiafelhasználás 72,5%-át az általában rossz hatásfokkal elégetett tűzifa teszi ki. A geotermia 10,3%-ot, a vízenergia 1,9%-ot jelent, ami az összes villamosenergia-termelés 0,5%-át teszi ki. A növényi és egyéb szilárd hulladékok 10,9%-ot, a hasznosított napenergia 0,15%-ot ad. A szeméttelepi biogázból, a települési szennyvizekből nyert biogázból és a kommunális szemétégetésből nyernek 2,75%-ot.

A megújuló természeti erőforrások között, adott esetben a szélenergia nem elhanyagolható hányadot képviselhet, és mivel a szél ingyen fúj, ezért igen régi a törekvés a kihasználására. Ismervén azonban a szél tulajdonságait – helytől és időtől függő, mintegy két nagyságrendet felölelő áramlási sebességviszonyait, illetve a szélcsendet – nem meglepő, hogy csak sok nehézség leküzdése árán vált lehetségessé olyan szélturbinák tervezése és gyártása, amelyek gazdaságosan tudnak villamos energiát termelni.

A klasszikus szélmalmok alkalmazásán túlmenően, hazánkban már évtizedekkel ezelőtt is folytak kutatások a szélenergia szélesebb körű hasznosítására. Az ország ismert szélviszonyait és az akkori technikai lehetőségeket tekintve, a szélenergiát csak másodsorban lehetett felhasználni villamosenergia előállítására, és ezen belül is csak lokális és főként pufferelt energia kitermelése volt lehetséges. A legtöbb próbálkozás arra irányult, hogy a szél munkavégző képességét a mezőgazdaságban hasznosítható vízkiemelésre vagy például halastavak szellőztetésére használják fel, ahol a folyamatos működés nem feltétlen követelmény.

A technikai fejlődés eredményeképpen, ma már gazdaságosan gyárthatók olyan szélturbinák, amelyek a hazai szélviszonyok között is gazdaságosan használhatók villamosenergia-termelésre, legalább is a legszelesebb tájainkon. Az energiatermelés folyamatát teljes mértékben automatizálni lehet és alkalmas megoldással az előállított villamos energiát nem csak lokálisan lehet felhasználni, hanem az beintegrálható az országos energiahálózatba is.

Mindezek igazolására, a Bakonyi Erőmű Rt. elhatározta egy jelentősebb szélerőmű felépítését az Inotai Hőerőmű közelében. A létesítéshez elnyerték a kormány által elfogadott Energia Takarékossági Program keretében, a Gazdasági Minisztérium által biztosított 20 millió forintos pályázati támogatást. A mintegy 100 millió forintos beruházást a TRANSELEKTRO Rt. kivitelezésében 2000. október 20-án kezdték el és december 7-e és 14-e között végezték el a berendezések szerelését. Azóta, az erőmű által termelt energiát az Inotai Hőerőmű 6 kV-os elosztója fogadja, felhasználása viszont csak belső célra történik, tehát nem kerül ki a közcélú fogyasztói hálózatba.

A szélturbina gyártója a dán NORDEX cég, amely 1985 óta, 300 darabot telepített a világ különböző tájain ebből a típusból.

Az inotai szélerőmű főbb műszaki adatai:

- A torony kúpos acélszerkezet, magassága 30 méter, tömege 15 tonna.
- Rotorátmérő 29,7 méter és 3 darab üvegszál erősítésű műanyag lapáttal rendelkezik, amelyek egyenkénti tömege 750 kg. A lapátok egy 2 tonnás agyra vannak felcsavarozva, állásszögük nem változtatható. (A rotor teljes tömege 4350 kg.)
- A szénszál erősítésű lapátvégek elfordításával működő aerodinamikus fékek működtetéséhez és a gondola széllel szembe fordítására egy hidraulikus tápegység szolgál, amelyet 3 kW-os villamos motor hajt.
- A rotor tengelye 280 mm átmérőjű tömör acél, amely 1:25,422 áttételű sebesség-, illetve nyomatékváltón keresztül hajtja a 6/8 pólusú, 250/45 kW teljesítményű szinkrongenerátort. A rotor szinkronfordulata a 250 kW-os generátor működése esetén 39,5 fordulat/perc, míg a 45 kW-os generátornál 29,5 fordulat/perc. A nyomatékváltó és a generátor közé került beépítésre az a féktárcsa, amely a rotor fékezésére és rögzítésére szolgál.



A inotai szélerőmű

• A generátor által termelt villamos áram feszültsége 415 V AC, erőssége pedig 424/82 A.

• A turbina 3 m/s szélsebesség elérése esetén automatikusan elindul, és ha a szélsebesség eléri a 25 m/s értéket, akkor leáll. A legnagyobb, állékonyság tekintetében figyelembe vett méretezési szélsebesség értéke, 55 m/s.

• A különböző üzemállapotok közötti automatikus váltást, a turbina gondolájának hátsó részére szerelt szélsebesség és szélirányмérő jeleitől függően a berendezés önállóan végzi, miközben a teljes távfelügyelet biztosított. Külső beavatkozást igénylő hiba esetén a vezérlő számítógép értesíti a szervizt, illetve a szélturbinát gyártó NORDEX céget is.

Az első bekapcsolás óta eltelt időszak tapasztalatait értékelve megállapítható, hogy a generátor a névleges teljesítményének eddig átlagosan mintegy 25%-át szolgáltatta, és a lehetséges üzemidő felében működött. Összehasonlításul a világviszonylatban beépített 13400 MW összteljesítmény 23 Mrd kWh villamos energiát termelt egy év alatt, ami nem egészen 20%-os kihasználást jelent, a névleges teljesítményre vonatkozóan.

A nem optimális telepítés ellenére, a Bakonyi Erőmű Rt. meg van elégedve az inotai szélerőmű üzemeltetési tapasztalataival, és ezért újabb telepítést tervez a környéken, ideálisabb helyet választva. Szélfarm – tehát mintegy tucatnyi vagy jóval több szélturbinából álló energiatermelő telep – létesítését egyelőre nem tervezik.

Az első fecske után jön a többi. A következő szélerőmű a Gazdasági Minisztérium és a Környezetvédelmi Minisztérium 65 millió forintos támogatásával és a Dél-dunántúli Áramszolgáltató Rt. jelentős hitel-hozzájárulásával, mintegy 200 millió forintos beruházással, Kulcson valósult meg. A létesítés egy 50 méteres domb tetején történt és már az idei nyár elején átadták. Beruházója és tulajdonosa az Első Magyar Szélerőmű Kft. A 600 kW névleges elektromos teljesítményű létesítmény a remények szerint évente kb. 1,2 millió kWh energiát termel majd, amelyet földkábelen juttatnak el a 20 kV-os hálózatra és ezt a DÉDÁSZ veszi át hasznosításra. A telepítendő berendezés jelenleg az egyik legkorszerűbb szélturbina a piacon.

A kulcsi szélerőmű főbb műszaki adatai:

• A torony kúpos acélszerkezet, magassága 63 m, tömege 68 t.

• Rotorátmérő 44 m, háromágú, állítható szögű epoxigyanta lapátkerékkel, amelyek jégmentesítő fűtéssel és beépített villámhárítóval rendelkeznek. A tengelymagasság 65 m.

• A generátor 200 póluspárral kialakított, nyomatékváltó nélküli, közvetlen hajtású generátor, amelynek fordulatszáma percenként 18–34 között változtatható.

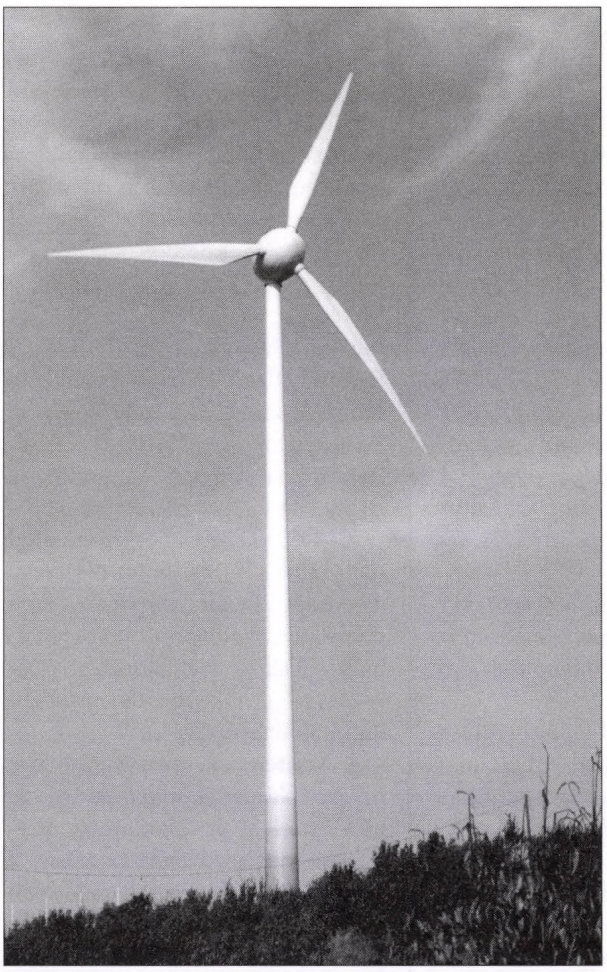
• Az erőmű által termelt villamos áram feszültsége 440 V, amelyet 20 kV-os transzformátoron keresztül táplálnak be a középfeszültségű, közcélú fogyasztói hálózatba. Ezzel kapcsolatban meg kell jegyezni, hogy a változó fordulatszám miatt a generátor által termelt áram frekvenciája nem állandó, ezért ezt az áramot először 400 V-os feszültségszinten egyenirányítják, majd egy tirisztoros inverterrel állítják elő a 440 V/50 Hz-es üzemi áramot, és ez kerül a 20 kV-os transzformátor primerkörére.

Indulási szélsebesség 2,5 m/s, a biztonsági leállás 25 m/s szélsebességnél következik be.

• Az erőmű a névleges teljesítményét 12 m/s szélsebesség mellett adja le. Ennél nagyobb szélsebességek esetében, a lapátszögek állításával csökkentik a rotor fordulatszámát.

A létesítést megelőzően mért átlagos szélsebesség 5,6 m/s körül alakult. A beindítást követően, az erőmű rendelkezésre állása jobb volt, mint 95%.

A kulcsi szélerőmű ez év június közepe óta termel kereskedelmi célra villamos energiát. A tervezett 120 kW-os átlagos kihasználási teljesítménnyel szemben eddig – három hónap eltelte után – 150 kW volt az



Az kulcsi szélerőmű

átlagteljesítménye. A tervezett termelt energia 1,2 millió kWh/év (2000 kW saját fogyasztás mellett). Ez, hőerőművet tekintve mintegy 1700 t/év CO_2 és 17 t/év SO_2 kibocsátás megtakarítását eredményezi. A Kormánynak az energiaszektort érintő cselekvési programjában 5 Mt/év CO_2 , és 50 kt SO_2 kibocsátás csökkentés szerepel. Ebből jól érzékelhető, hogy a szélerőművek érdemben csak akkor szólhatnak bele a káros kibocsátás mérséklésébe, ha számuk jelentősen megemelkedik. Az Első Magyar Szélerőmű Kft. távlati terveiben szerepel egy egymástól 300 – 400 méterre elhelyezett 25 darab szélturbinából álló „szélfarm" létesítése, a Vas megyei Ostffyasszonyfa térségében, amely már a 120 kV-os magasfeszültségű energiahálózatba termelné az előállított villamos áramot.

Információnk van arról is, hogy az Észak-dunántúli Áramszolgáltató Rt. és a Lajta Hansági Rt. egy közhasznú társaságot hozott létre, „Új Udvari Szélpark" elnevezéssel, nyilvánvalóan a nevében hordozott létesítmény megvalósítására. E társaságba, egyhangú szavazattal, a Magyar Elektrotechnikai Egyesület Elnöksége is belépett 100 000 Ft összeggel.

Az előzőekből érzékelhető, hogy – a nemzetközi „divathullámnak" megfelelően - hazánkban is elkezdődött a szélenergia kitermelése és hasznosítása. Hazai viszonyok között ez a folyamat csak jelentősebb állami szerepvállalással képzelhető el, de hát külhonban is így működik ez a dolog. Elkezdődött tehát valami és ebben, legalább is amely a szélviszonyok kutatási és értékelési területét érinti, az OMSZ-nek is szerepe lehet, kár lenne kimaradni ebből.

Nem hallgatható el azonban a magukat környezetvédőknek nevező – a szerző által csak *vad zöldeknek* titulált – személyek vagy szervezetek, illetve egyes magánszemélyek tiltakozása sem a szélerőművekkel szemben. A legkülönfélébb indokokat tudják felhozni – a talajeróziótól kezdve, a felszín alatti vízbázisok károsodásán keresztül az esztétikai szempontok felvetéséig – és ezekkel riogatni az átlagpolgárt. Álljon itt két „gyöngyszem" a szélerőművek által okozott *káros hatásokból.*

• Egy fővárosi szomatológus – az emberi test egészségével foglalkozó szakember – megerősítette azt a korábbi feltételezést, hogy a terhes nők elvetélhetnek a (szél)kerekek által kibocsátott mély hangoktól. (Ennek alapján a terhes nőknek tilos templomba menni és ott orgonaszót hallgatni!)

• Fejér megye egyik környezetvédelmi politikusa az MTI-nek tett nyilatkozatában arról beszélt, hogy a tési szélkerekek – ha megvalósulna Tésen egy jelentősebb szélfarm – elfognák a 40 kilométerre levő Székesfehérvár elől a szél egyharmadát, ezzel pedig hozzájárulnának a város levegőszennyezettségi mutatóinak romlásához. (Ehhez nem kell kommentár!)

A szerző véleménye az, hogy a szélerőművek azok közé az energiatermelő berendezések közé tartoznak, amelyeknek környezeti hatásai minimálisak. Nem szennyezik a talajt, a felszíni és a mélységi vizeket, nem bocsátanak ki mérgező vagy üvegházhatást kiváltó gázokat, és nem termelnek semmiféle hulladékot, amelyet tárolni, kezelni kellene. A szélenergia felhasználása nem hárítja az elektromos áram termelésének környezetvédelmi költségeit a jövő generációra. A szélerőművek látványa sem zavaróbb, mint például a magasfeszültségű távvezeték oszlopok látványa. Saját tapasztalat hiányában csak vélhető, hogy egy tucatnyi szélturbinából álló szélfarm által keltett hanghatás zavaró lehet egy néhány százméteres körzetben, de a telepítési helyek kiválasztásával ez a probléma minden bizonnyal kezelhető. A már működő szélerőműveknél történt megfigyelések alapján az is kijelenthető, hogy a madarakra sincs semmiféle káros hatással a szélturbina, sőt, például a ragadozó madarak előszeretettel használják a gépházat megfigyelőhelyül.

Bereczky László

Európai szélenergia-konferencia és kiállítás, 2001

2001 European Wind Energy Conference and Exhibition címmel Koppenhágában 2001. június 2. és 6. között zajlott le a címben jelzett esemény az Európai Szélenergia Társaság (EWEA) is a WIP-Munich közös szervezésében. (Utóbbi mindenfajta megújuló energia felhasználásának támogatására szerveződött.) A konferencia megrendezését az Európa Tanács, a Dán Energia Ügynökség, az EWEA és a Dán Szélturbina Gyártók Társasága támogatta.

A július 2-i megnyitón az EWEA elnöke, *Klaus Rave* köszöntötte elsőnek a konferenciát, őt több EU-s és dán illusztris személyiség követte. A bevezető előadást *Arthouros Zervos*, az EWEA görög alelnöke tartotta *Szélenergia: eredmények és perspektívák* címmel. Délután pedig plenáris előadások következtek, amelyek a világ energiakészletéről, a fenntartható fejlődésről, a klímaváltozásról, ezek egymással és a megújuló energiákkal való kapcsolatáról, valamint az EU energiapolitikájáról és az EWEA tagok feladatairól szóltak. A második naptól kezdődően pedig az előadások a következő témák köré csoportosultak: nemzeti programok és teljesítésük vizsgálata, politika és környezeti hatások, új kereskedelmi fejlesztések, a szélprojektek finanszírozása, a mérési módszerek fejlődése, liberalizált elektromos áram piac, aerodinamika és aeroakusztika, offshore (partközeli) szélturbinák, szélértékelés, autonóm és/vagy hibrid rendszerek, szélbecslés és rövid távú előrejelzés, elektromos komponensek és az ellenőrzés, kilátások és perspektívák. Elsőként mindig az adott kérdést általánosan taglaló előadások hangzottak el, majd a részletekről hallottunk. Néhány érdekesebb, Magyarország szempontjából tanulságos előadás: *A szélenergia állapota Európa legszelesebb országaiban, Miért van nekünk olyan sok energiánk a kicsi szélből Németországban, Hosszú idejű terhelés mérése nagy turbináknál, Egy standardizált kanalas szélsebességmérő, amely alkalmas a szélenergia felhasználásához, A szélenergia integrálása a elektromos áram kereskedelmi rendszerébe, A zöld áram piaci mechanizmusa Belgiumban, A szélbecslések áttekintése, A kimenet előrejelzése szélfarmokon, Numerikus szélatlasz: a KAMM/WAsP módszer, A WAsP modellel előállított szélenergia előrejelzés verifikálása és néhány mezo-léptékű modell az európai hegyekben, A szélenergia potenciál és a szén-dioxid kibocsátás redukciója, Túl gyorsan nőnek a szélturbinák?*

A közel 100 előadás mellett ezekkel azonos témákban több mint 250 poszter is bemutatásra került. A poszterek között lényegesen több volt az olyan, amely a szélenergia hasznosításában még nem az élen járó országokban mutatta be ennek helyzetét, mint az előadások között.

A poszter szekcióban szerepelt a Debreceni Egyetem Meteorológiai Tanszéke kutatóinak (Tar Károly – Kircsi Andrea – Szegedi Sándor) munkája is *A szélenergia egy lehetséges statisztikai becslése* címmel, egyedül képviselve Magyarországot és a Magyar Szélenergia Társaságot. Az alkalmazott módszer lényege, hogy az óránkénti szélsebességek ismeretében előállított ún. relatív csúszóátlagok segítségével becsülhető a napi összes szélteljesítmény. A becslést egész évre, évszakosan és a makroszinoptikus helyzetcsoportokra elvégezve az átlagos hibára 20% adódik.

Az előadások és a poszterek mellet a közvetlen eszmecserére a workshopokon volt inkább lehetőség.

Kilencven kiállító hozta el a szélenergia hasznosításához nélkülözhetetlen eszközeit és szellemiségét: hatalmas szélturbináktól az elektromos vezérlés legkisebb alkatrészéig, a mindent tudó szoftverektől a tudományos kiadók produktumaiig minden látható volt a kiállítási területen. Természetesen ott voltak a legnagyobbak: a Bonus Energy, a DeWind, az Enercon, az Enron Wind, a GEO, a MEG NIKON, a Meteotest, a NIRAS, a Nordex Energy, a Vaisala, a VESTAS Wind System, ill. az Elsevier Science, a James & James és a John Wiley & Sons kiadók, az EWEA és a WIP-Renewable Energy, valamint a RISØ National Laboratory is.

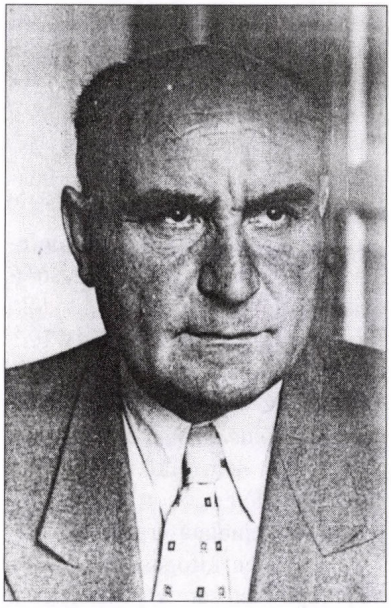
A 44 országból összesereglett több mint 870 regisztrált résztvevő negyedét dániai, majdnem felét pedig a „szélenergia nagyhatalmak" (Dánia, Németország, Spanyolország, Olaszország, Hollandia) küldöttei tették ki.

A konferencia szervezői tudományos kirándulásokat és városnéző túrákat is ajánlottak. Számomra a legimpozánsabb látvány, a tengerre kihelyezett sok-sok szélturbina volt a koppenhágai kikötő és a strand környékén.

A szélenergia felhasználásának egyik jövőbeli fejlődési iránya tehát adott az offshore technológiával. A tengerparttal nem rendelkező és szélben sem igazán gazdag országok számára is nagyon sok hasznosítható megoldást kínált ez a konferencia. Már szerveződik az *1. Szélenergia világkonferencia és - kiállítás* (2002. július, Berlin), valamint a *Globális szélenergia konferencia és kiállítás* (2002. április 2 –5., Párizs). Ez utóbbival kapcsolatos információk megtalálhatók a Magyar Szélenergia Társaság – a mely a konferencia egyik társrendezője – honlapján is (http://meteor.geo.klte.hu). Ezeken a konferenciákon remélhetőleg már a hazai szélerőművek működése során nyert tapasztalatokról is be tudunk számolni.

Dr. Tar Károly

100 éve született Dr. Simor Ferenc



Siklóson született 1901. november 26-án. Középiskoláit Pécsett végezte. A budapesti Polgári iskolai Tanárképző Főiskolán 1923-ban földrajz-vegytan-természetrajz szakos polgári iskolai tanári diplomát szerzett. 1930-ban a budapesti egyetemen tanítóképző intézeti tanári diplomát kapott földrajzból, mint főtárgyból.

Főiskolai diákévei alatt készül el első agroklimatológiai tárgyú dolgozata, amelynek címe: „Magyarország búza- rozs- kukorica- és burgonyatermelése, és az időjárás közötti összefüggés a XX. század első évtizedében". A kor szakemberei értékelték kutatási eredményeit, és ezt Eötvös József pályadíjjal jutalmazták (1923). Dolgozata kéziratban maradt.

Ettől kezdve kizárólag klimatológiai kutatásokat végez. Mint a Pécsi Egyetem Földrajzi Intézetének (igazgató *Prinz Gyula*) külső munkatársa megírja első terjedelmes művét *Pécs éghajlata I.* címmel (1934). Ezzel a monográfiával doktorál (summa cum laude) a Pécsi Egyetemen. A monográfia a Geographia Pannonica XVI. köteteként jelenik meg. A *Pécs éghajlata II.* műve ugyanebben a sorozatban 1938-ban lát napvilágot. Addigi klimatológiai kutatásait elismerve a Pécsi Egyetem 1940-ben egyetemi magántanárrá nevezi ki, éghajlattan szakterületen.

Simor Ferenc korának elismert, és kiemelkedő munkásságú éghajlat kutatója volt.

A II. Világháború alatt a kolozsvári egyetemen dolgozik, és megszervezi az egyetem Légkörkutató Intézetét. A kolozsvári egyetemtől magántanári kinevezést is kap.

Visszakényszerülve Budapestre, rövid ideig az Országos Meteorológiai Intézetben dolgozik. Visszaköltözik Pécsre, ahol rövid középiskolai tevékenység után az 1943-ban alapított Dunántúli Tudományos Intézet munkatársa lesz.

Szakmai tevékenysége a hőmérsékleti adatok homogenizálása felé fordul. Miután saját munkája révén is rendelkezésére állt öt hazai meteorológiai főállomás 80 éves homogén hőmérsékleti sora, ezeket feldolgozva elkészítette kandidátusi dolgozatát „*Magyarország 80 éves hőmérsékleti sorozatainak gyakorisági vizsgálata*" címmel. A földrajztudományok (meteorológia) kandidátusa címet az 1957. november 29-én sikeresen tartott vitája után kapta.

Simor bekapcsolódott a kor hazai meteorológiai állomáshálózatának fejlesztésébe is. Hatalmas energiát fektetett a Pécs feletti Misina-tetőn építendő hegységi meteorológiai állomás létrehozásába, és az észlelések megindításába. Az állomás működése rövid életű volt, mert a mellette épült tv- torony szakmailag elfogadhatatlan környezetet hozott létre.

Tudományos tevékenységét mindig az új témák keresése jellemezte. Úttörője volt a hazai terepklíma kutatásnak. E tekintetben felvette a kapcsolatot a német Mäde professzorral, és megkezdte az akkor világszínvonalon álló műszerek beszerzését.

Aktív tagja volt a Magyar Meteorológiai Társaságnak is. 1958-ban a *Steiner Lajos* emlékéremmel tüntetik ki.1961-ben helyi szervezője és előadója a Társaság pécsi Vándorgyűlésének. 1962-től a Társaság választmányi tagja, majd tiszteleti taggá választják.

Közben egészségi állapota fokozatosan romlott. Előbb ízületi, később érrendszeri betegsége uralkodik el szervezetében. Utolsó művének anyagát, amelyet már korábban összegyűjtött, *Kéri Menyhért* segítségével sikerült szövegbe öntenie (*A Mecsek hegység éghajlata, 1974).* 77 éves korában Pécsett hal meg 1978. május 28-án. Szűk családi körben temették el a pécsi köztemetőben.

Dr. Lovász György

* * *

FELHÍVÁS

Az MMT 2000 májusában módosított alapszabálya szerint a Társaság NÍVÓDÍJ-ára pályázni kell. A 2002. évi nívódíj odatélésénél csak azok a szakirodalmi termékek kereülhetnek elbírálásra, amelyek legkésőbb 2001. december 31-ig beérkeznek az MMT Titkárságára. Kérjük az érdekeltektől a határidő betartását.

Az MMT Elnöksége

ECAM-EMS-konferencia Budapesten

2001. szeptember 24. és 28. között Budapesten rendezték meg az 5. ECAM (European Conference on Applications of Meteorology) konferenciát. A konferencia idején egy teljes napon keresztül zajlottak az 1999-ben megalakult Európai Meteorológiai Társaság (European Meteorological Society) 1. éves ülésének (Annual Meeting) eseményei is.

Az ECAM ülésekre minden második évben kerül sor, visszamenőleg Norrköping, Lindau, Toulouse és Oxford voltak a vendéglátó városok. A következő ECAM helyszíne 2003-ban Róma lesz.

Az ECAM konferenciák célja az európai nemzeti meteorológiai szolgálatok, nemzetközi szervezetek, egyetemek, magán meteorológiai szolgáltatók és a meteorológiai információkat felhasználók közötti információcsere. Az információcsere a meteorológia gyakorlati alkalmazására, annak tudományos és technikai hátterére, valamint a meteorológiai kereskedelmi tevékenységre vonatkozik annak érdekében, hogy a meteorológiai szolgáltatások színvonala emelkedjen és a szolgáltatások a felhasználók igényeinek a lehető legjobban megfeleljenek.

Az 5. ECAM előkészítése hosszú és munkaigényes feladat volt. Az előkészületeket az OMSZ a 4. ECAM befejezése után szinte azonnal elkezdte. A szakmai koordinálást egy 14 tagú nemzetközi tervező bizottság végezte. A technikai lebonyolítással az OMSZ a Diamond Congress konferenciaszervező céget bízta meg. A háttérben pedig végig ott volt az ECAM motorja: az OMSZ-on belül megalakult stáb az OMSZ elnökének vezetésével, amely kimagaslóan jó munkát végzett.

Az ECAM-nak egy külföldi és egy hazai szponzorálója volt: az EUMETSAT illetve az Oktatási Minisztérium. Természetesen az OMSZ is hozzájárult a konferencia megszervezéséhez.

A konferenciára a regisztrált 302 résztvevő 33 országból érkezett. 55 előadás hangzott el, 57 posztert állítottak ki (ebből 7 előadást és 4 posztert az OMSZ meteorológusai).

Az ECAM-nak három fő témája volt:
- az előrejelzés eszközeinek használata
- a meteorológia alkalmazása
- a kommercializáció és a meteorológiai szolgáltatások.

E fő témákhoz sokszínű előadások kapcsolódtak a meteorológia legkülönbözőbb részterületeiről. Az elhangzott előadások kivonata a rendezvény kiadványában áttanulmányozható. (E kiadvány az OMSZ tudományos titkáránál még korlátozott számban hozzáférhető.)

Az előadások egy részét felkért előadók tartották, majd részvételükkel kerekasztal megbeszélés zajlott le.

Az EMS ülésen viszont csak meghívott előadók szerepeltek, köztük az OMSZ elnöke is. A New Yorkban és Washingtonban történt terrortámadás, valamint a toulousi robbanás miatt néhány előadó kénytelen volt lemondani részvételét. Itt is volt kerekasztal megbeszélés, melynek résztvevőihez a hallgatóság kérdéseket intézhetett.

A konferencia helyszíne a pesti Duna parton lévő Helia szálló volt. A helyszín kiválasztása szerencsésnek bizonyult. A hotel jól megközelíthető helyen van, szolgáltatásai emelték a rendezvény színvonalát. Konferenciaterme ideális méretű volt erre a célra. Az előadások megtartásához szükséges technikai, számítástechnikai eszközök jól működtek, a számítástechnikusok is jól oldották meg feladatukat. Az előadók rendelkezésére számítógép csatlakozás (lap-top), korszerű írásvetítő és egy hagyományos írásvetítő állt.

A hotel földszintjén és a konferenciaterem szintjén kiállítói standokat is láthattak az érdeklődők, ahol többek között az ECMWF, a DWD, a Väisäläcég képviseltette magát. Az OMSZ új kiállítási standja a földszinten kapott helyet, itt rangos, nemzetközi, szakmai publikum előtt adódott lehetőség a HAWK-2 bemutatására.

Az egyetlen kifogás az ECAM-mal kapcsolatosan a poszterterem méretére vonatkozott, amelyet mindenki kicsinek talált.

Az előadások többségét (37) PowerPoint segítségével illusztrálták a szerzők. Elmondható, hogy a PP előadások színesebbek, szemléletesebbek voltak, mint a fóliákkal bemutatott előadások. A PP-os megjelenítés esetében egyszer sem fordult elő, hogy a vetítővásznon megjelenő képből semmi sem látható, míg a fóliák esetében ez nem volt ritka. Néhány különösen szép, igényesen megszerkesztett előadást is hallgathattak, láthattak a résztvevők.

Összegezve elmondhatjuk, hogy az 5. ECAM sikeres rendezvény volt mind szakmai, mind szervezési szempontból. A konferencia idején és utána is pozitív, lelkes, dicsérő észrevételeket, véleményeket könyvelhettek el a szervezők.

A csaknem kétéves fáradozás, szervezés, előkészítés meghozta a nagyszerű eredményt. Elismerés mindenkinek, aki az 5. ECAM sikeréhez munkájával hozzájárult!

(Az ECAM ülésszak egyik délutánján – párhuzamos rendezvényként – zajlott le az EMS 3. Közgyűlése, erről lapunk 38. oldalán található összefoglaló.)

H. Bóna Márta

Tornádó kezdemény Jánosházán

1999 júniusa óta végzek pontosabb észleléseket lakóhelyemen Jánosházán, mely település Sümeg és Sárvár között helyezkedik el. 2001. májustól pedig viharok szöveges és képi dokumentálásával is foglalkozom.



A felhőtölcsér 15 óra 30 perckor jelent meg

2001-ben a meleg és száraz augusztust monszunszerű csapadékos szeptember követte hűvös és enyhe légtömegek váltakozásával. 14-én 17 órakor hidegfront érkezett északnyugati széllel és csapadékkal, amely másnap estig kitartott, összesen 27 mm csapadék hullott. 15-én a délutáni csúcshőmérséklet mindössze 13,6 °C volt.

Szeptember 16-án a délelőttöt ismétlődő jelentéktelen záporok és gyenge délnyugatias szél jellemezték, majd kora délután 1-2 órára a felhőzeten, széles területen rés keletkezett. Keleti irányban lehetett látni a



Hat perccel később heves jégeső kezdődött

távolodó, nyugat felé pedig érkező újabb felhőzetet. A napsugárzást gyors felmelegedés követte a hőmérséklet rövid időre elérte a 21 °C-t, majd ismét beborult. A 14.45-ös észlelések Sopronból vihart jeleztek. **15 órakor** 16,9 °C-t mértem, az ég borult volt és a légáramlást gyenge délnyugati irányultság jellemezte. **15.15-kor** kezdődött a csapadékhullás, időnként jéggel keverve. 15 perc múltán a délnyugati égbolton tűnt fel egy különleges és ritka felhőképződmény, a forgó felhőalapból (ami a képen is jól látható) lenyúló tornádó kezdemény, egy tuba. Percekig nyomon lehetett követni örvénylő mozgását. Ez idő alatt különös, nyomasztó csend lett és a csapadék is gyengült. A tölcsér már közel fél úton volt a talajszint és a felhő között, de a csapadék keltette gust front valószínűleg teljesen elvágta a meleg levegő erős feláramlásának útját és feloszlott. Hamarosan megindult az újabb esőcseppekkel kevert jég intenzív hullása és a villámtevékenység. A zivatarfelhő már az érett stádiumban volt. **15.50**-kor a viharfelhő délkelet-kelet felé távolodott és megszűnt a csapadék. Összesen 20mm hullott, a jégszemek 0,9 cm-es átmérőt is elérték. A vihar alatt a léghőmérséklet 11,2 °C-ig süllyedt. (Az OMSZ radar-



A talajt vastagon borította a jég

mérései alapján 15.45-kor egy igen nagy – 50 dBZ-t meghaladó – intenzitású zivatarcella helyezkedett el Jánosháza térségében. *Szerk. megj.*) A **16.30**-kor készült képről látható, hogy magasan felfelé tornyosuló gomolyfelhőkkel végződött, és még felhő-felhő villámot is volt alkalmam észlelni. A nagyfokú borultság nem tette lehetővé az üllő létének megfigyelését. **16.52**-kor keleti-délkeleti széllel és 13,1 °C hőmérséklet mellett újabb esőzés kezdődött, amely heves záporrá erősödött. **17.45**-kor 12,2 °C és 1008,2 mb. mellett DNY-NY felől gyakori dörgések hallatszottak. **18 óra** után a fő viharzóna DK felé a közelünkben haladt el, és a hidegfront megérkezését az északnyugatira forduló közepes erősségű légáramlás jelezte. **20.20**-kor a hőmérséklet 10,6 °C, a légnyomás 1008,8 mb volt és gyengült az eső, aminek mennyisége az adott napon elérte az 50 millimétert.



16.30: A távolodó zivatarfelhő

Figyelemre méltó véletlenszerű egybeesés: a pontosan egy évvel ezelőtti hidegfronthoz kapcsolódó viharból is 50 mm eső hullott.

Pőcze Tamás

Konferenciák 2002-ben

A Wroclawi Egyetem alapításának 300. évfordulója alkalmából 2002. június 12–15. között az egyetem Meteorológiai és Éghajlattani Tanszéke nemzetközi konferenciát rendez.

Ember és éghajlat a XX. században

címmel. A konferencia fő témái a következők:

- A természetes és az ember által befolyásolt rendszerek éghajlata
- Az éghajlatváltozás társadalmi következményei
- Változások a mérési és analízis technikában
- Az éghajlat változékonysága a XX. században
- Hosszú éghajlati sorok vizsgálata.

Részletes információk az MMT titkárságán, vagy a conf_2002@meteo.uni.wroc.pl e-mail címen találhatók.

*

A Szerb Meteorológiai Társaság – többéves kényszerű halasztás után – 2002 októberében kívánja megrendezni.

XVIII. Kárpátmeteorológiai Konferenciát

Ezen előzetes bejelentést követően a Légkör következő számában valószínűleg részletesebb információval tudunk szolgálni.

*

KISLEXIKON

[Cikkeinkben csillag jelzi azokat a kifejezéseket, amelyek a kislexikonban szerepelnek]

latens hő (átalakulási hő)
(Biofizikai modellezés az agrometeorológiában)
A *latens hő* a rendszer halmazállapot-változása során a környezetből felvett vagy a környezetnek leadott hő. Ez a hőcsere a rendszerben nem okoz hőmérséklet-változást, mivel a hőenergia az egymássá átalakuló fázisok energiakülönbségét fedezi. Az olvadást és párolgást hőfelvétel, a fordított folyamatot pedig hőleadás kíséri.

szenzibilis hő (entalpia)
(Biofizikai modellezés az agrometeorológiában)
A fizikai meteorológiában a *szenzibilis hő (entalpia)* az érzékelhető hőt jelenti, megkülönböztetésül a latens hőtől.

Ganymedes
(„Olvastuk: Óceán a Ganymedesen?")
A Jupiter és egyúttal a Naprendszer legnagyobb holdja, átmérője 5.262 km. A Jupitertől 1,07 millió km távolságban van, 7,155 nap alatt kerüli meg a bolygót.

hasznosítható konvektív energia (CAPE)
(A 2000. július 7-i balatoni vihar eseményei...)
A *hasznosítható konvektív energia* az ún. részecskemódszerrel számolt légköri belső energia, amely konvekció (gomolyfelhők, zivatarok) kialakulását segíti elő.

pszeudofront (álfront)
(A 2000. július 7-i balatoni vihar eseményei...)
A meteorológiai elemek mezőiben (elsősorban a hőmérsékleti mezőben) kialakult diszkontinuitás, ugyanazon légtömegen belül, a légkör alsó részében. Gyakran jön létre a földfelszín helyileg eltérő sajátosságai következtében, ill. zivatarok alkalmával, amikor az esőtől lehűlt levegő a talaj közelében érintkezik a környező meleg levegővel (zivatar pszeudohidegfrontja).

sodrási depresszió
(A 2000. július 7-i balatoni vihar eseményei...)
Az áthelyeződő zivataros magasnyomást követő alacsony nyomású terület.

Összeállította:
Schirokné Kriston Ilona

A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG HÍREI

Rovatvezető: Maller Aranka

Rendezvényeink 2001. július 1 – szeptember 30. között

Szeptember 10.

Dr. Tóth Géza, az MMT volt tiszteletbeli elnöke születésének 100. évfordulója alkalmából koszorúzást rendeztünk, a Magyar Geofizikusok Egyesületével közösen (l. cikkünket az alábbiakban).

Köszönet az 1%-ért

Az 1996. évi CXXVI. törvény feljogosította az adózó állampolgárokat, hogy személyi jövedelemadójuk 1%-át az általuk megjelölt közcélú intézmény javára átutaltathassák az APEH-hel. Örömmel jelentjük, hogy a 2000. évi átutalási lehetőséggel az MMT számos tagja élt, ilymódon az APEH ez évben ***214.241. Ft***-ot utal át Társaságunknak. Ezúton fejezzük ki köszönetünket a támogatásért.

A kapott összeg felhasználásáról az érvényben lévő rendelkezések alapján az alábbiakban adunk számot.

Az 1999. évi adóbevallásban tavaly harmadszor lehetett a befizetendő SZJA 1%-át felajánlani azon társadalmi szervezetek részére, amelyek megfeleltek a törvény által előírt követelményeknek. Társaságunk megfelelt az előírásoknak és meg is kapta az Önök által felajánlott ***összesen 236.635. Ft***-ot. Az alábbiakban beszámolunk a befolyt adomány felhasználásról.

2000-ben meteorológiai pályázatot hirdettünk középiskolások részére. A pályázaton résztvevő diákokat és tanáraikat meghívtuk az eredményhirdetésre. Ennek költsége 89.750 Ft volt. Jutalmazásra vettünk szakkönyveket 32.775 Ft-ért.

A fennmaradó 114.110 Ft-ot az MMT 75 éves évfordulójával kapcsolatos rendezvényekre költöttük.

Még egyszer nagyon köszönjük a felajánlást és reméljük, hogy ebben az évben is sokan nekünk adják személyi jövedelemadójuk 1%-át, ennyivel is könnyítve nehéz anyagi helyzetünkön.

MMT vezetősége

Koszorúzás Tóth Géza születésének 100. évfordulója alkalmából

A Magyar Meteorológiai Társaság és a Magyar Geofizikusok Egyesülete közös megemlékezést és koszorúzást rendezett Tóth Géza egykori lakóházán (Budapest II., Margit krt. 56.) elhelyezett emléktáblánál. Az alábbiakban az itt elhangzott beszédeket adjuk közre.

Nagy elődünkre, Tóth Gézára emlékezünk ennél a táblánál, amely a hosszú ideig lakóhelyéül szolgált házat jelöli.

1925-ben szerzett matematika-fizika tanári oklevelet a Tudományegyetemen. Még abban az évben kisegítő tanársegédként belépett a Műszaki Egyetemre, amely munkáját 1945-ig megtartotta, annak ellenére, hogy 1927-ben az Országos Meteorológiai és Földmágnességi Intézetben (OMFI) vállalt állást. Itt tevékenységét aerológiai mérésekkel kezdte. A felső troposzférában mért nagy szélsebességekről publikációt jelentetett meg, amely a mai „jet stream" fogalom egyik megalapozását adja. Bekapcsolódott a prognózis osztály munkájába is. Szerette volna fizikai alapokra helyezni az akkori előrejelzői szemléletet, amely földrajzi mentalitásra támaszkodott. Erre elvben 1948. május 13-a után lehetősége lett volna, mivel kinevezték az OMFI igazgatójának. Céljaiból csak keveset tudott megvalósítani, mivel két évvel később letartóztatták, mert „szemben állt a népi demokrácia állami és társadalmi rendjével". A Meteorológiai Intézet épületébe soha többé nem lépett be. A rendszerváltás után rehabilitálták és több kitüntetést is kapott. A Magyar Tudományos Akadémia Földtudományi Osztálya 1993. szeptember 23-án 100%-os arányban megszavazta, hogy Tóth Géza kapja meg az „MTA doktora" címet.

A cím megadását *Czelnai Rudolf* kezdeményezte. A többlépcsős ügyintézésben közvetítői szerepet játszottam és így volt alkalmam többször beszélgetni Tóth Gézával. Mindössze fél évvel született korábban mint az apám, tehát ismerős volt számomra az a gondolkodásmód, ahogyan az ő korosztályuk magyar diplomásai vélekedtek a világról. Megtisztelt azzal, hogy mesélt nekem élményeiről, amelyek elsősorban a korabeli nemzetközi meteorológiai kapcsolatokra vonatkoztak. Úgy éreztem, hogy a többi meteorológus kollégának is hallani kellene elbeszéléseit, ezért nagy örömmel töltött el, amikor elfogadta felkérésemet és az MTA Meteorológia Tudományos Bizottságának szervezésében előadást tartott a hazai meteorológusok teljes termet megtöltő táborának.

Emlékét tisztelettel őrizzük!

Major György
MMT főtitkár

Tisztelt Hölgyeim és Uraim

Amikor a Magyar Geofizikusok Egyesületét képviselve, a magyar geofizikusok nevében szeretném leróni tiszteletemet Dr. Tóth Géza tagtársunk, vagy, ahogy mi sokkal fiatalabbak ismertük őt, Géza bácsi emléke előtt, akkor először egy személyes élményem, Géza bácsival való első találkozásom jut eszembe. Még a hatvanas évek közepén történt, hogy egy neves angol professzor tartott előadást az egyesületben. Aki az előadást tolmácsolta, bár közel egy évtizedig angol nyelvterületen élt, a szépen fogalmazott angol körmondatokkal nem boldogult és mind nyilvánvalóbb kínlódása gyorsan rendkívül kínossá vált. Az előadó már éppen fel akarta adni, amikor a hallgatóság soraiban felállt egy kis öregúr, kilépett az előadó mellé és átvette a tolmács szerepét. Új tolmácsunk választékos magyarsága és hibátlan, pontos fordítása elképesztett, az előadás után tudtam meg, hogy Dr. Tóth Gézának hívják.

Géza bácsit ez az eset, azt hiszem, nagyon jól jellemezte, bármit csinált is, azt nagy hozzáértéssel és hibátlan precizitással tette. Választott szakterülete ugyan a meteorológia volt geofizikussá csak a történelem viharai miatt kellett váljon, mégis, geofizikusként is kiváló szakember volt és jelentős munkát végzett.

A durva és igazságtalan üldöztetések ellenére sem vonult vissza, részt vett a közéletben ott és úgy, ahogy a kor, amiben élnie kellett, engedte. Ennek elsősorban Egyesületünk látta nagy hasznát, mert az itteni munkának Géza bácsi az évek hosszú során át tevékeny részese volt. Fontos szerepet játszott a rendezvények, különösen a nemzetközi rendezvények szervezésében és lebonyolításában, ahol már említett kiváló nyelvtudása szinte nélkülözhetetlen volt. De fontos szerep jutott neki a geofizikai szaklapok szerkesztésében is. Biztos, hogy munkájával nagyban hozzájárult Egyesületünknek a rendszerváltás előtti évtizedekben élvezett nemzetközi elismertségéhez. Az MGE Géza bácsi munkáját 1968-ban egyesületi emléklappal, 1969-ben tiszteleti taggá választásával igyekezet megköszönni. Sajnos, az elismerés ennél magasabb fokozataival még számára sem rendelkeztünk. Géza bácsi kedves, szerény ember volt, ha most itt állna közöttünk biztos, hogy elmosolyodna, és a fejét csóválná ünnepeltetésén. Igaza is lenne. Nem neki van szüksége erre a megemlékezésre, hanem nekünk, a ma élő pályatársaknak. Nekünk fontos, hogy gyorsan változó világunk sokszor ellentétes normái között olyan példákra nézhessünk fel, akik életükkel, munkájukkal útmutatóként szolgálnak számunkra.

Az emlékezés koszorújával, most ezt a példát szeretnénk neki megköszönni, az emberi nagyság példáját, ami egy sokszor embertelen világban sugárzott belőle, a példát, amit mint szakember, mint elkötelezett természettudós állított elénk, és végül a példát, amit mint egy közösség tagja a közösségért végzett munkájával mutatott nekünk.

Köszönjük Géza bácsi!

Dr. Bodoky Tamás
a Magyar Geofizikusok Egyesületének alelnöke

Az EMS közgyűlése

Az ECAM budapesti konferenciájával párhuzamosan zajlott le az Európai Meteorológiai Társaság (EMS) 3. Közgyűlése. A közgyűlésen a tagegyesületek többsége képviseltette magát, így az határozatképes volt. Eddig 24 meteorológiai társaság volt tagja az EMS-nek, de ez a szám örvendetesen nő, mert a közgyűlés felvette tagjai sorába a Szerb Meteorológiai Társaságot, és folyamatban van a korábbi Macedón Jugoszláv köztársaság hasonló társaságának felvétele is. Ezeken kívül 11 társult tagja van az EMS-nek (meteorológiai szolgálatok, európai szervezetek – mint az ECMWF és az EUMETSAT –, meteorológiai műszergyártó cégek stb.).

Az EMS létrehozott néhány új bizottságot az alábbi feladatok koordinálásával:

• *Akkreditációs bizottság* – meteorológus szakértői tevékenység összehangolása; meglevő etikai kódexek tanulmányozása és általánossá tétele stb.;

• *Oktatási bizottság* – nemzetközi oktatási projektek nyomonkövetése és javaslattétel alkalmazásukra; alap-, közép- és felsőfokú meteorológiai oktatás, továbbképzés, ismeretterjesztés felmérése, támogatása;

• *Konferencia bizottság* – különböző szervezetek által kezdeményezett konferenciák nyomonkövetése és javaslattétel párhuzamosságok, időpontütközések elkerülésére; javaslatok kidolgozása EMS konferenciák rendezésére; az EMS közösség tájékoztatása különböző konferenciákról az EMS honlapján stb.;

• *Médiabizottság* – újságírók és meteorológusok közötti párbeszéd stimulálása; sajtókonferenciák, ismeretterjesztő tanfolyamok szervezése médiaszakemberek számára; útmutatók készítése meteorológusok számára a hatékonyabb tömegtájékoztatás elősegítésére stb.;

• *Az EMS pénzügyi helyzete.* Mind a bevétel (Tagdíjak), mind a kiadás (titkárság fenntartása, adók, útiköltség) 40 ezer Euro körül alakult. A tagdíj jelenleg 1 Euro/fő (ez nálunk 360 Eurót jelent). Az EMS tervbe vette évenként két fiatal szakember jutalmazását kiemelkedő publikációs tevékenységük elismerésére, továbbá útiköltség támogatást fiatal szakemberek és egyetemisták konferenciákon való részvételére.

Az EMS jövő évi közgyűlése és 2. Éves konferenciája valószínűleg Belgiumban lesz, egyidőben az Európai Alkalmazott Éghajlati Konferenciával (ECAC).

Ambrózy Pál

Az elmúlt tavasz időjárása

Az idei március középhőmérséklete országos átlagban 7,5 °C volt, ami közel 3 fokkal magasabb a sokévi átlagnál. Az ilyenkor szokásosnál mindenhol melegebb volt, a leghidegebb területek északon, északkeleten voltak, míg a legmelegebbek délen, délnyugaton. A hónap folyamán a napi hőmérsékleti értékek jelentős ingadozást mutattak, az átlagos vagy annál néhány fokkal hűvösebb napok és a szokásosnál jóval, akár 6-8 fokkal tartósan melegebb időszakok váltakoztak. A hónap legmelegebb napja 25-e volt, ekkor a maximumhőmérsékletek 20 fok körül alakultak, Szegeden 24,9 °C-t mértek. A hajnali órákban többször regisztráltak fagyot, a leghidegebb napon, 2-án az ország egész területén 0 fok alá süllyedt a hőmérséklet, a Nógrád megyei Zabaron –8,6 °C-t mértek.

A legmagasabb nappali hőmérséklet: 24,9 °C, Szeged, március 25.

A legalacsonyabb éjszakai hőmérséklet: –8,6 °C, Zabar (Nógrád), március 2.

Március nem csak a hőmérséklet, hanem a csapadék tekintetében is különleges volt. A csapadékösszeg 69 mm-es országos átlaga több, mint kétszerese az ilyenkor megszokottnak. Nagy területi különbségek voltak, északkeleten 100 mm fölötti értékeket mértek, az ország nagy részén azonban 60 és 70 mm között alakultak a havi összegek. Csapadékszegény időszakok 6-a és 10-e között, valamint a hónap végén, 28-tól voltak. Havazás csak a leghidegebb napokon fordult elő, a hótakaró csak néhány helyen maradt meg. A napfénytartam havi összege 110 óra volt, ami közel 30 órával kevesebb a sokévi átlagnál.

A hónap legnagyobb csapadékösszege: 162 mm, Aradványpuszta (Hajdú-Bihar)

A hónap legkisebb csapadékösszege: 45 mm, Lovászpatona (Veszprém)

A hónap során 24 óra alatt lehullott maximális csapadék: 54 mm, Sonkád (Szabolcs-Szatmár-Bereg), március 3.

Április középhőmérséklete 10,1 °C volt, ami megegyezik a sokévi átlaggal. Az ország keleti fele volt melegebb, a Tiszántúlon a szokásosnál magasabb, máshol annál hűvösebb volt az idő. A hónap elején átlagos körüli hőmérsékletű napok követték egymást, de 13-ára jelentősen lehűlt a levegő, a több napon keresztül fellépő fagyok nagy károkat okoztak a virágzó gyümölcsfáknak. A hónap leghidegebb hajnala 15-én volt, ekkor -7,9 °C-t is regisztráltak. Ezután lassú melegedés kezdődött, és a hónap utolsó napjaira az átlag fölé melegedett az idő. A legmelegebb napon, 30-án 27 fok fölötti hőmérsékleteket mértek.

A legmagasabb nappali hőmérséklet: 27,3 °C, Kőrösszakál, (Hajdú-Bihar), április 30.

A legalacsonyabb éjszakai hőmérséklet: –7,9 °C, Zabar (Nógrád), április 15.

Április csapadéka országos átlagban 40 mm-nek adódott, ami megfelel az ilyenkor várható értéknek. Nagyok voltak a területi különbségek, 15 és 95 mm között változtak az egyes állomásokon mért adatok. A magasabb értékeket a nyugati határszélen, az Északi-középhegységben és az Alföld délkeleti részein mérték. A hónap első és utolsó öt napján keveset esett az eső, míg a köztes időszak az átlagosnál csapadékosabb volt. A leghidegebb napokon havazás is előfordult, de a hótakaró nem maradt meg. A napfénytartam 181 órányi havi összege szintén megfelel a sokévi átlagnak, számottevő területi különbségeket nem lehetett megfigyelni.

A hónap legnagyobb csapadékösszege: 121 mm, Csanádpalota (Csongrád)

A hónap legkisebb csapadékösszege: 11 mm, Várpalota

A hónap során 24 óra alatt lehullott maximális csapadék: 49 mm, Csanádpalota (Csongrád), április 12.

Május átlaghőmérséklete országos átlagban 17 fok körül alakult, a hűvösebb területek északkeleten és nyugaton helyezkedtek el. A hónap összességében mindenhol melegebb volt az ilyenkor megszokottnál, a sokévi átlagot közel 2 fokkal meghaladta az idei érték. Nagyobb eltérés a Dunántúlon volt megfigyelhető. A hónap folyamán csupán 6 olyan nap volt, amikor a szokásosnál hűvösebb volt. Nyáriasan meleg volt az idő, ezt jelzi, hogy a nyári, vagyis a 25 °C-nál magasabb maximumhőmérsékletű napok száma a legtöbb helyen 15 fölött alakult, néhol a 20-t is meghaladta. A hónap utolsó napjaiban pedig 30 fok fölé melegedett a levegő. Ezzel ellentétben a fagyosszentek is igazolták elnevezésüket, a leghidegebb nap 13-a, Szervác napja volt, ekkor néhány helyen a hajnali órákban fagyot is regisztráltak.

A legmagasabb nappali hőmérséklet: 32,1 °C, Sümeg, május 29.

A legalacsonyabb éjszakai hőmérséklet: –1,3 °C, Zabar (Nógrád), május 13.

Az idei májusban hiába vártuk az aranyat érő esőt, a hónap folyamán országos átlagban csupán 23 mm csapadékösszeget regisztráltak. A területi eloszlás nagyon változatosan alakult: voltak helyek, ahol egy csepp eső sem esett, néhány állomáson viszont 100 mm fölötti értéket mértek. Összességében a sokévi átlagnak kevesebb, mint fele (kb. 40%) hullott, még a legcsa-

padékosabb helyeken is az alatt maradt a havi összeg. A hónap folyamán jelentősebb mennyiségű csapadékot 4-e és 8-a között, 11-én, 18–19-én és 29-én mértek, a többi napon szinte teljes szárazság volt. Ennek megfelelően a nap is sokat sütött, országosan közel 300 óra volt a napsütéses órák száma, ami 20%-kal több a szokásos értéknél.

A hónap legnagyobb csapadékösszege: 141 mm, Ásotthalom (Csongrád)

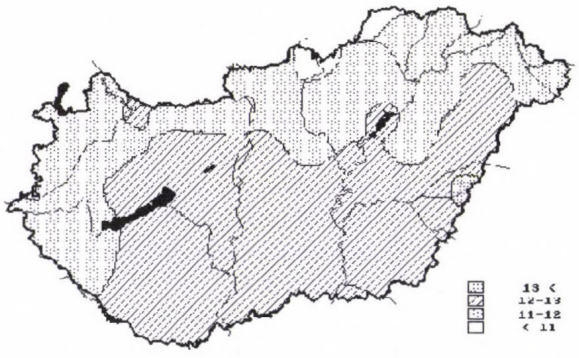
A hónap legkisebb csapadékösszege: 0,0 mm, Nagyhát (Hajdú-Bihar)

A hónap során 24 óra alatt lehullott maximális csapadék: 78 mm, Hetvehely (Baranya), május 6.

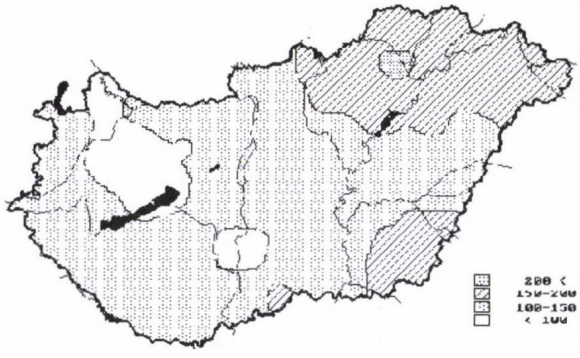
Bihari Zita
Éghajlati Kutat Osztály

2001. tavasz

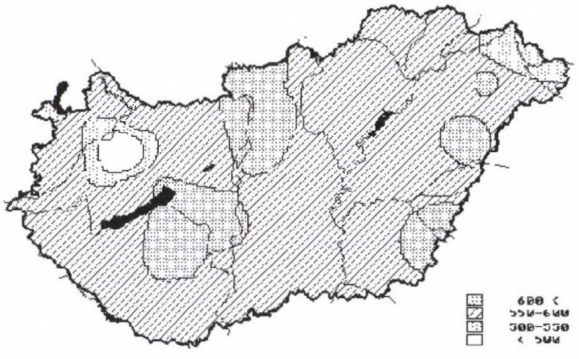
	Napsütés (óra)		Hőmérséklet (°C)						Csapadék (mm)			Szél
Állomások	évsz.össz	eltérés	évsz.közép	eltérés	absz.max.	napja	absz.min	napja	évsz.össz	az átlag%-ában	1mm<napok sz.	viharos napok
Szombathely	585	46	11,3	1,9	30,4	2001.05.29.	-3,9	2000.04.15	100	68	68	20
Győr	571	13	11,9	1,4	29,9	2001.05.29.	-4,3	2000.03.02	101	83	83	12
Nagykanizsa	578	44	11,6	1,2	30,4	2001.05.29.	-5,4	2000.04.15	120	71	71	1
Siófok	627	42	12,5	1,8	27,7	2001.05.17.	-1,8	2000.03.02	99	74	74	19
Pécs	600	30	12,3	1,7	29,4	2001.05.18.	-2,0	2000.04.15	135	88	88	17
Budapest	603	54	12,3	1,4	29,0	2001.05.18.	-2,9	2000.03.02	113	94	94	12
Kékestető	562	25	6,2	1,1	20,9	2001.05.18.	-7,0	2000.03.29	228	107	107	26
Szolnok	-	-	12,2	1,4	31,1	2001.05.18.	-1,6	2000.03.03	-	-	-	-
Szeged	553	-4	12,5	1,5	31,5	2001.05.18.	-2,5	2000.04.15	142	118	22	13
Békéscsaba	598	33	12,5	1,7	31,6	2001.05.18.	-2,1	2000.04.14	193	141	27	16
Debrecen	601	25	12,0	1,5	29,6	2001.05.18.	-1,7	2000.03.08	143	106	26	7
Nyíregyháza	604	48	11,9	1,5	29,8	2001.05.18.	-1,5	2000.03.28	193	150	24	13
Miskolc	571	42	11,4	1,4	27,9	2001.05.18.	-2,5	2000.03.02	208	152	23	7



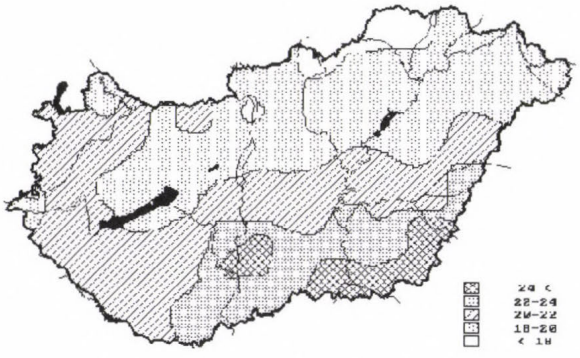
1.ábra A tavasz középhőmérséklete °C-ban



2.ábra A tavasz csapadéka mm-ben



3.ábra A tavasz napfénytartama órákban



4.ábra Atavasz maximumhőmérséklete °C-ban

LÉGKÖR

XLVI. évfolyam

2001. 4. szám



LÉGKÖR

AZ ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT ÉS A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG SZAKMAI TÁJÉKOZTATÓJA

Megjelenik negyedévenként

XLVI. évfolyam
4. szám

Felelős szerkesztő:
Dr. Ambrózy Pál
a szerkesztőbizottság elnöke

Szerkesztő bizottság:
Dr. Bartholy Judit
Bussay Attila
Bóna Márta
Dunay Sándor
Dr. Haszpra László
Hunkár Márta
Ihász István
Mezősi Miklós
Németh Péter
Schirokné Kriston Ilona
Tóth Róbert

ISSN 0133-3666

A kiadásért felel:
Dr. Mersich Iván, az OMSZ elnöke

Készült:
Az **FHM Kft.**
nyomdájában
750 példányban

Felelős vezető:
Modla Lászlóné

Évi előfizetési díja 870 Ft + Áfa

Megrendelhető:
Az OMSZ Pénzügyi Osztályán

TARTALOM

A címlapon:
Monszunos időszak felhőzete az Indiai-óceánon (dr. Simon Antal felvétele)

Mezősi Miklós, Ambrózy Pál: **Interjú Dr. Antal Emánuellel** 2
OLVASTUK: Anktarktisz: melegszik, vagy hűl? 8
Mika János, Szentimrey Tamás, Barthory Judit, Szeidl László:
Éghajlati idősorok szélsőségeinek alakulása Magyarországon 9
ÚJ KÖNYV: Magyarország Éghajlati Atlasza 13
Makra László, Horváth Szilvia: **A levegőszennyezettség becslése Szegeden** 14
Unger János, Sümeghy Zoltán: **A városi hőmérsékleti többlet: Keresztmetszet menti vizsgálatok Szegeden** 19
H. Zsikla Ágota, dr. Bartha Imre: **A 2001. évi viharjelzési szezon** 26
Dr. Bartha Imre: **2001. évi tapasztalatok a meteorológia és a Balatonon működő szolgálatok együttműködése terén** 29
Fövényi Attila: **2001. évi termik előrejelzések verifikálása** 31
ÚJ KÖNYV: Götz Gusztáv: Káosz és prognosztika 32
KISLEXIKON 32
Ambrózy Pál: **Tallózás régi okiratok között** 33
A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG HÍREI 34
Dr. Simon Antal: **Évfordulók 2001** 34
Konkolyné Bihari Zita: **Az elmúlt nyár időjárása** 38
A 2001. év összefoglaló tartalomjegyzéke 40

Interjú dr. Antal Emánuellel



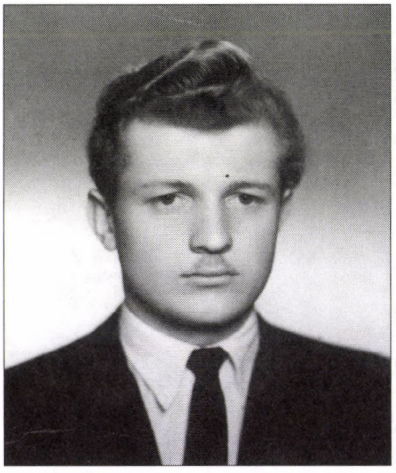
Meteorológia? Erdészet? Netán színművészet? Ezek a lehetséges utak, vágyak, álomképek álltak a tizenéves Antal Emánuel előtt. De attól kezdve, hogy a döntés megszületett, szinte egyenes út vezetett az agrometeorológia művelése, oktatása és a széleskörű tudományos tevékenység felé. A 70. életévét most betöltött, de nyugdíjasan is nagyon aktív Antal professzort a Légkör szerkesztőbizottsága nevében Mezősi Miklós és Ambrózy Pál kérdezte eddigi életútjáról.

Kezdjük az interjút életrajzi adatokkal, iskolával!

A Jászságból származom, 1931. október 31-én születtem Jászárokszálláson. Ott végeztem a négy elemit, majd a polgári iskolába kerültem, mivel helyben nem volt gimnázium, szüleim akkor anyagi okok miatt nem tudtak a közeli városokba, pl. Gyöngyösre küldeni középiskolába. A polgári elvégzése után – kitűnő tanulmányi eredményem alapján – tanáraim javasolták szüleimnek további taníttatásomat. A háború után, 1947-ben alakult meg Gyöngyösön a *Vak Bottyán Népi Kollégium,* ahol én is kollégista lettem, és onnét jártam négy éven át a *Mezőgazdasági Gimnáziumba.* A gyöngyösi kollégium szellemében egyáltalán nem hasonlított a budapesti népi kollégiumokhoz: nálunk a kollégisták minden vasárnap szervezetten, hármas sorban vonultak a templomba, misére. A mi kollégiumunkban plusz tantárgyak voltak: angol nyelv, népi tánc, népi ének, mint iskolán kívüli elfoglaltságok. Magasan kvalifikált tanári kar oktatott bennünket, amit az is bizonyított, hogy osztálytársaim 60 %-a egyetemen folytatta tanulmányait, ami abban az időben kimagasló arány volt.

Hogyan alakult a pályaválasztásod és hol találkoztál először a meteorológiával?

Rendkívül jó földrajz tanárom volt, *Demjén János*, aki igen jártas volt a földrajzhoz kapcsolódó társtudományok, így a meteorológia terén is. Élvezetes előadásai nyomán éreztem először, hogy talán meteorológus szeretnék lenni. Volt egy másik tanárunk, aki viszont nagyon szerette a természetet és az erdőt, vonzóan beszélt az erdészetről, ő is hatással volt rám a pályaválasztás irányát illetően.



Színész legyek, vagy meteorológus?

A vidéki kollégiumokban és középiskolákban élénk kulturális élet folyt abban az időben, színdarabokat, operetteket adtunk elő, pl. a *Liliomfi*-t, *Három a kislány*-t, stb. Ezekben mindben szerepeltem, méghozzá sikerrel (a hullámos szőke hajam miatt illett is rám a bonviván szerepkör). Így érthető, hogy mint harmadik lehetőség a továbbtanulásra, felmerült a *Színművészeti Főiskola* is. Magyar tanárom is ajánlotta a színművész pályát, de oda a nagy túljelentkezés miatt nem kerültem be.

1951-ben az ELTE TTK meteorológus szakára vettek fel. Ezt követően egy veszély leselkedett meteorológussá válásomra, ugyanis kampány indult arra, hogy érettségizett fiatalokkal frissítsék fel a Honvédség tisztikarát. Évfolyamunkról hármunkat, *Szűcs Zsigmondot, Galló Vilmost* és engem hívtak be a budaörsi laktanyába – több száz egyetemistával együtt – előzetes szűrésre. Sokakat néhány nap múlva elengedtek, engem viszont alaposan szemügyre vettek; már kezdtem beletörődni, hogy majd repülésmeteorológusként katona leszek... 21-féle repülőorvosi vizsgálaton estem át sikerrel, mindenhol megfeleltem, de addigra kiderült, hogy nem meteorológusnak, hanem repülőtisztnek akarnak kiképezni a Műszaki Egyetemen. Ennek még a gondolata is távol állt tőlem. Nem vállaltam a bentmaradást. Ezzel korai katonai pályafutásom véget is ért: egy hét kieséssel folytathattam tanulmányaimat a TTK-n, a meteorológus szakon, ahol IV. évfolyamos koromban *demonstrátor* is voltam, azaz gyakorlatokat vezettem a fiatalabb hallgatóknak. Ezért a munkáért havi 400 Ft-ot kaptam az Egyetemtől, ami a legjobb tanulóknak járó 240 Ft-os ösztöndíjam mellett igen jelentős összegnek számított. 1955-ben végeztem színjeles eredménnyel, amit *kitüntetéses diplomával* ismertek el.

Évfolyamunkon 31 fő végzett, bizony gond volt az elhelyezkedésünkkel. *Dési Frigyes* igazgató nem tudott ennyi embert alkalmazni az Országos Meteorológiai Intézetnél (OMI), és bizony nagyobb intézményekhez, állami gazdaságokba, a Honvédséghez is kerültek közülünk. *Csaplak Andor* (a Honvédség Repülő Időjelző Központjának



Szakmai tevékenysége középpontjában a párolgás

parancsnoka) is megjelent a válogatásnál, és kiválasztott 12 főt a katonai repülőterekre, leendő szinoptikusként. Hát ettől aztán végkép borsózott a hátam, ugyanis én már akkor elköteleztem magamat az agrometeorológia iránt, szakdolgozatomat is e témakörben írtam *„Másodvetésű termények agrometeorológiája"* címmel. Amikor Dési igazgató megnézte Csaplak listáját a kiválasztottakról, mindjárt közölte, hogy kiket nem ad át a Honvédségnek; például engemet sem, mert *„Emánt a Titkárságra akarom hozni"*. Ily módon menekültem meg másodszor is a hivatásos katonai szolgálattól. Ezek után 1955 őszén megkezdtem intézeti pályafutásomat, mint tudományos titkár, közvetlen igazgatói alárendeltségben.

Hogyan emlékezel vissza pályakezdésedre az Intézetben?

Dési mellett a Titkárságon alig másfél évig voltam, mert jöttek az 1956-os események és elkövettem egy politikai hibát. Magyarországon abban az időben teljesen szokatlan volt a szakáll viselete. Akkoriban az indonéz egyetemisták meghirdették, hogy addig nem vágatják le szakállukat, amíg *Sukarno,* a diktátornak mondott államelnökük nem mond le. Hát ez kapóra jött a magyar fiataloknak is: *„Amíg az oroszok nem vonulnak ki Magyarországról, nem vágatjuk le a szakállunkat"* – hangoztattuk ezt sokan. 1956-ban, mindjárt október 23-a után álltam be a nem borotválkozók közé és november végére már elég tekintélyes szakállam nőtt. Persze ez után a politikai malőr után nem maradhattam a Titkárságon. Szerettem volna Martonvásárra kerülni az új agrometeorológiai obszervatóriumba, de Dési azt akarta, hogy Pesten maradjak az OMI-ban. Akkor alakult meg az *Éghajlatkutató Osztály, Kakas József* irányításával; 1957 tavaszán oda kerültem.

Két-három év elteltével szakmai előrehaladásomat egy adminisztratív beosztás fenyegette: Kakas, az IDŐJÁRÁS akkori főszerkesztője maga mellé akart venni a folyóirat szerkesztésére. Ezt azzal hárítottam el, hogy inkább szakmai munkával szeretnék foglalkozni.

Hogyan kapcsolódtál be a terepklíma-kutatásokba?

Mint említettem, 1957 elején az Éghajlatkutató Osztályra kerültem, ahol Kakas mellett már 1958-tól kezdve foglalkoztam párolgással, mégpedig az akkor induló *Balaton-kutatás* keretében, amelynek klímakutatási szakmai programjának irányítását ő teljes mértékben rám bízta, tudományos csoportvezetővé kinevezve 1960-ban. (A program magaslégköri részét *Béll Béla* irányította). Sugárzás-, hő- és vízháztartás méréseket indítottam el a Balaton-kutatási program keretében. Az első évben ennek része volt a tihanyi levendulaállomány vizsgálata is a Sugárzási O. akkori vezetőjével, *Takács Lajos*sal, majd két mérőállomáson elkezdtük a párolgás számítását is turbulens-diffúziós és energiaháztartási módszerrel. A Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézettől (VITUKI) 1959-ben kölcsön kaptuk a balatoni kutatóhajójukat, így mérni tudtuk a vízfelszín sugárzási egyenlegét, a víz hőforgalmát is, ebből számítva a tó párolgását. A párolgáskutatáson keresztül itt kedveltem meg és köteleztem el magamat az agrometeorológiához is szorosan kapcsolódó növényállományi vízháztartás-vizsgálatokkal, közelebbről az evapotranszspirációs témakör művelésével, ami végig is kísért szakmai pályafutásom során.

Hogyan kezdődtek a Fertő tavi kutatások?

A VITUKI-s kollégák, különösen *Szesztay Károly,* már 1960/61-ben hívtak, hogy segítsek kutatóállomásaik megszervezésében. Ott ismerkedtem meg a nagy nevű hidrológussal, *Lászlóffy Woldemár*ral is. A VITUKI is ez idő tájt kezdte a Kecskemét melletti kutatóállomásukon a nyílt párolgásmérő kád használatát. Ekkor felmerült, hogy a VITUKI átvenne engem a létesülő Hidrometeorológiai Osztálya vezetőjének, 800 Ft-tal magasabb fizetésért, ami akkor a 2000 Ft-os fizetésemhez képest nagy pénz volt! Én azonban felmértem, hogy a vizes szakmában főleg mérnökök dolgoznak, bármilyen más képzettségű szakember csak kiegészítő tudományos szerepet tölthet be náluk, így inkább maradtam az Intézetnél az Éghajlatkutató Osztály helyettes vezetőjeként, de szakértőként azért

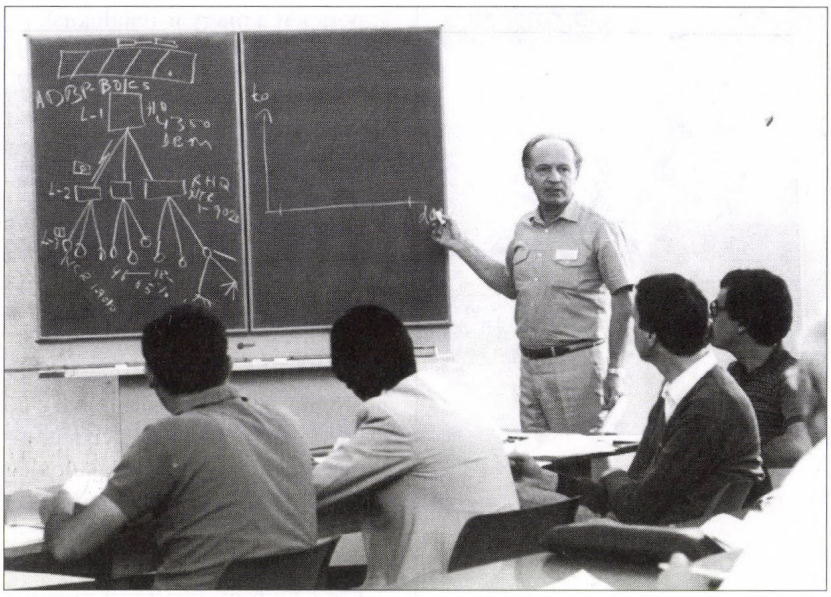


Az Indiai-óceánon, mint a MONSOON-77 expedíció résztvevője

alkalmaztak a hidrológusok is. A VITUKI *Balatonszemesi Obszervatóriumának* programjához kapcsolódva a tó közepén egy *mérőszigetet* állítottunk fel, ahol kutatói megbízás keretében teljeskörű energiaháztartás-méréseket folytattunk több hónapon át, s kidolgoztunk egy párolgásszámítási módszert a tóra, amit az ezt követő években folyamatosan használtak a Balaton vízháztartási mérlegének naponkénti nyomonkövetésére. Ennek nyomán a Győri Vízügyi Igazgatóság is hasonlót akart létesíteni a Fertő tó kutatására, hidrológiai- és vízháztartás-mérési programmal, amelynek megszervezésére engem kértek fel. Több évi vizsgálatot követően az osztrák meteorológusokkal közösen a főbb kutatási eredményeket (különös tekintettel a tó és térsége párolgási viszonyaira) a *Das Klima des Neusiedler Sees* c. német nyelvű könyvben adtuk közre.

Hogyan kezdődött a szarvasi kutatóállomás, majd obszervatórium létesítése?

Kandidátusi pályázatra jelentkeztem az *„Öntözés-előrejelzés meteorológiai adatok alapján"* címmel, amit el is fogadott a Magyar Tudományos Akadémia Tudományos Minősítő Bizottsága. Ehhez nem volt elegendő a klímaadatokból történő számítás, kísérletekre és mérések sorozatára volt szükség, hogy „megkérdezhessük a növényzetet, mi a vízigénye?". Ha ugyanis nem ismerjük számszerűen a növényállomány vízigényét, akkor csak a hagyományos öntözési norma alkalmazásánál maradhatunk, amely elsősorban a csapadékadatokra alapozódott. Ugyanakkor a növény transzspirációja az időjárási viszonyoktól függ leginkább, így tehát meteorológiai adatok alapján kell vizsgálni a növényállományok vízigényét, amelynek alakulásában szerepet játszik a sugárzás, a hőellátottság, a szél és a légnedvesség. Tehát ezeket az elemeket kellett mérnünk közvetlenül a növényállományban,



Előadást tart Salzburgban

melyekből meghatározható volt az adott növény vízigénye és vízfogyasztása. Szakirodalmi felkészülésem során olvastam a *Thornthwaite-féle* kompenzációs evapotranszspirométerről*, amelynek hazai adaptálásával 1963-ban Szarvason telepítettem az első ilyen 4 m^2-es, 1 m mély tenyészedényeket a növények vízfogyasztásának mérésére. Ettől kezdve a korábbinál jóval pontosabban ismerhettük nemcsak a növény csapadék-ellátottságát, hanem az időjárási viszonyoktól függő, napról napra dinamikusan változó vízigényét is, meg azt, hogy elegendő volt-e az állomány számára a lehullott csapadék. A kettő közötti különbségből adódik a tényleges öntözővíz-igény.

Korábban az öntözési norma szerinti öntözés abból állt, hogy 30-50 mm vizet egyszerre kijuttattak egy-egy öntözési forduló alkalmával. Függetlenül az időjárástól végigöntözték a többszáz hektáros területet és amikor végeztek, kezdték az egészet újból. Innét indultam a kutatásaimmal, amikor szorosabb kapcsolatba kerültem az ún. „vizes" mezőgazdászokkal, öntözési szakemberekkel és más, a vízgazdálkodást irányító vezetőkkel. A kérdés részükről úgy merült fel, hogy a sablonos norma szerinti öntözési rendszert fel kellene váltani az időjáráshoz és a növényállomány dinamikusan változó vízigényéhez rugalmasan alkalmazkodó, tudományosan megalapozott öntözési rendszerrel. Egy ilyen korszerű rendszer kidolgozását vállaltam én a kandidátusi témám keretében indított evapotranszspirométeres kutatásokkal, amely Szarvason indult, majd országos hálózattá fejlődött.

Sok publikáció született ezen kutatások alapján, azon kívül, hogy *Az öntözés előrejelzése meteorológiai adatok alapján* c. kandidátusi disszertációmat is e kísérletek alapján készítettem el és 1968-ban megvédtem. Ennek keretében kidolgozott párolgásszámítási módszeremet mind a mai napig használják a kapcsolódó szakmai területeken.

1965-ben, két évvel a szarvasi agrometeorológiai kutatóállomás telepítése után, az Országos Vízügyi Főigazgatóság (OVF) felkérésére és pénzügyi támogatásával tíz állomásból álló országos hálózatot hoztunk létre. Ezek mindegyike klímaállomásból és különböző növényfajokkal betelepített tenyészedényekből állt, amelyek különböző éghajlati körzetekben és talajtípusokon létesültek. E hálózat 3-4 évi működése után, a gyűjtött adatbázis

számítógépes feldolgozása alapján, felújítottuk az országos öntözési normát, s e tevékenységemért kaptam meg – meteorológusként – *Dégen Imre*-től, az OVF főigazgatójától a *„Vízgazdálkodás kiváló dolgozója"* kitüntetést. Szarvason pedig, az egykori kutatóállomás helyett, 1974-ben Agrometeorológiai Obszervatórium létesítettünk.

Hogyan emlékezel a szakma nagy öregjeire és milyen személyes kapcsolatban voltál velük (Bacsó, Kulin, Takács, Kakas, Béll)?

Amikor bekerültem az OMI-ba Dési Frigyes igazgató mellé tudományos titkárnak, egyik feladatom volt a vezetői értekezleteken hozott határozatok végrehajtásának számon tartása. Elég kényes dolog volt egy kezdő fiatalember számára odamenni Bacsóhoz vagy Hilléhez és a legutóbbi igazgatói értekezlet jegyzőkönyvét lobogtatva megkérdezni, hogy ezt vagy azt teljesítették-e. Mert bizony előfordult, hogy valamit nem, vagy csak késve hajtottak végre. Szerencsére a főosztályvezetők mind disztingvált úriemberek voltak (*Bacsó Nándor, Béll Béla és Hille Alfréd*), akikkel a kényes helyzeteket jól fel lehetett oldani.

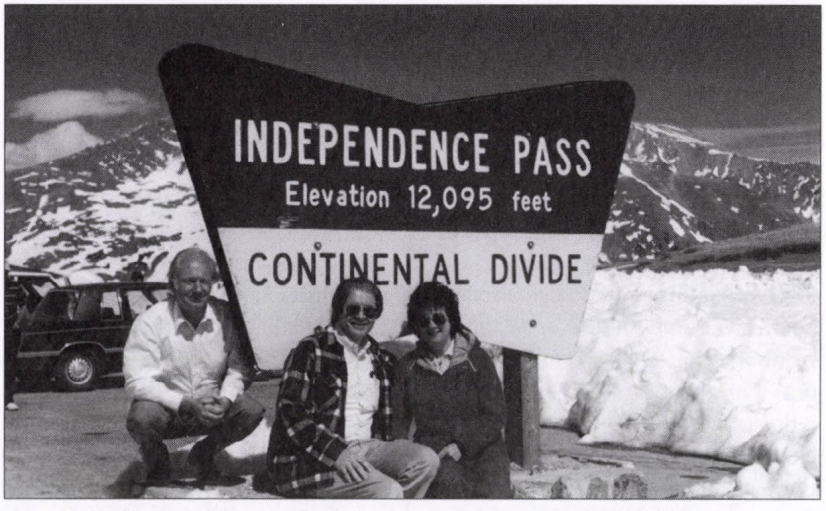
Kakas József osztályvezetőmről és főszerkesztőről külön is kell szólnom. Sokszor kötözködésnek éreztük mi ifjú titánok azt, amikor az IDŐJÁRÁS-hoz benyújtott cikkeinket az esetleges kifejezésbeli pontatlanságok miatt csípős megjegyzések kíséretében korrigálta. Utólag persze hálásak voltunk ezért, miután felismertük, hogy mindezt a fiatal generáció igényes kifejezési készségének fejlesztése érdekében tette. Voltak olyanok is, akik nem fogadták el Kakas stilisztikai észrevételeit és a bírálatot követően évekig nem nyújtottak be cikket az IDŐJÁRÁS-hoz. A szerkesztői munkába engem is bevont, amire alaposan meg is tanított. Bizonyára ennek eredményeként máig szeretek lektorálni, a társtudományok területéről érkező cikkek esetében is. Talán ennek is köszönhetem, hogy az IDŐJÁRÁS is (amelynek 1977-től vagyok szerkesztőbizottsági tagja), meg az *Agricultural and Forest Meteorology* (szerkesztőbizottsági tagságom: 1976-1994) rendszeresen ellátott lektorálni való cikkel.

Milyen emlékeid vannak a MONSOON-77 expedícióról az Indiai Óceánon?

Korosztályom nagy szerencséje volt az a tizenkettő, zömmel egyéves ENSZ ösztöndíj, amit magyar meteorológusok kaptak – részben Dési és *Davies*, akkori WMO főtitkár jó viszonyának köszönhetően – szakmai látókörük bővítésére. Ennek keretében 1971-1972-ben én magam is tanulmányokat folytathattam különböző USA-beli egyetemeken és kutatóintézetekben az agrometeorológia néhány témakörében. De nemcsak ösztöndíjakat kaptunk, hanem néhány munkatársunk WMO szakértőként is dolgozhatott külföldön, sőt bekerülhetett a Világszervezet genfi központjába is. Emellett az antarktiszi expedíciókra is eljutott néhány kollégánk, továbbá a MONSOON-77 Programnak, vagy a GARP kutatói expedíciónak is részesei lehettek magyar meteorológusok a '70-es, '80-as években .

A MONSOON-77 expedícióba én úgy kerültem be, hogy felvetettem: a tenger fölötti légtérnek nem csak a háttérszennyezettségét kellene vizsgálni (ez volt különben *Simon Antal* mérési feladata az expedícióban), hanem *a tenger hő- és vízháztartási* rendszerét is, amely alapvetően meghatározza a felszín párolgási viszonyait. Utóbbit ugyan klímaadatok alapján a szakma nagy öregjei már kiszámították, én viszont megkíséreltem a párolgás újbóli meghatározását a saját, helyi méréseink alapján a turbulens diffúziós-, és energiaháztartás módszerekkel az Indiai Óceán azon területén, ahol a kutatóhajók vizsgálódtak a hathónapos út során. Akkoriban kezdték komolyan elemezni az óceánok szerepét az éghajlat alakulásában, többek között a globális fölmelegedés kiegyensúlyozásában játszott szerepük feltárásában.

Hogy milyen emlékeim vannak a féléves kutatóhajó-expedícióról, azt nehéz lenne ilyen rövid interjú keretében felsorakoztatni. Többek között szívesen emlékszem vissza a távolkeleti kikötőkre (Szingapúr, Colombo, Calcutta, Bombay), az ottani nyüzsgésre, az egzotikus botanikus- és állatkertekre, nem is beszélve a gyönyörű pagodákról és a keleti építkezés különleges alkotásairól (pl. Szingapúrban). Ugyanakkor elszomorító volt látni pl. Indiában a határtalan szegénységet. Persze kitörölhetetlen élményben volt részünk a hajós-élet során is, mint pl. a tengeri, monszunális viharos napokon a talpon-



A Sziklás-hegységben az amerikai-magyar tudományos együttműködés keretében



Készül az interjú...

maradás a hajón, az étkezés lebonyolítása az olyan nagyerejű hullámok esetén, amikor a tányérom egyik pillanatban előttem volt, a másik pillanatban pedig az asztal túloldalán a kutatótársam előtt. Ezek az élmények mindennapossá váltak a monszun beköszönte után a Bengáli-öbölben és az Arab-tengeren való több hónapos tartózkodásunk során.

Hogyan indult a Konzerv Program, amiért később Állami Díjat (ma: Széchenyi Díj) kaptál?

Még az 1977-es MONSOON expedíciót megelőzően (amikor a vezetésem alatt álló Agrometeorológiai Főosztály keretében működött már a Szarvasi Obszervatórium, ahol kiterjedt agrometeorológiai kutatások folytak zöldségnövények bevonásával is) indítottuk el a *Konzerv Program*-ot. Érdekes volt a megbízás elnyerésének háttere: az OMSZ akkor az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság (OMFB) elnökének felügyelete alá tartozott. Az OMFB finanszírozta akkoriban az ún. *mezőgazdasági mintarendszerek* kifejlesztését mint fejlesztési kutatást a mezőgazdaság, élelmiszeripar, öntözés, stb. területén. E kutatás-fejlesztési programok adtak lehetőséget nekünk is. Mi akkor már javában végeztük a párolgás-, hőháztartás- és vízigény-méréseket. Az OMFB ezt tudta, hiszen oda tartoztunk. A Nyíregyházi Konzervgyár igazgatója 1976-ban megkereste az OMFB élelmiszeripari kutatás-fejlesztésekért felelős vezetőjét egy *integrált számítógépes termelésirányító mintarendszer* kidolgozása c. pályázattal, amely lehetővé tenné a konzervipari zöldségfélék termeltetésének számítógépes irányítását úgy, hogy az érésidők kellőképpen, több hétre széthúzódjanak, a folyamatos feldolgozhatóság érdekében. Kedvezőtlen időjárási helyzetekben ugyanis a gyár vonzáskörzetében gyakran megtörtént, hogy pl. a zöldborsó majdnem egyszerre kezdett érni minden termesztő gazdaságban, függetlenül attól, hogy rövid-, közép- vagy hosszú tenyészidejű fajtát vetettek. Ilyenkor a tömegesen beszállított zöldborsómennyiséget a gyári feldolgozói kapacitás nem győzte, ezért egyre több beszállító teherkocsi sorakozott a gyárkapu előtt. Ám a kényes zöldborsó a nyári melegben 3-4 órai várakozás után erjedésnek indul a szállító konténerben és felhasználhatatlanná válik. Előfordult, hogy 60-80 tehergépkocsi torlódott össze a konzervgyár kapujában, amikor az időjárási körülmények alakulása miatt a korai és későbbi érésű borsók „összeértek", a termést ilyenkor szemétbe kellett dobni. A veszteség tízmilliókra rúgott, a gazdák zúgolódtak, a gyár pedig áru nélkül maradt. Valamit tenni kellene, de mit? — mondták a konzervgyáriak. A konzervgyár igazgatója, *Rudi Béla* ekkor felvetette, hogy a vetést kellene programozni az egész beszállítói térségre, mert az függ az időjárástól, meg a talajfajtától, azaz az agrometeorológiai adottságoktól. A fajták megválasztásával és a vetési idő okszerű szervezésével differenciálni lehet az érési időket, s így a gyár hosszabb időn át folyamatosan dolgozhatja fel a termést.

A számítógépes termelésirányítás lényege abban áll, hogy a vetéstervet minden résztvevő számára előre elkészíti a program, figyelembe véve a gazdaságok és a táblák számát, az elvetendő fajtákat, az átlagos éghajlati adatok birtokában az érés várható időpontját és a termés mennyiségét, valamint a betakarító, szállító és feldolgozó kapacitást. A számítógép ezek után elkészíti gazdaságokra lebontva, hogy ki, mikor és melyik táblán, milyen fajtával végezze el a vetést. Ha csapadékhullás vagy talajállapot-romlás vagy vetőgéphiba esetén valahol nem került végrehajtásra a vetés, akkor a számítógépes program még az nap új vetési tervet készít a teljes résztvevői körre, amit az érdekeltek megkapnak mint új vetési programot. A vetési program minden akadály esetén újra íródik mind addig, amíg a vetés minden szerződéses partnernél be nem fejeződik. A vetést követően minden egyes táblára elindítják a terméselőrejelző modell futtatását a sokévi átlagos klímaadatok behelyezésével vetéstől a betakarítás várható időpontjáig, kiszámítva ezzel a várható termés mennyiségét átlagos időjárás esetén. A kelést követő naptól kezdve azonban már a ténylegesen bekövetkezett idő-

járási adatok lesznek a termésmodell input adatai. A naponkénti valódi (real time) adatok modellfuttatásával egyre pontosabb termésbecslést kapunk, ahogy közeledünk a betakarítás időpontjához. E termelésirányítási mintarendszer kidolgozása volt az ún. Konzerv Program lényege, amelynek alkalmazásától kezdve széthúzódott a betakarítás időtartama, nem volt beszállítási torlódás a gyár előtt, nem kellett megszabni az aratás elindításának napját, mert mindenki akkor kezdett, amikor a zöldborsó állomány vágásra érett.

A mintarendszer alkalmazásának haszna több tízmillió Ft-ra rúgott konzervgyáranként akkor (1980-as évek pénzértékén!), amit megosztottak a termelő és termeltető partnerek között.

Kétszer öt évig folyt a Konzerv Program és később a többi konzervgyár is megvette a mintarendszer licencét, amelynek létrehozásáért Állami Díjat kaptam 1988-ban.

Beszéljünk oktatási tevékenységedről is, például Gödöllőn, vagy a külföldi hallgatók posztgraduális képzéséről az OMSZ-ban. Erről milyen emlékeid vannak?

A Gödöllői Agrártudományi Egyetemre az öntözési témán keresztül kerültem. A Vízgazdálkodási Tanszéken kezdtem az oktatást, ahol címzetes docens (1980), majd címzetes egyetemi tanári kinevezést (1985) kaptam. *Petrasovics Imre* tanszékvezető megszervezte az öntözéssel foglalkozók számára a szakmérnök képzést az 1970-es évek elején. E kurzusokon éveken át oktattam az agrometeorológiát és statisztikai klimatológiát. A jegyzet írásakor nagy gondot fordítottam arra, hogy a hallgatók ésszerűen, célratörően hasznosítsák a meteorológiai adatokat már a tervezések során. Az Egyetemen kezdetektől részt veszek az ottani *minősítési cselekményekben* is. Ez szakdolgozatok, doktori disszertációk témakiadását, bírálatát jelenti. Jelenleg a PhD minősítésért folyamodókat segítem négy különböző egyetemen, a Szent István Egyetemen (Gödöllő) nappali tagozatos hallgatók részére pedig oktatom az agrometeorológiát. A Tessedik Sámuel Főiskolán már közel tíz éve veszek részt az államvizsgáztatási cselekményekben.

Hogyan alakultak kapcsolataid a társtudományok művelőivel, illetve külföldi tudományos intézményekkel?

Szakmai kapcsolataim igen kiterjedtek és széleskörűek már fiatal korom óta, melyek mind a mai napig élőek. Több tudományos társaságnak vagyok tagja, tevékenységükben manapság is részt veszek pl. a hidrológiai, mezőgazdasági, erdészeti, szőlészeti és földrajzos szakterületeken, ahol a tudományos minősítések ügyében is gyakran működök közre, ami többek között annak is köszönhető, hogy közel húsz évig voltam az MTA Tudományos Minősítő Bizottság szakbizottságának tagja.

Kapcsolataim áttekintése során meg kell említenem a tudományos produktumok exportjával foglalkozó céggel, a TESCO-val való együttműködést is. Akkoriban egyes országokkal jó gazdasági kapcsolataink alakultak ki, mezőgazdászok is jöttek a fejlődő országokból tanulni, illetve tanulmányozni a magyar mezőgazdaság eredményeit. Így merült fel, hogy az OMSZ munkatársai is részt vegyenek külföldi szakemberek hazai posztgraduális képzésében. Előbb líbiai agrometeorológusokat képeztünk egy évig, majd tízfős szír csoport érkezett hasonló képzésre, akik hazájukban ezután megszervezték az agrometeorológiai szolgálatot.

A külföldiek oktatásán kívül gyümölcsöző együttműködést építettünk ki az osztrák meteorológiai szolgálattal is a Fertő tó hidrometeorológiai rendszerének feltárására.



Házi botanikus kert Vonyarcvashegyen

Sikeres volt az USA legnagyobb meteorológiai kutatóintézetével (National Center for Atmospheric Research, NCAR) 1987-ben több évre szóló kutatási megállapodásunk is a szélsőséges meteorológiai események elemzése tárgyában. A közös kutatásból számos publikáció látott napvilágot és egy 376 oldalas angol nyelvű kiadvány (*Identifying and coping with extreme meteorological events.* Eds.: E. Antal and M.H. Glantz). A négy évig tartó kutatás anyagi hátterének döntő többségét az MTA támogatta.

Hogyan telnek nyugdíjas éveid, mivel töltöd az idődet, foglalkozol-e még oktatással?

1992-ben vonultam nyugdíjba mint az OMSZ tudományos elnökhelyettese. A szakmától azonban egyáltalán nem szakadtam el.

Számos tudományos szervezetben tevékenykedem. Többek között választott tagja vagyok az *MTA Meteorológiai Tudományos Bizottság*ának, s ezen belül elnöke az *Agrometeorológiai Albizottság*nak. Megtiszteltetés számomra, hogy beválasztottak az *MTA Hidrológiai Tudományos Bizottság*ába (25 éve vagyok tagja), valamint a *Mezőgazdasági Vízgazdálkodási Bizottság*ba, és két akadémiai ciklusban (1995-1998, ill. 1999-2001) az *MTA Közgyűlés*ének is választott doktor képviselőjeként tevékenykedhettem akadémiai ügyekben. Az *OTKA Élettelen Természeti Tud.* egyik *Szakbizottság*ának tagjaként (1993-1999) lehetőségem volt a meteorológiai pályázatok ügyének támogatására, jelenleg pedig egy magasabb fórumon az *OTKA Természettudományos Kollégium*ának (2001-) tagjaként segíthetem a meteorológiai témájú pályázatok anyagi támogatását.

A MTESZ tagszervezeteiben, elsősorban a *Magyar Meteorológiai Társaság*ban és a *Magyar Hidrológiai Társaság*ban tagként képviselem a meteorológusokat a szakosztályi üléseken. Itt kaptam meg az *MHT Vitális Sándor Szakirodalmi Nívódíj*at is 1999-ben a *Vízügyi Közlemények*-ben megjelent egyik tanulmányomért. Megemlítem még, hogy a *Magyar Agrártudományi Egyesület*, ill. a *Magyar Földrajzi Társaság* tagjaként is ébren tartom a meteorológia iránti érdeklődésüket a különböző rendezvényeiken.

További tudományos tevékenységre nyílik lehetőség az oktatás és képzés területén. Amint már korábban említettm, a Szent István Egyetem Gödöllői Karán oktatom az agrometeorológiát és rendszeresen részt veszek a PhD, államvizsga és egyéb tudományos minősítési munkák lebonyolításában.

Nem szakadtam el a kutatói munkától sem, nyugdíjba vonulásom óta 17 publikációm jelent meg. Négy egyetem minősítési cselekményeiben veszek részt továbbra is és számos pályázati munkát kapok bírálatra.

Itt említem meg, hogy az Antall-kormány idején három évig a környezetvédelmi miniszter tanácsosa voltam meteorológiai, hidrológiai és levegőkörnyezeti témakörökkel kapcsolatos rendeletek és törvények előkészítése során felmerülő szakmai ügyekben. Ezt a munkát nagyon élveztem, mert itt jól hasznosíthattam a több mint harminc éves vezetési tapasztalataim jelentős hányadát.

Kedvenc szabadidős elfoglaltságom a Balaton északi partján levő nyaralónk kertjének építése, ápolása. A szellemi tevékenységet jól ellensúlyozza az itt kifejtett fizikai munka, amelynek gyümölcse a szívet-lelket melengető csodálatos természeti kép a Keszthelyi öbölre néző kertünkben, amit számos örökzöld és egyéb dísznövény ékesít. Külön élvezet számomra, hogy kertünk felső harmada már erdőövezethez tartozik, számos erdei madárfajjal (és sok szép madárdallal), amelyek közül néhány ügyetlenebb fészeképítőnek némely évben besegítek egy-egy "mestergerenda" beszúrásával vagy aládúcolással, ha az eresz alá akarja rakni fészkét. Több védett növény (pl. bíboros kosbor, stb.) továbbá számos illatos gyógynövény (pl. kakukkfű) fordul elő a természetes flórában. A kerti összképhez hozzátartozik az egynyári virágok színpompája, a sziklakert sajátos bája, a gyümölcsfák zamatos termése és a számos fajtából álló szőlőállomány is, meg az abból készíthető kitűnő nedű is.

Köszönöm az interjú adás lehetőségét. Örömmel tölt el, hogy mozgalmas szakmai életemből felvillanthattam itt néhány epizódot, s ennek kapcsán elidőzhettem tudományos pályafutásom egy-egy fordulópontjára visszaemlékezve.

Köszönjük az interjút!
Mezősi Miklós, Ambrózy Pál

OLVASTUK

Antarktisz: melegszik, vagy hűl?

Szinte valamennyi felmérés azt mutatja, hogy az Antarktiszi-félszigetet (amely nagyjából a 60 W hosszúsági kör mentén nyúlik ki a fagyos kontinensről Dél-Amerika felé) térségében az elmúlt 50 év folyamán 2,5 fokos hőmérséklet-emelkedés következett be. Több, a félszigeten kívüli antarktiszi állomás azonban nem mutatja ezt a trendet, sőt inkább hűlés tapasztalható. A Weddell tengerre néző angol Halley kutatóállomás (75,5° S, 26,6° W) is ezek közé tartozik.

Az 1957 óta működő állomáson a hőmérsékletcsökkenés a 80-as évek végén kezdődött, és a négy leghidegebb év az utóbbi évtizedre esett. Az 1961-1990-es időszak -18,4°C-os középhőmérsékletével szemben az 1990-2000 közötti tíz évé -19,4°C-nak bizonyult. (A legmelegebb időszak a 70-es évek közepére esett.)

A rövid tanulmány szerzője megemlíti, hogy a Met. Office Hadley Központjának HadCM3 modellje 3-5 fokos melegedést prognosztizál a 2070-2100 közötti időszakban erre a területre, feltéve, hogy a légkör CO_2 tartalma legalább megkétszereződik a XXI. század folyamán.

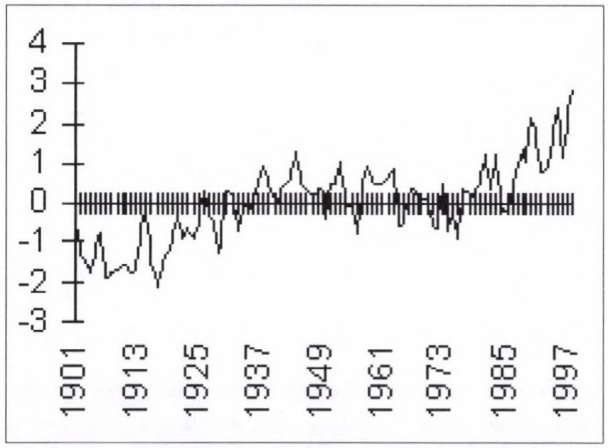
Weather, 2001. december

Közreadja: Ambrózy Pál

ÉGHAJLATI IDŐSOROK SZÉLSŐSÉGEINEK ALAKULÁSA MAGYARORSZÁGON

Összefoglalás - A havi középhőmérséklet és csapadékösszeg 1901. január és 1999. szeptember közötti idősorait elemezzük tíz magyarországi állomáson. A vizsgált kérdések:

• Követi-e az új rekordok fellépésének gyakorisága a viszonyítási időszak hosszával fordítottan arányos, elméleti csökkenési ütemet?



1. ábra: Az északi félgömb hőmérsékleti anomáliái Jones (1994 és kiegészítései) nyomán, a szórás (0,24 K) relatív egységében. (Az abszolút melegedés kb. 1 K !)

• Mennyire stabilak az egyes 30 években az abszolút szélsőségek (a minták tágassága) ?

• Van-e növekvő vagy csökkenő trend a havi szélsőségek XX. századi gyakoriságában?

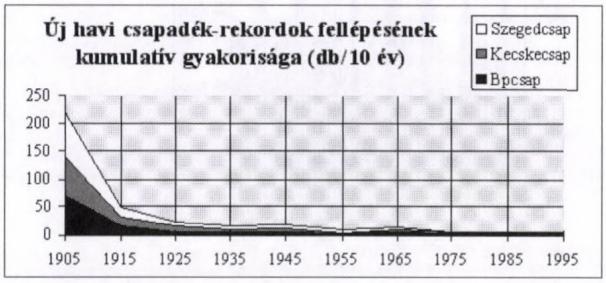
• Van-e kapcsolat a szélsőségek hazai gyakorisága és a félgömbi hőmérséklet között?

A terjedelmi korlátok miatt minden eredményt csak néhány állomás adatain illusztrálunk.

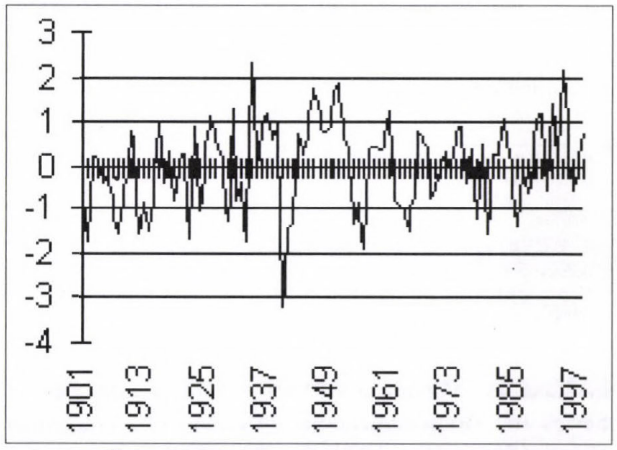
Bevezetés

Világszerte vita tárgyát képezi annak megítélése, hogy valóban kimutatható-e a globális felmelegedés valamely térség megfigyelt adatsoraiban. Ezt illusztrálja az *1. és 2. ábra,* amelyeken a félgömbi átlaghőmérséklet illetve öt hazai állomás (Szombathely, Budapest, Szeged, Debrecen, Nyíregyháza) homogenizált adatai (l. alább) láthatók a 98 év szórásainak relatív egységében. A félgömbi hőmérséklet sorában a trend szemmel látható, míg a lokális sorban a szórás hányadában kifejezett változás ("jel/zaj arány") kevésbé egyértelmű. (A 2. ábrán egységnyi függélyes lépték csaknem 3-szoros változásnak felel meg!)

A szélsőséges időjárási értékek és jelenségek tendenciái tekintetében különösen nagy a bizonytalanság.



3. ábra: Új havi csapadék-rekordok fellépése évtizedenként, 3 állomás összesítésében



2. ábra: Öt hazai állomás homogenizált évi átlaghőmérséklete a szórás (0,66 K) relatív egységében. (A transzformáció miatt a látható meredekség csak kb. 1/3-a a félgömbinek!)

Dolgozatunkban ezzel kapcsolatba hozható kérdéseket vizsgálunk.

Az adatbázis

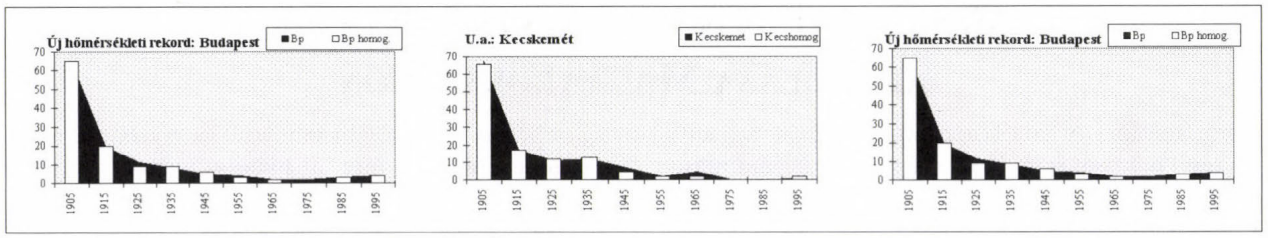
Tanulmányunkban 10 állomás havi hőmérséklet és csapadék adatsorait elemezzük 1901. január és 1999. szeptember között. A felhasznált állomások: Budapest, Debrecen, Kecs-kemét, Miskolc, Mosonmagyaróvár, Nyíregyháza, Pécs, Sopron, Szeged, Szombathely.

I. táblázat

Az eredeti (felül) és a homogenizált hőmérséklet (közepén) ill. a csapadék (alul) korrelációja a félgömbi hőmérséklettek, tízéves átlagban. Az 5%-os szignifikancia-küszöb: 0,44.

	Mos.	Sopr.	Szo.	Pécs	Bud.	Misk.	Nyír.	Debr.	Kecs.	Szeg.
Hőmérséklet										
Évi átlag										
Jan.-márc.										
Ápr.-jún.										
Júl.-szep.										
Okt.-dec.				-.51 !						-.47 !
Homogenizált hőmérséklet										
Évi átlag										
Jan.-márc.										
Ápr.-jún.										
Júl.-szep.										
Okt.-dec.										
Csapadék	*(negatív együtthatók !)*									
Évi átlag										
Jan.-márc.										
Ápr.-jún.										
Júl.-szep.										
Okt.-dec.										

Jelmagyarázat: □ ≤0,44 ▭ 0,44-0,65 ▮▮ 0,66-0,87 ■ ≥0,88



4. ábra: Új havi hőmérsékleti rekordok fellépése évtizedenként, az eredeti és a homogenizált adatokon.

Az adatsorok előkészítéséhez hozzátartozott a hiányzó adatok pótlása, továbbá a sorok homogenitásának vizsgálata, és szükség szerint azok korrigálása, homogenizálása is. Mindez a MASH (Multiple Analysis of Series for Homogenization) programozott, statisztikai eljárás (*Szentimrey, 1999*) alapján történt.

II. táblázat

Az abszolút szélsőségek bekövetkezésének éve (felső sorok) és értékei (alsó sorok) két állomáson: havi középhőmérséklet

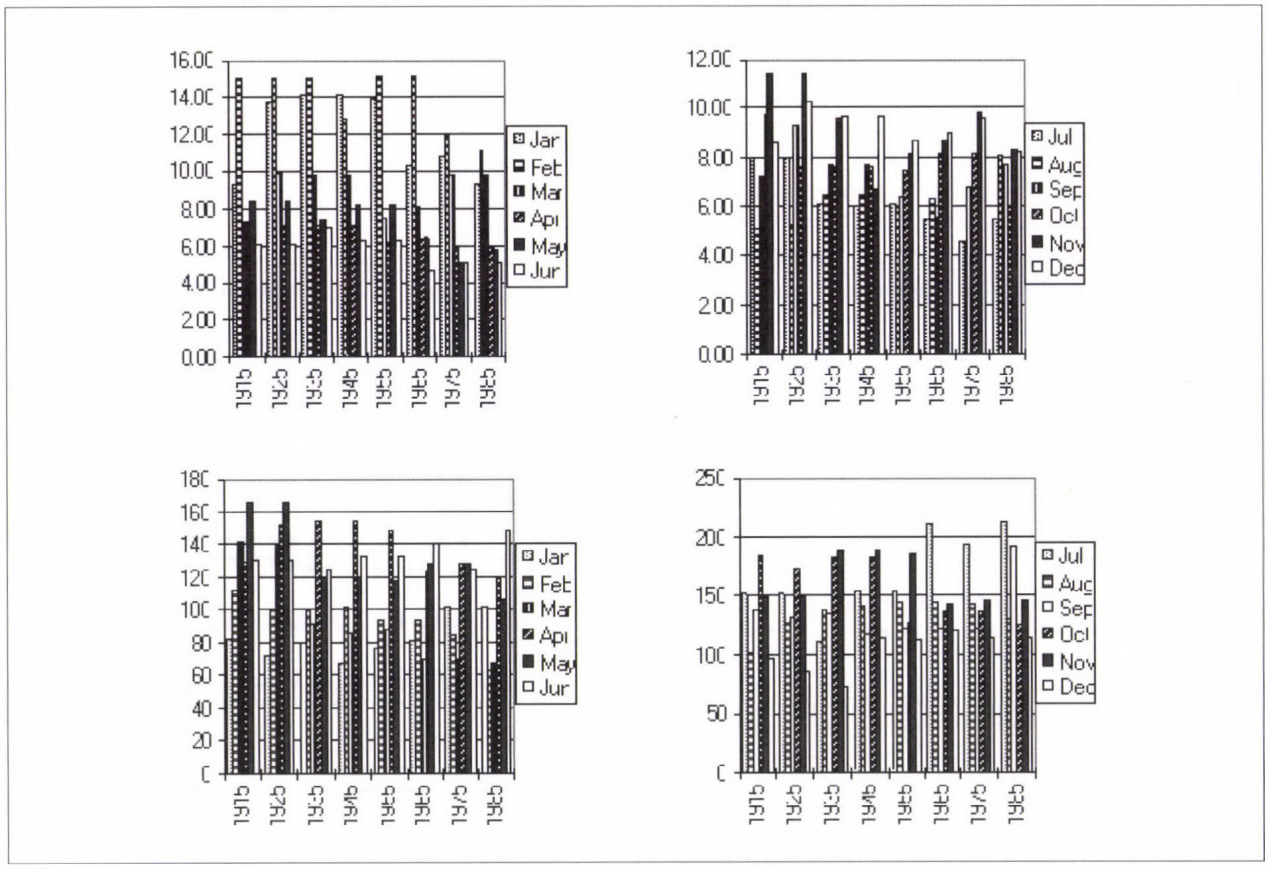
Hőmérséklet	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Budapest **min.**	1942	1929	1987	1980	1991	1923	1913	1940	1912	1905	1908	1933
Mosonmagyaró.	1942	1929	1987	1929	1919	1923	1913	1940	1912	1905	1920	1933
Budapest	-9,7	-11,0	-0,6	7,4	11,7	15,1	16,9	16,5	10,8	5,7	-0,8	-5,6
Mosonmagyaró.	-8,7	-7,6	1,6	7,6	12,0	16,4	18,1	17,7	11,4	7,0	0,4	-4,2
Budapest **max.**	1983	1966	1938	1946	1958	1930	1994	1992	1942	1907	1926	1934
Mosonmagyaró.	1983	1998	1990	1952	1958	1979	1995	1992	1947	1907	1926	1934
Budapest	4,3	6,3	8,8	13,9	19,0	21,8	23,2	24,3	19,5	14,6	10,5	5,0
Mosonmagyaró.	4,9	7,2	10,3	15,0	20,4	22,4	24,9	26,6	20,7	15,9	10,3	5,1

A MASH eljárás a relatív homogenitás-vizsgálati elven alapszik, melynek lé-nyege, hogy egy adott éghajlati elem, különböző megfigyelési állomásokhoz tartozó, azonos időszakra vonatkozó, ugyanazon havi - vagy ugyanazon évszakos, esetleg éves - adatsorait hasonlítjuk össze, és az esetleges ellentmondásokat keressük, vizsgáljuk. Az ezen elv alapján történő homogenizálás

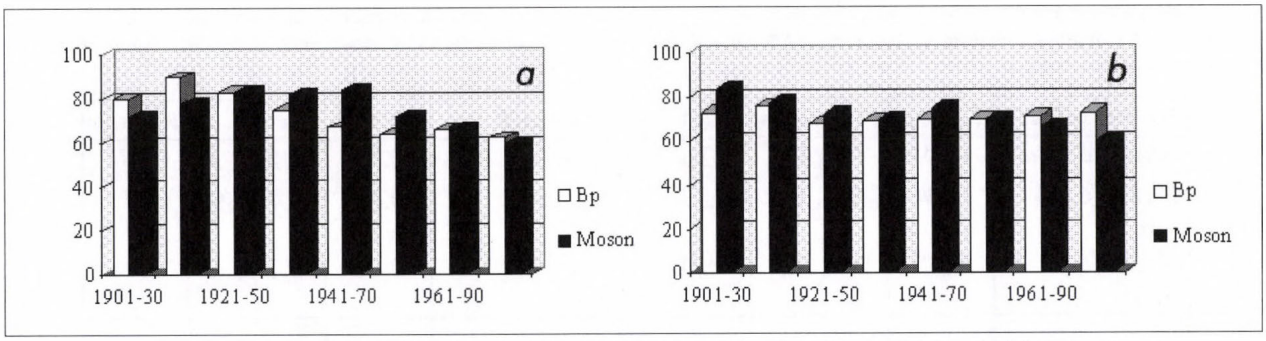
III. táblázat

Mint az II. táblázat: havi csapadékösszeg (évszám ill. mm)

Csapadék	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Budapest **min.**	1991	1998	1910	1946	1973	1993	1984	1962	1946	1965	1902	1972
Mosonmagyaró.	1964	1927	1934	1944	1973	1917	1928	1992	1956	1951	1920	1924
Budapest	0,5	0,2	0,8	2,7	0,8	16,3	3,3	0,3	0,2	1,6	6,1	1,1
Mosonmagyaró.	0,6	1,8	4,4	1,7	1,7	3,0	7,5	2,5	1,4	2,3	0,9	3,1
Budapest **max.**	1915	1969	1937	1916	1937	1924	1914	1955	1915	1974	1962	1976
Mosonmagyaró.	1922	1970	1937	1903	1939	1953	1903	1955	1922	1944	1949	1954
Budapest	100	136	155	97	152	211	179	263	124	154	173	119
Mosonmagyaró.	97	83	142	111	160	152	194	161	162	157	188	108



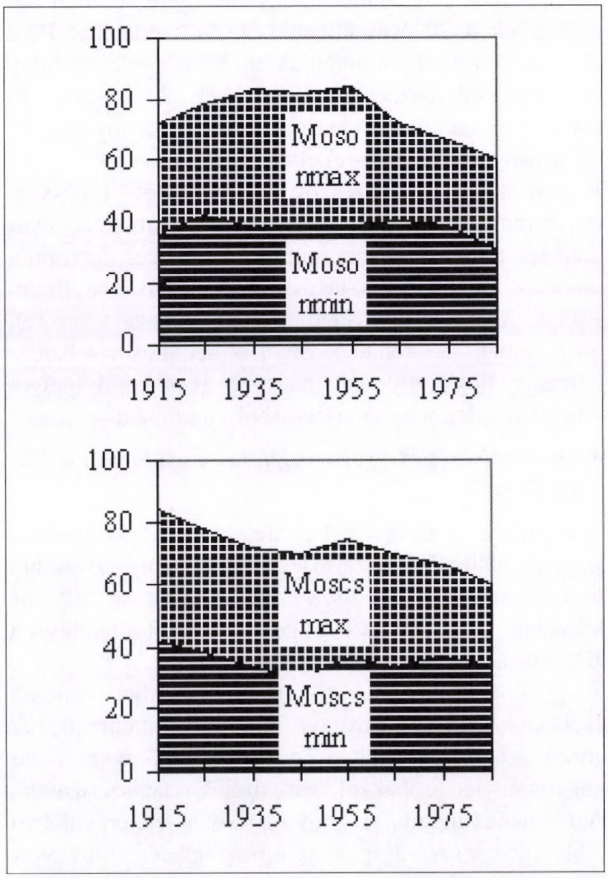
5. ábra: A havi hőmérsékleti átlagok (felül:) ill. csapadékösszegek (mm/hó) tágasságának alakulása a (középső éveikkel jelzett) 30 éves időszakokban. Pécs



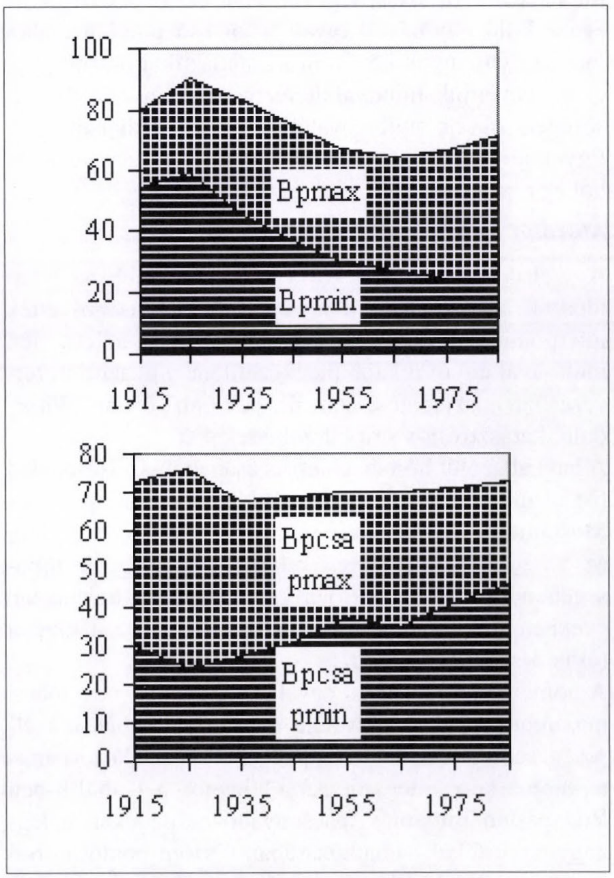
6. ábra: A hőmérséklet (a) és a csapadék (b) 10-10%-os tartományába eső havi értékek előfordulása a XX. század harminc éves időszakaiban

célja pedig pontosan a felfedezett ellentmondások megszüntetése, vagyis az ezeket okozó inhomogenitások kiszurése az adatsorokból. Statisztikai eljárásról lévén szó, mindez adott szignifikancia-szinten történik. A homogenizált adatokat a bemutatott eredmények esetében csak a hőmérsékletre használtuk, az eredeti adatok alternatívájaként. E választás oka, hogy a csapadéknál csak kevés változtatásra van szükség, a hőmérsékletnél pedig az első szélsőség-vizsgálat szerint (*l. a 4. ábrán*) az eredeti és a homogenizált sor hasonlóan viselkedett. (Annak a kérdésnek a megválaszolására, hogy a homogenizálás végül is hogyan módosítja a havi hőmérsékleti szélsőségek statisztikai viselkedését, kiegészítő vizsgálatok szükségesek.)

Az, hogy az új rekordok fellépése közel egyenlő a rendelkezésre álló minta elemszámának reciprokával, nagyon lényeges abból a szempontból, hogy vajon a rekordok fellépése, akár ismétlődése mikor tekinthető olyan gyakorinak, hogy már feltételezhető a független, azonos eloszlású jelleg sérülése. (Vulgárisabban: mikor kell valamilyen hosszabb távú változást keresni a rekordokban ?) Ha például van száz éves megfigyelésünk és minden napon külön vezetjük a rekordokat (ez nem teljesen indokolt, de könnyen interpretálható), akkor egy



7. ábra: A hőmérséklet (felül) és a csapadék (alul) minimális és maximális 10%-ának részesedése a szélsőségekből. Mosonmagyaróvár



8. ábra: U. a. mint a 7. ábra, Budpest (Mint a 6. ábra, itt is a 30 éves átlagokat ábrázoltuk, a középső évhez rendelve.)

IV. táblázat: A 10%-os küszöböt túllépő szélsőségek gyakorisága és a félgömbi átlaghőmérséklet közötti regressziós együttható (1/10 évK), öt állomás átlagában. (Vastagon az 5%-nál, dölt szedéssel a 20%-nál kisebb valószínűséggel zérus regressziókkat jelöltük)

Hőmérséklet	*Korr.eh.*	*Regr. eh.*	*t-szign. %*
Nyári fé.: max	0,39	$7,0_{\pm}5,8$	26
Nyári fé.: min.	0,44	*$-6,3_{\pm}4,5$*	*20*
Nyári fé.: mind	0,05	$0,8_{\pm}5,8$	90
Téli fé.: max	0,36	$-1,6_{\pm}1,4$	30
Téli fé.: min.	0,25	$-1,7_{\pm}2,2$	48
Téli fé.: mind	0,37	$-3,3_{\pm}2,9$	30
Egész év: max	0,32	$5,4_{\pm}5,7$	37
Egész év: min.	0,60	*$-7,9_{\pm}3,7$*	*7*
Egész év: mind	0,14	$-2,5_{\pm}6,3$	70

Csapadék	*Korr.eh.*	*Regr. eh.*	*t-szign. %*
Nyári fé.: max	0,47	*$-3,5_{\pm}2,3$*	*17*
Nyári fé.: min.	0,54	*$3,4_{\pm}1,9$*	*11*
Nyári fé.: mind	0,02	$-0,1_{\pm}2,2$	96
Téli fé.: max	0,56	*$-3,9_{\pm}2,0$*	*9*
Téli fé.: min.	0,22	$1,2_{\pm}1,9$	54
Téli fé.: mind	0,65	**$-2,6_{\pm}1,1$**	**4**
Egész év: max	0,69	**$-7,4_{\pm}2,7$**	**3**
Egész év: min.	0,72	**$4,6_{\pm}1,6$**	**2**
Egész év: mind	0,41	$-2,8_{\pm}2,2$	24

átlagos évben csaknem négyszer (3,65-ször) fellép mindkét irányú szélsőség. Ha most ezt kiterjesztjük az egész Föld egymástól olyan távol eső pontjaira, ahol már az események között nincs statisztikai összefüggés és egybevonjuk mindenféle elem mindkét irányú szélsőségét, akkor nyilvánvaló, hogy a médiának csak figyelnie kell: szinte minden időpontban várható valahol egy ott addig soha nem észlelt szélsőség.

Abszolút szélsőségek és a minták tágassága

A szélsőség-fogalmak közül a legkönnyebb az adott időszak alatt előfordult legnagyobb (legkisebb) érték interpretációja, ami - változatlan éghajlat mellett - idő múlásával egyre inkább megközelítené a gyakorlati tervezésben használatos, száz, ill. ezer (stb.) évente előforduló, katasztrófa-szeru küszöbértékeket.

A havi abszolút hőmérsékleti és csapadék-szélsőségeket foglaltuk a *II. és III. táblázatba* Budapest és Mosonmagyaróvár esetében. Megfigyelhető, hogy míg az abszolút hőmérsékleti rekordok a hónapok többségében (24-ből 15-ben) a két állomáson ugyanazon években léptek fel, addig a csapadéknál ez a kivétel (csak 3-szor fordult elő).

A hőmérséklet esetében egyetlen kivétellel (novemberi maximumok) Budapest adja mindkét irányban a szélsőségesebb értékeket. A csapadéknál e vonatkozásban is tarkább a kép: a legszárazabb hónapok a 12-ből 9-ben Budapesten mutatnak alacsonyabb csapadékot, a legnagyobb értékek vonatkozásában viszont pontosan 6-6 az arány. (A két állomás százéves havi átlagai is pontosan fele-fele arányban nagyobbak a másikénál.)

A két szélsőértéket egymásból kivonva, a minta tágasságához jutunk. E számokat érdemes abból a szempontból vizsgálnunk, hogy mennyire stabilan becsülhetőek a 30 éves átlagokból. Az eredményt Pécs állomásra az 5. ábrán mutatjuk be. Megfigyelhető, hogy az egymással részben fedésben lévő, elcsúsztatott 30 évek alatt mutatkozó tágasság értékek néhány fokkal, ill. néhányszor tíz mm-rel eltérhetnek egymástól.

A 6-6 havonként ábrázolt hőmérsékleti tágasság, egyébiránt, jól tükrözi a szórásban is mutatkozó éves menetet, amit a nyári minimum és a télvégi maximum jellemez. A csapadék-tágasságokat, amiket nyilvánvalóan a maximumok véletlenszeru ingadozása vezérel, még abban a vonatkozásban is hektikus viselkedés jellemez, hogy egy- egy harminc éven belül melyik hónapban a legnagyobb (legkisebb) a minta tágassága.

A havi szélsőségek gyakoriságának ingadozása a XX. században

Visszatérve a bevezetésben felvetett alapkérdéshez, hogy t.i. változik-e a szélsőségek gyakorisága az utóbbi évtizedekben, a *6. ábrán* bemutatjuk a 10%-os küszöbön kívül eső szélsőségek számának alakulását a XX. század harminc éves időszakaiban.

E gyakoriságok az utóbbi évtizedekben inkább csökkenő, mintsem növekvő tendenciát mutatnak, bár ennek szignifikanciáját a sor összefüggő volta miatt hagyományos próbákkal nem tudjuk számszerusíteni. Azt is nehéz megítélni, hogy az időszak elején valóban több volt-e a szélsőség, vagy a megfigyelés volt kevésbé megbízható.

Ha a szélsőségeket szétbontjuk azok pozitív, ill. negatív (maximum vagy minimum) jellege szerint, akkor a *7. és*

8. ábrához jutunk. E mutatók már - legalább részben - az átlagok változása (lassú ingadozása) folytán is különböznek az egyes harminc években. A hullámzás jellege azonban mind a hőmérséklet, mint a csapadék esetében eléggé eltérő a két állomáson. E mutatók tehát különösen érzékenyek arra is, hogy hol észlelték őket, nem csupán arra, hogy mikor. Azt sem feltételezhetjük, hogy ezt nagyrészt az inhomogenitások rovására írhatjuk, hiszen a csapadéknál ugyanez a helyzet.
Az időbeli alakulás azonban nem helyettesíti a globális változókkal párhuzamos vizsgálatot (*IV. táblázat*), hiszen ez utóbbi paraméterek sem monoton függvényei az időnek.

A szélsőségek ingadozásának kapcsolata a félgömbi hőmérséklettel

Ha számszerusítjük a 10%-os gyakorisági küszöb szerinti szélsőségek évtizedenkénti száma és a félgömbi átlaghőmérséklet (Jones, 1994 és kiegészítései) közötti korrelá-ciós és regressziós együtthatókat, akkor a IV. táblázatban szereplő számokhoz jutunk. A konkrétan öt állomás, Mosonmagyaróvár, Pécs, Budapest, Debrecen és Szeged, összesítésében nyert számok a következőket sugallják:
A két elemnél teljesen eltérő a szignifikáns kapcsolatok aránya. A hőmérsékletnél csak az évi, ill. - a regressziós együtthatók szerinti kisebb bizonyossággal - a nyári félévi alacsony hőmérsékletek gyakorisága csökken. (Természetesen az időszak minden hónapját a saját száz éves eloszlásához viszonyítottuk.) A csapadék esetében a kilenc változatból 3 legalább 5, további három pedig kisebb, mint 20 %-os szinten szignifikáns. A csapadék-szélsőségek kapcsolatának közös jellemzője, hogy a nagycsapadék-szélsőségek gyakorisága csökken, a kis csapadékúaké növekszik. Ez a tapasztalat összhangban van a csapadék átlagaira korábban kapott eredményekkel (*Mika, 1988*).
E két hatás összege, a mindkét irányú szélsőség csak a téli félévben szignifikáns.

Konklúzió

1. Az új rekordok fellépésének gyakorisága a megfigyelési időszak hosszával nagyjából fordított arányban csökken. Ebben a tekintetben nincs különbség az eredeti és a homogenizált hőmérsékleti sorok között.
2. Az egyes 30 években az ellentétes szélsőségek ill. ezek különbsége, a tágasság, erősen ingadozik. Ugyanez igaz az egyes állomások közötti (térbeli) összevetésben is.
3. A szélsőségek gyakorisága az utóbbi évtizedekben semmiképpen sem szaporodott, inkább ritkult. Külön vizsgálatot igényel, hogy az időszak elején nem voltake durva adatképzési hibák.
4. A félgömbi átlaghőmérséklettel a hőmérsékleti szélsőségek kevéssé mutatnak kapcsolatot, de a melegedéssel a nagy havi csapadékösszegek gyakorisága a XX. században csökkent, míg a száraz szélsőségeké növekedett.

Köszönetnyilvánítás A fenti kutatásokat az OTKA (T-025803) támogatta.

Irodalom

Jones, P. D., 1994: Hemispheric surface air temperature variations: a reanalysis and update to 1993. Journal of Climate 7, 1794-1802. (Kiegészítése az Internetről)
Leadbetter, M. R., Lindgren, G. and Rootzen, H. (1983): Extremes and related properties of random sequences and processes. Springer-Verlag, N.Y.
Mika J., 1988: A globális felmelegedés regionális sajátosságai a Kárpát-medencében. Időjárás 92, 178-189
Mika J., Baranka Gy. és Szentimrey T., 1996: A légköri aeroszolok hőmérsékleti hatásának becslése. In: III. Magyar Aeroszol Konferencia, 1996. november 14-15 Budapest, 12-16
Szentimrey, T., 1999: Multiple Analysis of Series for Homogenization. In: Second Seminar for Homogenization of Surface Climatological Data, Budapest, Hungary; WMO, WCDMP-No. 41, pp. 27-46.

Mika János és Szentimrey Tamás (OMSZ)
Bartholy Judit (ELTE), Szeidl László (Pécsi Tud. E.)

ÚJ KÖNYV

Magyarország Éghajlati Atlasza

Bár címe azonos az 1960-ban megjelent, de már régóta nem kapható Éghajlati Atlasszal, szerkestését és tartalmát illetően merőben új kiadványról van szó, és természetesen sokkal frissebb adatokra (1961-1990) támaszkodik. Az éghajlati elemek felszínközeli eloszlásának bemutatásán túl bőséges ábraanyagot találunk a magaslégkör éghajlati viszonyairól, a műholdas mérésekről, radar és villámlokalizációs mérésekről, és külön fejezet foglalkozik az egyes légszennyező anyagok eloszlásának térképes bemutatásával is.

A térképek zöme nem a hagyományos izo-vonalas ábrázolással készült, hanem folytonos színátmenettel, ami arra kíván utalni, hogy az egyes meteorológiai elemek a térben folytonos eloszlásúak.

Az OMSZ kiadásában készült atlasz ára 3950 Ft, terjesztője a Nemzeti Tankönyvkiadó (Pedagógus bolt: 1053 Bp., Muzeum krt. 3., Pedellus bolt: 1143 Bp., Szobránc u. 6-8.)

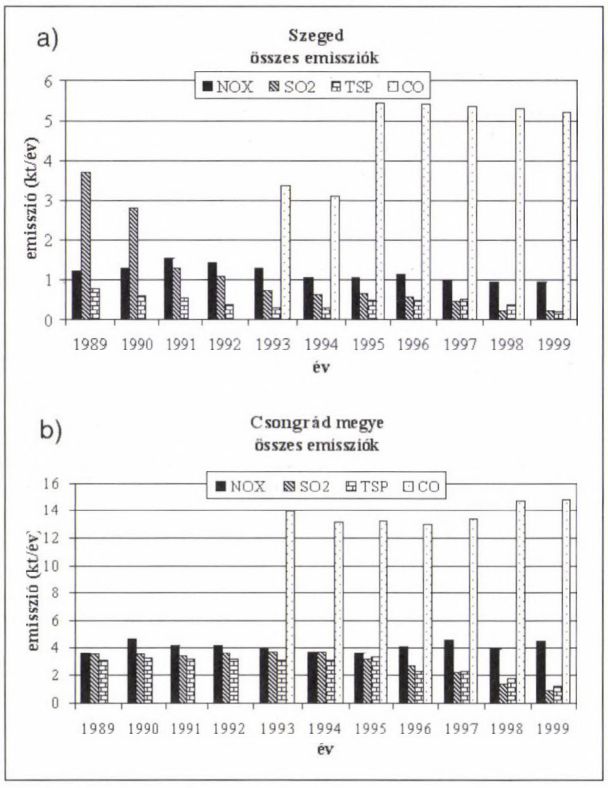
A LEVEGŐSZENNYEZETTSÉG BECSLÉSE SZEGEDEN

1. Bevezetés

A levegőminőség fontos szerepet játszik mindennapjainkban. A légszennyezés, a szennyezett levegő káros az épületekre, a gépekre, technikai eszközökre, s komoly egészségkárosodást is okozhat. A levegőminőség, a légszennyező anyagok koncentrációja fizikai és kémiai tényezőktől függ, de befolyásolhatják azt a légkörben zajló meteorológiai folyamatok, továbbá földrajzi tényezők (pl. éghajlat, helyi meteorológiai feltételek az adott pillanatban, domborzat, stb.), valamint társadalmi tényezők (pl. a meglévő környezetvédelmi szabályozók, várostervezési prioritások, stb.). A kibocsátott anyagok – a források közvetlen környezetében felhalmozódva – kifejthetik helyben a hatásukat (pl. közlekedés), de nagyobb régiók is érintettek lehetnek (pl. ipari üzemek vagy erőművek magas kéményei által).

A légszennyezéssel kapcsolatos vizsgálatok (detektálás, analízis, modellezés) – bármely térskálára készülnek – egyik alapvető célja a légszennyezettség mértékének megállapítása, annak kiderítése, hogy milyen mértékű az egyes légszennyező anyagok koncentrációja a határértékükhöz képest, milyen a légszennyezettség időbeli menete.

A fenti célú vizsgálatot Szegedre végeztük el, mely a Dél-alföld legnagyobb városa, lakossága 155 ezer fő.



1. ábra: A nitrogén-oxidok (NOx), a kén-dioxid (SO2), az összes lebegő részecske (TSP) és a szén-monoxid (CO) kibocsátásai: a) Szegeden, b) Csongrád megyében, 1989-1999

Jóllehet, a nehézipar elemei is megtalálhatók e településen (kőolaj- és földgázbányászat, vegyipar), a várost mégis inkább a könnyűipar jellemzi (Pick szalámigyár, mezőgazdasági eredetű terményfeldolgozás). A rendszerváltás – 1989 óta – több ipari üzem megszűnt, ezáltal az ipari eredetű emissziók mérséklődtek, tovább növelve a közlekedésből származó kibocsátások súlyát Szeged légszennyezésében.

A dolgozat adatbázisa részben Szeged és Csongrád megye egyetlen monitoring* állomásáról származik. Ezen állomásról a CO, NO, NO_2, SO_2, O_3 és a lebegő részecskék (TSP = Total Suspended Particulate)* 1997-2000 közötti 4 éves időszakból származó 30 percenkénti koncentrációit (ppb, illetve a TSP esetében mg m^{-3}) vettük alapul.

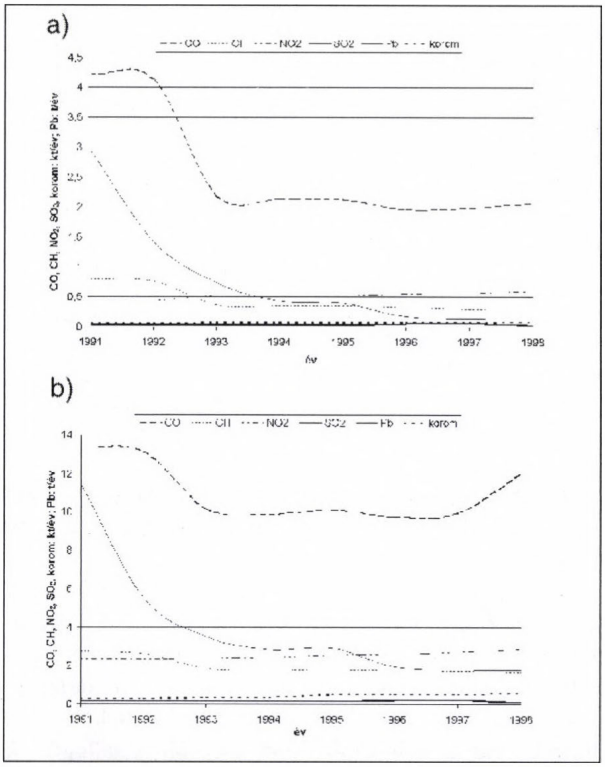
2. Statisztikai módszerek

2.1. A légszennyezettség mértékének számszerű kifejezése

A levegőminőségnek számos összetevője van (pl. időjárási körülmények, természetes és antropogén eredetű légszennyező anyagok, szagok, zaj, stb.). Mindegyik összetevő számos elemet foglal magába [pl. az időjárási körülmények az alábbi (meteorológiai) elemeket tartalmazzák: globális sugárzás, hőmérséklet, légnedvesség, szélirány, szélsebesség, stb.]. Stuttgartban már évek óta alkalmaznak egy levegőminőségi indexet (air quality stress index = AQSI) a várostervezésben. Ez az index néhány fontosabb légszennyező anyag együttes hatásának a mérőszáma, eltekintve azok egyedi értékétől. Egyrészt az ily módon meghatározott levegőminőségnek, másrészt az AQSI index képletében szereplő egyes légszennyező anyagok szabványban rögzített határértékeinek az ismeretében légszennyezettségi kategóriákat állapítunk meg, amelyek alapján a mért levegőminőséget osztályozzuk.

Az AQSI átlagos (évi), illetve rövid tartamú (napi) légszennyezettség esetére határozható meg. Képletében csupán a következő összetevők szerepelnek: kén-dioxid (SO_2), nitrogén-dioxid (NO_2) és az összes lebegő részecske (TSP). Ugyanis ezek (*) a különböző szennyező források csoportjainak kulcsfontosságú komponensei, (**) hasonló tulajdonságaik vannak, s (***) a legtöbb levegőminőségi állomáson észlelik őket (*Mayer, 1995*).

A levegőminőségi index (AQSI) kategóriái a következők:
I. kategória: alacsony légszennyezettség; akkor beszélünk róla, ha a három légszennyező anyag egyikének a koncentrációja sem lépi túl a határértéket és AQSI < 0,5;
II. kategória: közepes légszennyezettség; akkor tapasztalható, ha a három légszennyező anyag egyikének a koncentrációja sem lépi túl a határértéket és 0,5 £ AQSI < 1,0 (*Mayer, 1995*);
III. kategória: súlyos légszennyezettség; akkor lép föl, ha a három légszennyező anyag közül legalább egynek a kon-



2. ábra: Gépjárművek kibocsátásai: a) Szeged, b) Csongrád megye, kt/év; Pb: t/év

centrációja túllépi a határértéket, de nem éri el annak kétszeresét, függetlenül az AQSI tényleges értékétől [Mayer (1995) után módosítva];

IV. kategória: szélsőséges légszennyezettség; akkor lép föl, ha a három légszennyező anyag közül legalább egynek a koncentrációja eléri vagy túllépi a határérték kétszeresét, függetlenül az AQSI tényleges értékétől [*Mayer (1995)* után módosítva].

A levegőminőségi index (évi) átlagos légszennyezettség ($AQSI_1$) esetére a következő formulával fejezhető ki:

$$AQSI_1 = \frac{1}{3} \cdot \left[\frac{I1(SO_2)}{50} + \frac{I1(NO_2)}{50} + \frac{I1(TSP)}{50} \right]$$

ahol I1 az adott szennyezőanyag évi átlagos koncentrációja (mg m^{-3}), a nevezők pedig az adott szennyezőanyagoknak az EU, illetve a WHO levegőminőségi irányelveiben közölt évi határértékei (mg m^{-3}). (A Magyar Szabvány szerinti évi határértékek az SO_2, NO_2 és TSP esetében rendre 70 mg m^{-3}, 100 mg m^{-3} és 50 mg m^{-3}.)

Kívánatos, hogy a légszennyezettség a lakó- és üdülőhelyeken az I. vagy II. légszennyezettségi kategóriákkal legyen jellemezhető, míg az ipari és kereskedelmi régiókban az gyakran a III. és IV. kategóriákba sorolható (*Mayer, 1995*).

A rövid tartamú (napi) levegőminőségi index ($AQSI_2$) az alábbi képlettel írható le:

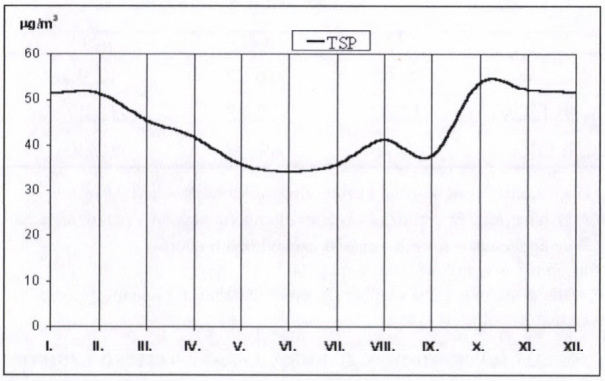
$$AQSI_2 = \frac{1}{3} \cdot \left[\frac{I2(SO_2)}{125} + \frac{I2(NO_2)}{150} + \frac{I2(TSP)}{150} \right]$$

ahol I2 az adott légszennyező anyag egynapi mért értékeiből képzett eloszlásfüggvény 98%-os értékéhez tartozó független változó (mg m^{-3}) [vagyis az az $x_{0,98}$ számérték, amelyre $P(x<x_{0,98}) = F(x_{0,98}) = 98\%$], a nevezők pedig az adott szennyezőanyagoknak az EU, illetve a WHO levegőminőségi irányelveiben közölt napi határértékei (mg m^{-3}) (*Mayer, 1995*; *Matzarakis és Mayer, 1995*). (A Magyar Szabvány szerinti napi határértékek az SO_2, NO_2 és TSP esetében rendre 150 mg m^{-3}, 150 mg m^{-3} és 100 mg m^{-3}.)

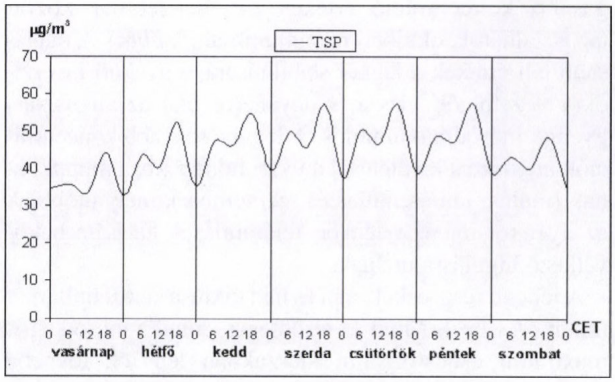
3. Eredmények

3.1. A légszennyező anyagok emissziós idősorai

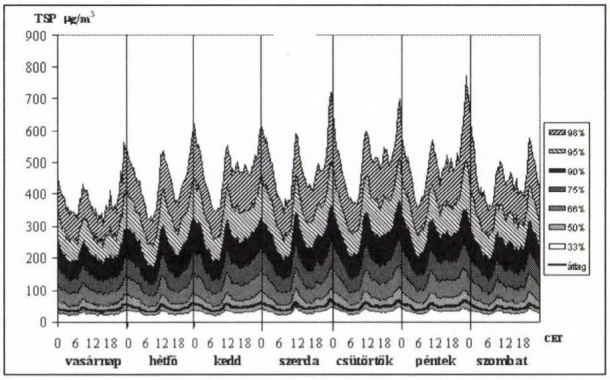
A légszennyező anyagok emissziói különböző forrásokból származhatnak. Ezek a forráscsoportok a következők: lakosság, szolgáltatás, közlekedés, hőerőművek, egyéb hőtermelés, ipar és mezőgazdaság (pl. *Makra et al., 2001b*). A legfontosabb légszennyező anyagok a nitrogén-oxidok (NO_x), a kén-dioxid (SO_2), a lebegő részecskék (TSP) és a szén-monoxid (CO). Trendjeiket az 1. ábra mutatja. Csupán a kén-dioxid kibocsátások trendje csökkent szignifikánsan mind Szegeden (*1a. ábra*), mind Csongrád megyében (*1b. ábra*). Ez az energiahordozók és a technológia terén 1990 után bekövetkezett változásnak tulajdonítható. A többi paraméter esetében számottevő időbeli változás nem tapasztalható (*Horváth et al., 2001a*).



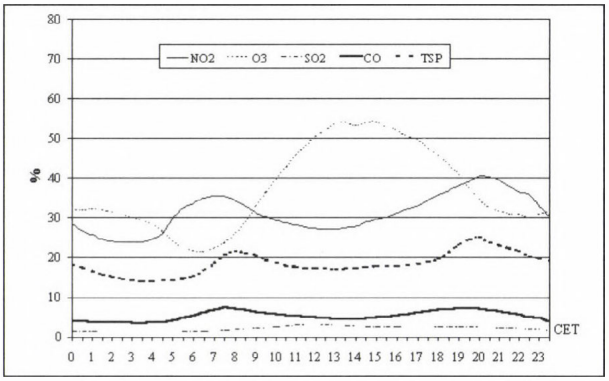
3. ábra: A TSP koncentrációk átlagos évi ciklusa, monitoring állomás, Szeged belvárosa, 1997-2000



4. ábra: A TSP koncentrációk átlagos napi és heti ciklusa, monitoring állomás, Szeged belvárosa, 1997-2000.



5. ábra: A TSP koncentrációk százalékos értékeinek átlagos napi és heti ciklusa, monitoring állomás, Szeged belvárosa, 1997-2000.



6. ábra: Az egyes légszennyező anyagok átlagos napi ciklusa egészségügyi határértékeik százalékában, monitoring állomás, Szeged belvárosa, 1997-2000.

A közlekedés – különösen az NO_x- és a CO-kibocsátásokat illetően – igen jelentős légszennyező forrás. Magyarországon a CO, valamint az NO_x összes kibocsátásaiból a gépjárműforgalom részesedése rendre 44 %, illetve 53 % (*Ministry for Environment, Hungary, 1999*). Nagyobb településeinken folyamatosan nő a lakosság és a gépjárművek száma. Ennélfogva itt a közlekedés hatása még jelentősebbé válik. Ily módon a közlekedésből származó kibocsátások trendjeit is elemeztük Szegedre (*2a. ábra*) és Csongrád megyére (*2b.* ábra). A korábban már bemutatott légszennyező anyagokon kívül az elégetlen szénhidrogén (CH), tovább az ólom (Pb) és a korom emisszióit is feltüntettük. A legkarakterisztikusabb mind Szegeden, mind Csongrád megyében az ólomkibocsátás csökkenése. Ennek oka a benzin ólomtartalmának folyamatos csökkentése és az ólommentes benzin megjelenése. Említésre méltó még, hogy a szén-monoxid emisszió jelentős mértékben (Szegeden markánsabban) csökkent 1993-ra.

3.2. A lebegő részecskék (TSP) koncentrációjának időbeli változékonysága.

Szeged közismert poros levegőjéről. Abból a célból, hogy a szálló porral kapcsolatosan részletesebb információhoz juthassunk, megvizsgáltuk a lebegő részecskék (TSP) néhány statisztikai jellemzőjét.

A lebegő részecskék átlagos évi menetében a legmagasabb koncentráció értékek október-február között tapasztalhatók, októberi maximummal (*3. ábra*). A magasabb téli értékek a légkör stabilitására, a gyakori inverziókra vezethetők vissza, s ugyanerre utal az augusztusi gyenge másodmaximum is. A legalacsonyabb koncentrációk augusztus kivételével a nyári hónapokban mutatkoznak (május, június, július és szeptember), mely utóbbiak az ilyenkor intenzív légköri feláramlások hatására bekövetkező hígulásra utalnak.

A lebegő részecskék napi és heti ciklusa kettős hullámot mutat (*4. ábra*). Mind az elsődleges, mind a másodlagos maximum csúcsforgalmi időszakban lép föl, továbbá hasonló módon, az elsődleges és a másodlagos minimumok akkor tapasztalhatók, amikor a forgalom a legkisebb (éjszaka, illetve a déli órákban). Megjegyzendő továbbá, hogy a lebegő por koncentrációja nagyobb hétköznapokon, mint hétvégeken.

A lebegő por gyakorisági eloszlásfüggvényei (melyek adott értéknél kisebb értékek bekövetkezési valószínűségét adják meg) kettős hullámot mutatnak késő esti – éjszakai főmaximummal, illetve késő délelőtti másodmaximummal. A legalacsonyabb értékek kora reggel, míg a másodminimum este tapasztalható (*5. ábra*). Az 5. ábra összhangja a napi és heti menettel (4. ábra) nyilvánvaló, s mindkét ábrán a TSP-koncentrációk időbeli menete egyértelműen a forgalomsűrűség napi változásaihoz kötődik. A TSP átlagos évi (3. ábra), napi és heti (4. ábra) ciklusa, valamint százalékos értékeinek átlagos napi és heti ciklusa (5. ábra) nagyon hasonló a nitrogén-monoxidéhoz (*Mayer, 1999; Makra et al., 2001a; 2001b*), ami megerősíti a lebegő por kapcsolatát a közlekedéssel. Ily módon a közlekedés a TSP forrásának tekinthető, akár azáltal, hogy a gépjárművek motorja termeli a részecskéket, akár azáltal, hogy a forgalom áthaladásával keletkező légáram révén jut a részecske a levegőbe.

3.3 A légszennyezettség időbeli változékonysága

Szegeden az átlagos (évi) légszennyezettséggel kapcsolatos levegőminőségi index ($AQSI_1$) értéke számottevően jobb lett 2000-ben (0,471) és 1999-ben (0,448) az 1998. évi értékéhez (0,606) képest. Ez azt jelenti,

1. táblázat
A rövid tartamú (napi) levegőminőségi index ($AQSI_2$) értékek eltérései

időszak	a napi átlagok eltérései, %		
	(1)	(2)	(3)
év	-8.72	-16.22	-12.92
nyári félév	-13.52	-13.43	-13.47
*téli félév	-4.64	-18.34	-12.40

(1) a szombat és hétköznap közötti eltérés (szombat – hétköznap), %
(2) az ünnepnap és hétköznap közötti eltérés (ünnepnap – hétköznap), %
(3) az ünnepnap + szombat és hétköznap közötti eltérés (ünnepnap + szombat) – hétköznap, %
*a január-március és az október-december közötti 3-3 hónap mindhárom vizsgált évben

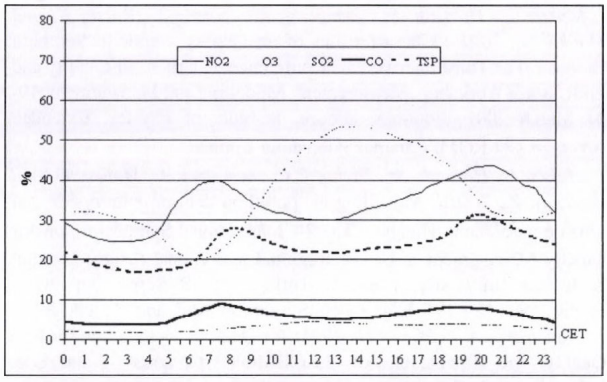
2. táblázat
A különböző légszennyezettségi kategóriájú napok száma

időszak	légszennyezettségi kategóriák, nap											
	I. kategória			II. kategória			III. kategória			IV. kategória		
	1998	1999	2000	1998	1999	2000	1998	1999	2000	1998	1999	2000
év	293	343	335	41	14	8	26	8	21	5	0	2
nyári félév	173	181	182	5	1	1	4	1	0	1	0	0
*téli félév	120	162	153	36	13	7	22	7	21	4	0	2

*a január-március és az október-december közötti 3-3 hónap mindhárom vizsgált évben

hogy az általunk vizsgált forgalmas közlekedési csomópont - ahol a monitoring állomás működik (*Horváth et al., 2001a*) – levegőminősége az I. légszennyezettségi kategóriába sorolható.

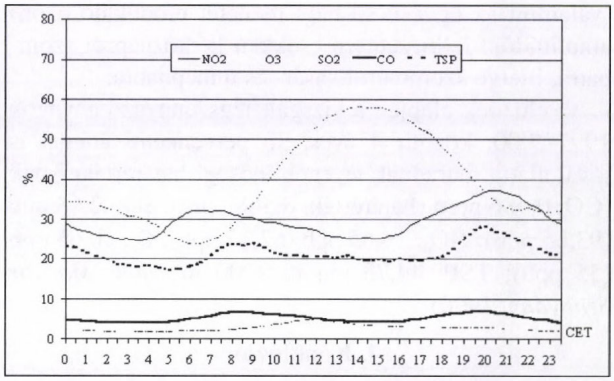
Meghatároztuk a napi légszennyezettség ($AQSI_2$) hétköznapi és hétvégi (szombat, vasár- és ünnepnap) értékei közötti különbségeket a Szeged belvárosában található automata levegőminőségi állomás 1997-2000 közötti időszakra vonatkozó 30 percenkénti koncentrációi alapján. Magyarországon a heti munkaidő 40 óra. Abból a feltevésből indultunk ki, hogy a napi levegőminőség - melyet az $AQSI_2$ számított értéke jelez - a hétvégén módosul. Azt kaptuk hogy az $AQSI_2$ hétközben magasabb, a hétvégeken pedig alacsonyabb (*1. táblázat*). A a téli félévben ünnepnapokon a levegőminőség számottevően jobb a hétköznapokéhoz képest, mint a nyári félévben (ezt vártuk), ugyanakkor a nyári félévben szombatokon sokkal kisebb a légszenyezettség



7. ábra: Az egyes légszennyező anyagok átlagos napi ciklusa egészségügyi határértékeik százalékában, hétköznap, monitoring állomás, Szeged belvárosa, 1997-2000.

a hétköznapokéhoz képest, mint a téli félévben. Ez utóbbit nem vártuk és ennek megmagyarázása további elemzést kíván. A szombatok, a vasárnapok, illetve az ünnepnapok azonos mértékben mérséklik a légszennyezettséget a nyári félévben. Hétvégeken a légszennyezettség csökkenése eléri a 18 %-ot. Következésképp, a forgalom változása feltételezhetően jelentős mértékben hozzájárul a légszennyezettség módosulásához. Ugyanakkor az sem zárható ki, hogy az ipari eredetű szennyezettség is jelentősen csökken a szabad- és ünnepnapokon.

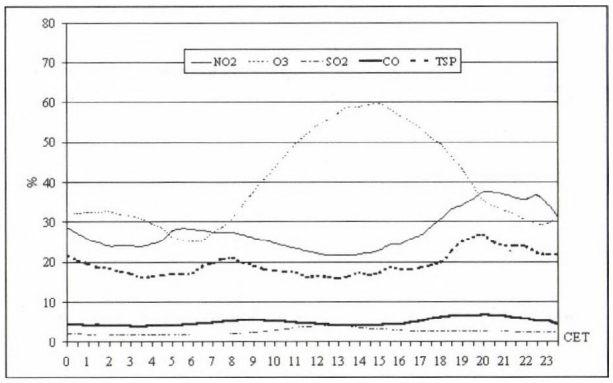
Azon célból, hogy áttekintést kaphassunk Szeged napi légszennyezettségéről, kategorizáltuk az egyes napokat (lásd: a 2.1. fejezetben már említett kategóriák) az 1998., 1999. és a 2000. évi átlagos napi légszennyezettség koncentrációk szerint (*2. táblázat*) (*Matzarakis és Mayer, 1995*).Vizsgálataink alapján a téli félévben jellegzetesen megnövekszik a nagyobb légszennyezettségű napok száma (II, III. és IV. kategória) szemben a nyári félévvel. A levegőminőség számottevően jobb lett 1999-ben az 1998. évihez képest, míg 2000-ben nem történt lényeges változás az előző évihez viszonyítva. A jobb levegőminőséget az alacsony légszennyezettségű napok szignifikánsan nagyobb száma, s ezzel egyidejűleg a szélsőséges légszennyezettségű napok lényegesen kisebb száma jellemzi (2. táblázat). A téli félévben szignifikán-



8. ábra: Az egyes légszennyező anyagok átlagos napi ciklusa egészségügyi határértékeik százalékában, szombat, monitoring állomás, Szeged belvárosa, 1997-2000.

san gyakrabban lépnek föl a súlyos (III. kategória), illetve szélsőséges (IV. kategória) légszennyezettségű napok, mint a nyáriban.

Kiszámítottuk az egyes légszennyező anyagoknak (NO_2, O_3, SO_2, CO és TSP) az 1997-2000 közötti 4 évre vonatkozóan az egészségügyi határértékük (*Magyar Szabvány, 1990*) százalékában kifejezett 30 percenkénti napi menetét egy átlagos napra (*6. ábra*). A napi menetek



9. ábra: Az egyes légszennyező anyagok átlagos napi ciklusa egészségügyi határértékeik százalékában,vasár- és ünnepnap, monitoring állomás, Szeged belvárosa, 1997-2000.

maximuma az egészségügyi küszöbértéknek még a 40%-át is alig érik el szennyezőanyagonként. Az O_3 átlagos napi maximuma is – mely 14-15 óra között tapasztalható – a küszöbérték 60%-a alatt marad. Ez az eredmény megerősíti e fejezet korábbi következtetését, miszerint nem csupán a vizsgált forgalmas közlekedési csomópont, hanem feltételezhetően maga a város is – ahol az átlagos légszennyezettség kisebb, mint a monitoring állomás közvetlen környezetében – az I. levegőminőségi kategóriába sorolható *(Makra et al., 2001c; 2001d)*.

Meghatároztuk továbbá a vizsgált szennyezőanyagok koncentrációinak az egészségügyi határértékük százalékában kifejezett napi menetét hétköznapokon *(7. ábra)*, szombatokon *(8. ábra)*, valamint vasár- és ünnepnapokon *(9. ábra)* is. Az ábrák jól mutatják, hogy a légszennyezők napi menetében a kettős hullám (valamint az egycsúcsú napi menetet produkáló ózon) amplitúdója jellegzetesen csökken hétköznapról szombatra, illetve szombatról vasár- és ünnepnapra.

Az előzőek alapján a vizsgált légszennyező anyagok 1997-2000. közötti 4 éves, 30 percenkénti átlagai is jóval alatta maradnak levegőminőségi határértékeiknek [CO: 0,486 ppm (határérték: 8,568 ppm); SO_2: 2,68 ppb (93,65 ppb); NO_2: 16,65 ppb (52,17 ppb); O_3: 20,65 ppb (55 ppb); TSP: 44,73 mg m^{-3} (200 mg m^{-3}] *(Magyar Szabvány, 1990)*.

4. Konklúzió

• A legfontosabb légszennyező anyagok közül csupán a kén-dioxid kibocsátások trendje, a közlekedési emissziók közül pedig az ólomkibocsátásé mutat szignifikáns csökkenést mind Szegeden, mind Csongrád megyében. A többi paraméter esetében számottevő időbeli változás nem tapasztalható.

• A lebegő részecskék évi ciklusa téli maximumot és nyári minimumot jelez; napi ciklusa pedig kettős maximumot mutat. A lebegő por napi gyakorisági eloszlásfüggvényei ugyancsak kettős maximumot írnak le, ami megerősíti annak kapcsolatát a közlekedéssel.

• Szegeden az átlagos (évi) levegőminőségi index ($AQSI_1$) lényegesen jobb lett 2000-ben, illetve 1999-ben az 1998. évihez képest. A rövid tartamú (napi) levegőminőségi index ($AQSI_2$) nagyobb hétközben és kisebb a hétvégeken. Hétvégeken a légszennyezettség csökkenése eléri a 18%-ot. Az egyes légszennyezők átlagos napi menetében a 30 percenkénti átlagok az egészségügyi küszöbértéknek még a 40%-át is alig érik el (kivételt képez az ózon 60%-kal). Szeged az I. levegőminőségi kategóriába sorolható.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A szerzők köszönetet mondanak Lukácsovics Lászlónak hasznos tanácsaiért. Megköszönik az Alsó Tisza Vidéki Környezetvédelmi Felügyelőség munkatársainak, hogy rendelkezésre bocsátotta a szegedi és Csongrád megyei emissziós adatokat. Ez a dolgozat az Oktatási Minisztérium FKFP-0001/2000. számú, illetve az OTKA T-34765 számú pályázati támogatásával készült.

HIVATKOZÁSOK

Horváth, Sz., Makra, L., Zempléni, A., Motika, G. és Sümeghy, Z., 2001a: A közlekedés szerepe a levegőminőség módosításában egy közepes méretű város példáján. Légkör, XLVI/1, 23-28.

Magyar Köztársaság, Országos Szabvány, 1990.: A környezeti levegő tisztasági követelményei. MSZ 21854-1990.

Makra, L., Horváth, Sz., Zempléni, A., Csiszár, V., Rózsa, K. and Motika, G., 2001a: Air Quality Trends in Southern Hungary. EURASAP Newsletter (in print)

Makra, L., Horváth, Sz., Zempléni, A., Csiszár, V., Rózsa, K. and Motika, G., 2001b: Some characteristics of air quality parameters in Southern Hungary. International Journal on Water, Air and Soil Pollution: Focus (WAFO), (submitted)

Makra, L., Horváth, Sz., Zempléni, A., Csiszár, V., Rózsa, K. and Motika, G., 2001c: Characteristics of air Quality Trends in Southern Hungary. The Third International Conference on Urban Air Quality and Fifth Saturn Workshop. Measurement, Modelling and Management. 19-23 March 2001. Loutraki, Greece. Institute of Physics, Extended Abstracts CD-ROM, Canopus Publishing Limited.

Makra, L., Horváth, Sz., Taylor, C.C., Zempléni, A., Motika, G. and Sümeghy, Z., 2001d: Modelling air pollution data in countryside and urban environment, Hungary. The 2nd International Symposium on Air Quality Management at Urban, Regional and Global Scales. Istanbul Technical University, Istanbul, Turkey, 25-28 September 2001. Proceedings. 189-196. Eds: Topcu, S., Yardim, M.F. and Incecik, S.

Matzarakis, A. és Mayer, H., 1995: Air Quality - as Indicator for Life Quality - in Athens, Greece. 1.ECOMOVE Congress "Land Use, Lifestyle and Transport" Documentation. Universität Gesamthochschule Kassel. 248-256.

Mayer. H., 1995: Human biometeorological assessment of climate and air quality for use in urban and regional planning: a new VDI guideline. Prospects for climate-orientated planning in European cities. European Academy of the Urban Environment, Berlin. 75-81.

Mayer, H., 1999: Air pollution in cities. Atmospheric Environment, 33, 4029-4037.

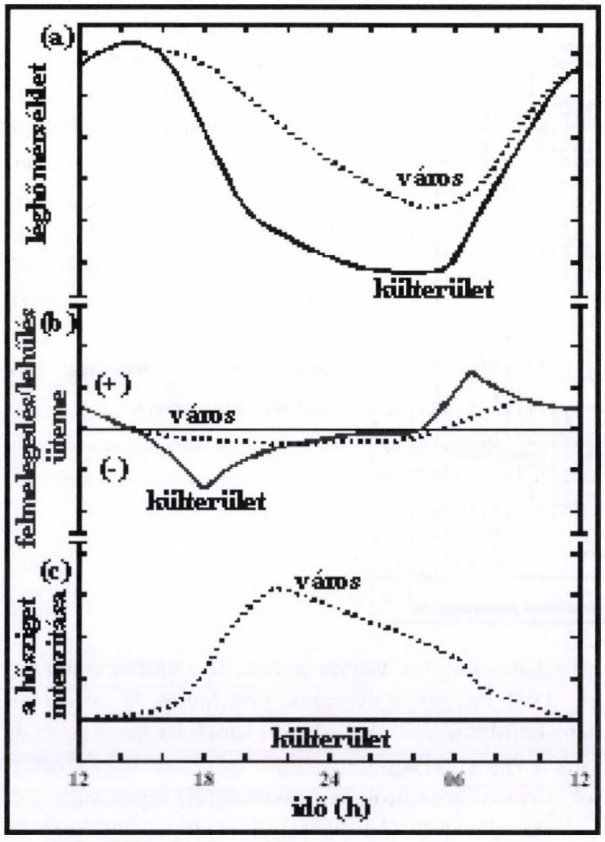
Ministry for Environment, Hungary, 1999: Data on Hungary's environment. Budapest. ISBN 963 00 2513 2

Makra László és Horváth Szilvia
Szegedi Tudományegyetem,
Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék

A VÁROSI HŐMÉRSÉKLETI TÖBBLET KERESZTMETSZET MENTI VIZSGÁLATOK SZEGEDEN

1. Bevezetés

A települések módosítják a felszín anyagát, fizikai tulajdonságait, szerkezetét, energiamérlegét és a légkör összetételét a természetes környezethez viszonyítva (bár ezek a területek sem teljesen mentesek az emberi tevékenység – pl. mezőgazdaság, erdőgazdálkodás – hatásaitól). A városok esetében a mesterséges tényezők



1. ábra: A város és a külterület termális szempontból eltérő viselkedésének napi menete déltől délig "ideális" időjárási helyzetben: (a) a hőmérséklet (°C), (b) a lehülés és felmelegedés üteme (°Ch^{-1}) és (c) a hősziget-intenzitás (°C) esetében

meghatároznak egy helyi klímát, a városklímát, melynek kifejlődése során a hőmérséklet mutatja környezetéhez képest a legszembetűnőbb módosulást. Ez – a jellegzetesen elsősorban növekedés – a városi hősziget (urban heat island – UHI) formájában nyilvánul meg (*Unger et al.*, 1999).

A városi hőmérsékleti többlet nagysága (intenzitása) jellegzetes napi menetet és a városon belül eltérő mértéket mutat. A napi menet legfőbb jellemzője (*1. ábra*), hogy a késő délutáni és az esti mérsékeltebb lehűlés miatt a hajnali minimum-hőmérséklet sem olyan alacsony, mint a külső területeken. Ugyanakkor napkelte után a város légtere lassabban melegszik fel. Ezek eredőjeként a hősziget intenzitása napnyugta után gyorsan növekszik és általában néhány órával később éri el a maximumát. Az éjszaka hátralévő részében lassan, de egyenletesen csökken a különbség a hőmérsékletek között, majd a csökkenés napkeltekor felerősödik.

Tehát az UHI intenzitásának napi változását úgy kell értelmezni, hogy azt a város és a külterület eltérő lehűlési és felmelegedési ütemének különbségei szabályozzák. Fontos továbbá, hogy a hősziget kialakulására a kisléptékű klimatikus folyamatok kialakulásához kedvező ("ideális"), azaz nem csapadékos, nem nagyon szeles és felhős időjárás esetén van esély, és erős kifejlődésére a naplementét követő 3-5 óra között (*1. ábra*).

1999-ben egy olyan kutatási projekt elindítására került sor Szegeden, melynek közvetlen célja a városi hősziget-intenzitás területi elterjedésének vizsgálata volt a napi menetben mutatkozó maximális kifejlődés legvalószínűbb idejében. E mérési kampány során nyert adatok további kutatásokra (pl. a városi hősziget térbeli kifejlődésének matematikai-statisztikai modellezésére, vagy az általános tanulságok leszűrésére alkalmas – s e tanulmányban részletesen tárgyalt – keresztmetszet menti vizsgálatokra) is lehetőséget nyújtottak.

Jelen esetben tehát figyelmünk a városi keresztmetszet menti hőmérséklet-mérések elemzésére irányul, amely – a helyi sajátosságok bemutatásán túl – az általános következtetések levonására is alkalmasnak tűnik. Egy méréssorozat és egy eseti mérés eredményeit felhasználva feltárjuk a napi maximális UHI intenzitás térbeli és időbeli eloszlásában lévő szezonális hasonlóságokat és eltéréseket, időbeli dinamikáját éjszaka, továbbá megmagyarázzuk a kutatásba bevont jellegzetes területhasználati típusok és klimatológiai/meteorológiai paraméterek szerepét, valamint ezek egymásra gyakorolt kölcsönhatását.

2. A vizsgált terület és módszerek

Földrajzi helyzetük szerint a magyarországi nagyvárosokat három nagy csoportba sorolhatjuk: völgyekben, hegyvidék és síkság találkozásánál elhelyezkedők, valamint síksági fekvésűek. A városi éghajlat kifejlődése szempontjából az első két típusba tartozó települések vizsgálata igen bonyolult, mert ezeknél nagyon nehéz elkülöníteni egymástól a mesterséges és a domborzati hatásokat. A harmadik kategóriába sorolható városokat illetően (tehát Szeged esetében is) viszont az mondható el, hogy az ezekben végzett részletes mérések és vizsgálatok általános városklimatológiai következtetések alapjául szolgálhatnak.

A projektben vizsgált teljes területet, az autóval végzett mobil mérési módszert és a területhasználat

főbb, generalizált típusainak meghatározását már bemutattuk e folyóirat hasábjain (*Unger et al.*, 1999), ezért ezek részletezésétől most eltekintünk.

3. Az átlagos keresztmetszeti profil

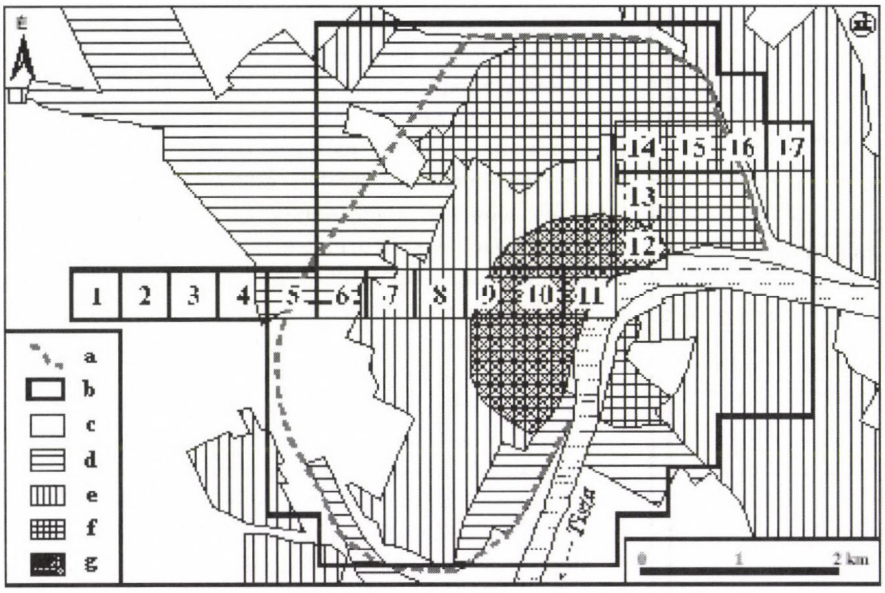
E fejezetben az eredetileg kijelölt területnek csak egy kisebb, ám karakterisztikus részét (*I. keresztmetszet*) vizsgáljuk az 1999. március és 2000. február közötti méréssorozat alapján, amely esetenként a hősziget napon belüli maximális kifejlődésének idejében zajlott. A 10 gridcellából álló rész nem más, mint az északi és déli mérési szektorok közötti átfedési terület, egyben egy olyan keresztmetszete Szegednek, amely a település nyugati szélén elhelyezkedő, külterületet reprezentáló cellától (1) a városközpontig (10) húzódik (*2. ábra*). Az első cella közepétől az utolsó közepéig 4,5 km a távolság. A város és környezetének hőmérsékleti különbségét (az UHI intenzitást) a következőképpen értelmeztük: $T_{cella} - T_{cella(1)}$, ahol: T_{cella} = az aktuális városi grid hőmérséklete, $T_{cella(1)}$ = annak a vidékinek tekintett cellának a hőmérséklete, amelyben az OMSZ szegedi obszervatóriuma is található. A keresztmetszeti vizsgálathoz használt mérések havonkénti illetve évszakonkénti gyakoriságát az *1. táblázat* mutatja be.

A keresztmetszet mentén a térbeli és időbeli maximális UHI profilokat az abszolút (°C) és normalizált (0 és 1 közötti dimenzió nélküli érték) évszakos átlagok összevetésével vizsgáltuk, figyelembe véve a területhasználati és klimatológiai jellemzőket is. Mivel minden esetben a 10-es cella képviselte a legnagyobb UHI intenzitást, a cellánkénti normalizált értékeket mindig az adott cella és 10-es cella abszolút átlagainak hányadosaiként állítottuk elő. Az időjárási feltételek (mindenekelőtt a szélsebesség és a felhőzöttség) befolyásolják az átlagos UHI intenzitás abszolút nagyságát (pl. *Landsberg*, 1981; *Park*, 1986; *Yagüe et al.*, 1991; *Unger*, 1996a), ezért a normalizált értékek felhasználása eredményes lehet a városi hősziget térbeli (jelen esetben keresztmetszet menti) változásainak összehasonlítására. Vagyis az várható a normalizált átlagos UHI intenzitás évszakos profiljaitól, hogy azokat nem befolyásolják az uralkodó időjárási viszonyok és csak a városi felszín tényezőitől (pl. a területhasználattól, a városközponttól mért távolságtól) függenek.

I. táblázat: A szegedi mobil mérések száma havi és évszakos bontásban (1999. – 2000. február)

M	*Á*	*M*	*J*	*J*	*A*	*Sz*	*O*	*N*	*D*	*J*	*F*
3	4	4	5	4	5	4	4	3	4	4	4

tavasz	*nyár*	*õsz*	*tél*
11	14	11	12



2. ábra: A keresztmetszeti vizsgálathoz kiválastott cellák számai és elhelyezkedésük Szeged fő szerkezeti morfológiai típusaihoz viszonyítva (a: körtöltés, b: az eredeti projektben vizsgált terület határa, c: mezőgazdasági és nyílt terület, d: ipari és raktározási terület, e: családi házak, f: panel lakótelepek, g: belváros 2-4 emeletes épületekkel)

A kiválasztott (I.) városi keresztmetszet mentén három generalizált területhasználati típust különíthetünk el: fedett felszínt (beépített területet, amely épületekből, utcákból, járdákból, parkolókból, stb. áll), növénnyel borított vagy csupasz felszínt (nyílt területet) és vízfelszínt. Ezeknek a típusoknak a százalékban kifejezett, cellánkénti arányait a *2. táblázat* tartalmazza. Látható, hogy a legnagyobb (90%-nál magasabb) beépítettség Szeged geometriai középpontja (9-10) körül található, de változása a város szélétől a központig nem egyenletes, hanem kisebb-nagyobb értékek váltogatják egymást. A vízfelszínek aránya szinte teljesen elhanyagolható a keresztmetszet mentén.

A *3. ábra* szerint az átlagos maximális UHI intenzitás profiljai minden évszakban jellegzetes ugrást mutatnak a beépített terület szélénél, azaz a 3-as cellánál (*2. táblázat*) és a legnagyobb értékeket a városközpontban (10) érik el. Az abszolút értékek tavasszal, nyáron és ősszel

majdnem egyformák az összes cellában (0°C és 3,02°C között váltakoznak), köztük a legnagyobb eltérés is csak 0,21°C (a tavasz és a nyár között, az 5-ös cellában). Tehát a keresztmetszet mentén az átlagos maximális UHI intenzitás ebben a három évszakban nagyon hasonlóan alakul. Télen viszont a hőmérsékleti profil értékei még a felét sem érik el a többi évszakban tapasztaltaknak: a legnagyobb UHI intenzitás csak 1,44°C. Az alacsony téli értékek miatt az átlagos éves profil a tavaszihoz, a nyárihoz és az őszihez viszonyítva mérsékeltebb, legnagyobb értéke ennek megfelelően 2,58°C.

Ezek az évszakos változások főként az eltérő időjárási körülményeknek tulajdoníthatók. A legnagyobb szélsebesség és felhőzöttség a téli hónapokra jellemző, amikor az UHI intenzitás a leggyengébb (*3. táblázat*). Azonban az is megfigyelhető, hogy nyáron, amikor az előbb említett paraméterek a legkisebbek, az intenzitása mégsem a legerősebb a városi keresztmetszet minden pontjában: a tavaszi és őszi profilok helyenként a nyári fölött futnak (*3. ábra*). Ez azt sugallja, hogy a klimatológiai tényezők hatásai meglehetősen összetettek: az UHI kifejlődésére gyakorolt befolyásuknak a vizsgálata nem korlátozódhat csupán kettő, habár természetesen alapvető fontosságú paraméterre.

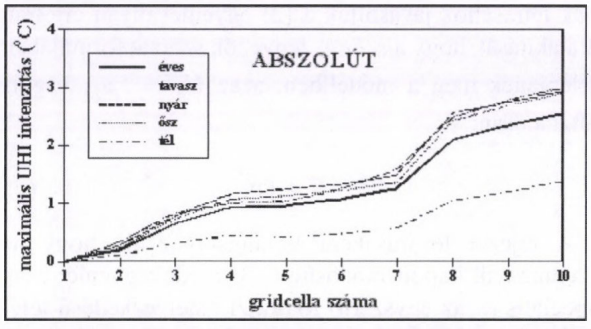
„fennsík": a szirt után kezdődő, a város legnagyobb felére kiterjedő, viszonylag egyenletes növekedést mutató rész;

„csúcs": a sűrűn beépített városközpont környékén kialakuló, legnagyobb pozitív hőmérsékleti anomália.

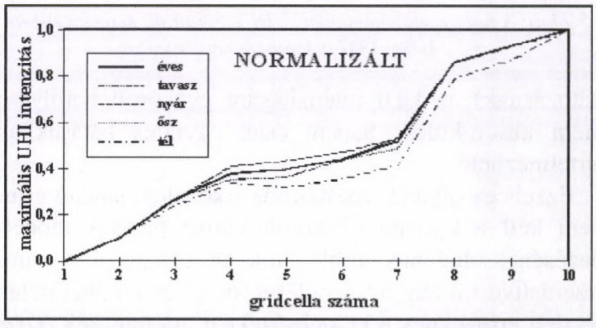
Szegeden a „szirt" mind a négy évszakban egy erőteljes hőmérséklet-emelkedés a 2 és 4-es cella között, kb. 1 km hosszan (*4. ábra*). A továbbiakban négy cellán át (4-7) tart az 1,5 km hosszú, nagyon lassú növekedést mutató „fennsík". Ez után a 7 és 8-as cella között (0,5 km) van egy második, igen meredek „szirt" is, amely jelzi a „csúcs"-régió kezdetét. A legnagyobb (0,77-nél magasabb) értékekkel jellemezhető terület meglehetősen széles (három cella, 1 km-es hosszúságban), így a valódi „csúcs" (1,0 értékkel) viszonylag kevésbé hegyes. Ez a jelenség jól megmagyarázható a belváros kiterjedésének viszonylagos nagyságával és homogenitásával, amelyet – az 1879-es nagy árvíz rombolása után – a századforduló és a XX. század első évtizedeiben épült 3-5 szintes házak jellemeznek. Összességében az állapítható meg, hogy a teljes egy éves mérési periódusban a keresztmetszet mentén a normalizált átlagos maximális UHI nagyon hasonlóan változik mindegyik évszakban: köztük a legnagyobb eltérés sehol sem haladja meg a 0,13-as értéket.

2. táblázat: A generalizált területhasználati típusok cellánkénti %-os aránya az I. és II. városi keresztmetszet mentén Szegeden

	(1)	*(2)*	*(3)*	*(4)*	*(5)*	*(6)*	*(7)*	*(8)*	*(9)*	*(10)*	*(11)*	*(12)*	*(13)*	*(14)*	*(15)*	*(16)*	*(17)*
beépített	0	0	18,9	70,4	54,2	85,6	71,7	77,8	91,4	90,5	77,3	83,6	75,7	67,9	81,2	61,0	72,2
nyílt	100	100	81,1	23,5	45,3	11,1	28,3	22,2	8,6	9,1	11,3	16,4	24,3	32,1	18,8	39,0	27,8
víz	0	0	0	6,1	0,5	3,3	0	0	0	0,4	11,4	0	0	0	0	0	0



3. ábra: Az abszolút átlagos maximális UHI intenzitás évszakos és éves profiljai Szegeden az I. keresztmetszet mentén (1999. március – 2000. február)



4. ábra: A normalizált átlagos maximális UHI intenzitás évszakos és éves profiljai Szegeden az I. keresztmetszet mentén (1999. március – 2000. február)

Az évszakos UHI profilok elemzését a normalizált értékek vizsgálatával folytatva azt találjuk, hogy a szezonális különbségek jelentősen lecsökkennek (*4. ábra*). Ezek a görbék – néhány helyi sajátosságtól eltekintve – nagyon jól követik az *Oke* (1987) által leírt tipikus UHI keresztmetszetet, amelyen belül három jellegzetes rész különböztethető meg (*5. ábra*):

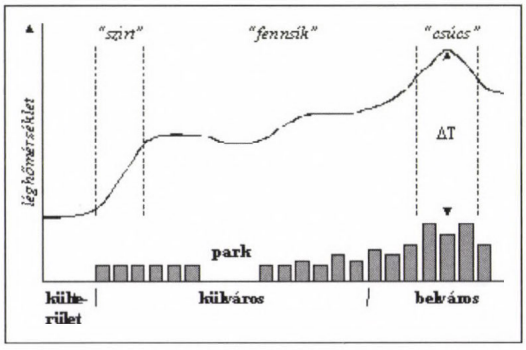
„szirt": a hőmérséklet meredek emelkedése a város és a vidék határán;

A normalizálás felhasználása tehát felfedte a város keresztmetszetének hőmérsékleti eloszlását, vagyis az UHI-nak a különböző városrészek szerinti nagyságrendjét, ami alapján azt a következtetést vonhatjuk le, hogy az évszakos átlagos profilok alakja szinte kizárólag csak a városi tényezőktől függ. E tényezők között azonban a beépített terület aránya nem lehet a legdöntőbb, mert a város szélétől a központ felé halad-

3. táblázat: A kiválasztott meteorológiai paraméterek szezonális átlagai Szegeden (1999. március – 2000. február)

	szélsebesség (ms^{-1})	*felhőzet* (*okta*)
tavasz	3,2	4,6
nyár	2,4	4,0
õsz	2,7	4,7
tél	3,4	5,1

va a hőmérséklet folyamatos (bár nem egyenletes ütemű) növekedése nem követi pontosan a beépítettség mértékének cellánkénti változását (*2. táblázat*). Valószínűsíthető, hogy a másik paraméter, a városközponttól mért távolság csökkenése dominánsabb tényező a városi hőmérséklet növekedésének kialakításában (*Unger et al.*, 2000). Természetesen ennek a két városi paraméternek (és más egyéb, jelen cikkben nem vizsgált tényezőknek, mint pl. az épülettömegnek és épületmagasságnak, vagy a horizontkorlátozásnak) az UHI intenzitására gyakorolt befolyása nem külön-külön, hanem csak együttes hatásukban értelmezhető.



5. ábra: A napnyugta után tipikus UHI generalizált keresztmetszete (Oke, 1987 alapján, módosítva)

Ezzel egy olyan kérdéskörhöz érkeztünk, amikor érinteni kell a klímára gyakorolt városi hatások modellezésének általános problematikáját. E hatásokat számszerűsítve mindig a településen belül és a külterületen észlelt értékeknek a különbségeként értelmezzük (*Oke*, 1997). *Landsberg* (1981) és *Oke* (1984) elemzik és alátámasztják *Lowry* (1977) ezzel kapcsolatos alapmodelljét, amely szerint a mért városi paraméterek (pl. hőmérséklet) *M* értékei mindig három elem összegzett hatásaként állnak elő:

$$M = C + L + U \qquad (1)$$

ahol *C* a terület háttérklímájának mérési adataiból származik, *L* a földrajzi elhelyezkedés (topográfia, vízfelület, stb.) sajátosságainak befolyásoló hatásaiból adódik, *U* pedig az összetett városi környezet (területhasználat, anyag, geometria, épülettömeg, épületmagasság, városon belüli elhelyezkedés, stb.) eredőjét jelenti.

A modellből az *L* tag elhagyható abban a speciális esetben, amikor a vizsgált település és környezete földrajzi szempontból nem bonyolult (pl. mint amilyen a nagy vízfelületektől távol elterülő, síksági fekvésű Szegedé is). Ekkor a modellegyenlet leegyszerűsödik:

$$M = C + U \qquad (2)$$

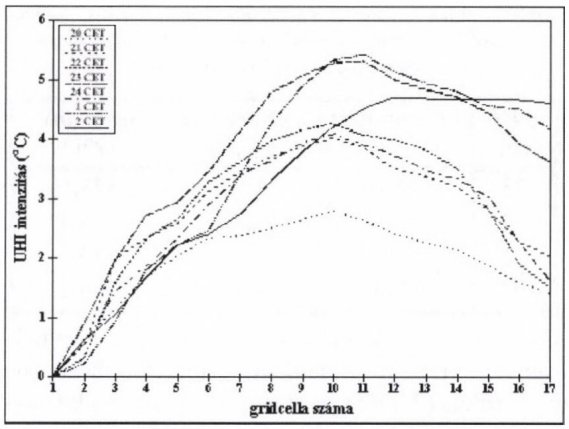
Eredményeinket alkalmazva egy paraméterre, módosíthatjuk, illetve pontosíthatjuk az (1) egyenlet városi változóját (*U*). Amennyiben az *M* alatt hőmérséklet értünk, akkor az UHI jelenti a település hőmérséklet-módosítását, azaz: UHI = *U*. Esetünkben a városnak az *n*-edik cellájában, adott időszakban vagy évszakban (*t*) jelentkező hatását U_{nt}-vel jelölhetjük. Eredményeink szerint a szezonális átlagos normalizált UHI profilokból arra lehet következtetni, hogy a profil alakja (melyet U_{Nn}-nel szimbolizálhatunk, s a normalizált UHI értékét jelenti az *n*-edik cellában) független az időjárási viszonyok évszakos változásától, kialakítását a városi tényezők (u_n) határozzák meg nagymértékben: $U_{Nn} = f_1(u_n)$. A másik oldalról viszont az abszolút UHI intenzitás egy adott városi helyen egy adott időpontban (U_{nt}) nemcsak a városi (u_n), hanem a településre és környezetére jellemző időjárási tényezők (c_t) függvénye is: $U_{nt} = f_2(c_t, u_n)$, vagyis egy adott cellában a település hatását az időjárási tényezők erősíthetik vagy gyengíthetik is. Ezért a város valódi hőmérséklet módosításának leírásához javasoljuk a (2) egyenlet olyan értelmű átalakítását, hogy a c_t és u_n tényezők szorzat formájában jelenjenek meg a modellben, azaz $U_{nt} = c_t u_n$, vagyis általánosan:

$$M = C + cu \qquad (3)$$

A fejezet lezárásaként kihangsúlyozzuk, hogy az eredményül kapott módosított (3) modellegyenlet csak speciális (azaz egyszerű) földrajzi elhelyezkedésű települések esetére és csak a hőmérsékletre érvényes.

4. A keresztmetszeti profil éjszakai dinamikája – esettanulmány

Az eredeti kutatási projekt szolgáltatta adatok nem nyújtottak lehetőséget az UHI időbeli (éjszakai) dinamikájának tanulmányozására, márpedig ennek ismerete is fontos a városi hősziget jelenségének még részletesebb megértéséhez. Így e kérdésnek a kutatása indukálta azt a 2001-ben induló több éves keresztmetszet-mérési kampányt, amelynek első állomása az ebben a fejezetben tárgyalásra kerülő 2001. május 30-31-i mérés volt.



6. ábra: A II. keresztmetszet menti gridcelláknak az egymást követő referencia időpontokban észletlt UHI intenzitása 2001. május 30-31-én Szegeden

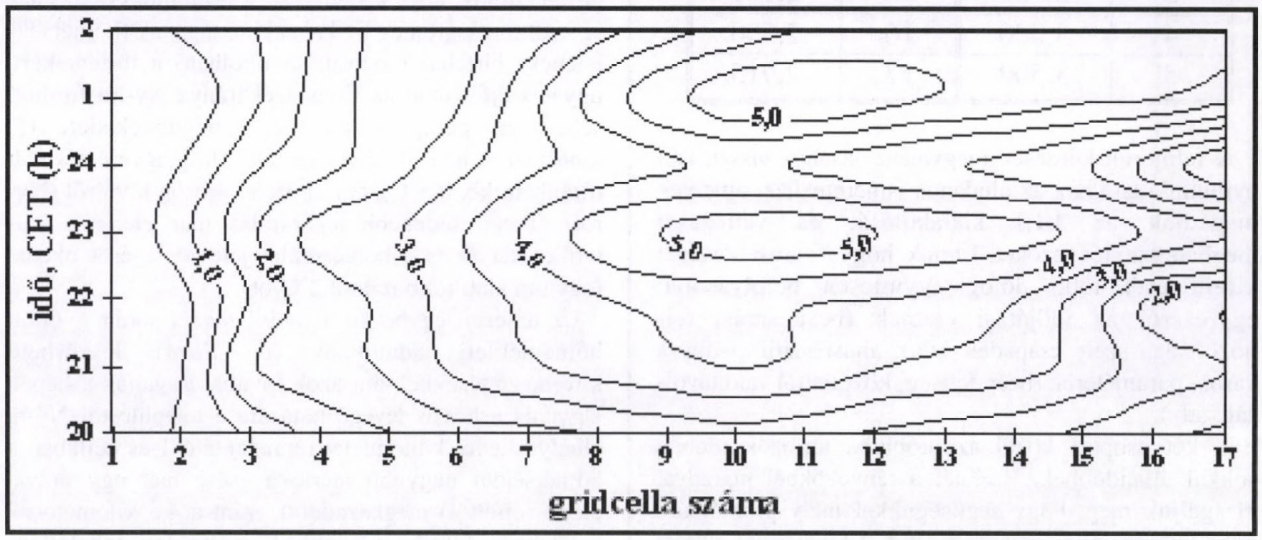
Az új méréssorozat keretében tanulmányozott *II. keresztmetszet* területe a korábbihoz képest a pontosabb és kiterjedtebb vizsgálatok érdekében némileg módosult: a korábbi tíz grid újabb cellákkal kiegészítve tizenhétre növekedett (*2. ábra*). Az ilyen módon kibővített városi keresztmetszetnek a korábbival szemben az az előnye, hogy a város összes fontos szerkezeti morfológiai típusát (a viszonylag sűrű beépítettségű belvárost, a nagy panelépítésű lakótelepeket, az ipari és raktárházas körzeteket, a családi házas részeket, valamint a városi zöldterületeket és a külterületek mezőgazdasági földjeit) egyaránt érinti. Ez valóban reprezentatív adatgyűjtési lehetőséget biztosít, ami sokkal fontosabb szempont, mint például az, hogy a kiválasztott keresztmetszet egy egyenes mentén helyezkedjen el.

A *2. táblázat* az új gridcellák esetében is tartalmazza a beépített, nyílt és víz felszínek pontos megoszlását. Látható, hogy a beépítettség változása a város központjától a K-i szélekig itt sem egyenletes. A vízfelszínek aránya (kivéve a Tiszába nyúló 11-es cellát) szinte teljesen elhanyagolható a keresztmetszet e része mentén is.

A 2001. május 30-i hőmérsékletmérés remek esettanulmánynak bizonyul, hiszen rajta keresztül az UHI kifejlődésének számos általános és speciálisan helyi tulajdonsága válik majd megfigyelhetővé. Magára a mérésre egyébként egy olyan nappalt követő éjszakán került sor, amely kedvező meteorológiai feltételeket – derült, csapadékmentes és mérsékelten szeles időjárást – biztosított a városi hősziget kialakulásához (amely az éjszaka nagyobb részében fent is maradt, egészen a hajnali 2-3h között hirtelen beköszöntő zivatarig).

A részletes elemzést a különböző referencia időpontokban észlelt abszolút UHI-intenzitásnak a gridek menti változásaival kezdjük (*6. ábra*). Az ábra szerint az egyes időpontok (mint pillanatfelvételek) intenzitásgörbéi meredek emelkedést mutattak („szirt") a beépített terület szélénél (a 3-as cella környékén, *2. táblázat*), ám a klasszikus értelemben vett „fennsík" nem alakult ki (legfeljebb csak nyomokban a 4 és 6-os cella között). Helyette további erőteljes növekedéssel jelent meg a jól fejlett „csúcs"-régió, mely a legnagyobb (a 2°C-ot mindig, de többször az 5°C-ot is meghaladó) értékeit a városközpontban (10-11) érte el. A központot elhagyva, családi házas részen (13) és panel lakótelepeken (14-16) keresztül újra alacsonyabb beépítésű peremvárosi terület (16-17) felé haladva az intenzitás-görbék folyamatosan csökkentek (éjszaka 2h-t kivéve, amely külön magyarázatot igényel majd a későbbiekben).

A *6. ábrán* nyomon követhető a kiválasztott keresztmetszet mentén az UHI nagyságának időbeli változása is. A naplemente időpontját (19h 31m, Közép-Európai Idő – CET) követően – zavaró körülmények hiányában – annak rendje és módja szerint mindenhol elkezdődött a városi hősziget felépülése és intenzitásának erősödése,



7.ábra: Az UHI-intenzitás (°C) térbeli és időbeli sajátosságai a II. keresztmetszet mentén 2001. május 30-31-én Szegeden

egészen a napnyugtát követő negyedik óráig (23 h). Ekkor elérte maximális kifejlődését, s utána az általános törvényszerűségekkel összhangban megindult a mérséklődése (24h). Arra számíthatnánk tehát, hogy ez a csökkenés azután minden grid esetében töretlenül folytatódott, ám azt tapasztalhatjuk, hogy a Szeged központjában és az attól Ny-ra és ÉK-re elhelyezkedő (tehát a 8-17-es) cellákban az UHI intenzitás éjjel 1h-kor ismét megnövekedett. Sőt, a keresztmetszet legkeletebben fekvő gridjeiben (15-17) ez az emelkedés még 2h-kor is folytatódott, vagyis az intenzitás-görbék viszonylagos ellaposodásából származóan a 11 és 17-es cella között egy aszimmetria jelentkezett a Ny-i oldalhoz viszonyítva. Vajon mi lehet ennek a – szokványosnak semmiképpen sem nevezhető – jelenségnek az oka?

A keresztmetszet nagyobb részének celláiban jelentkező markáns időbeli „kettős csúcsra" hívja fel a figyelmet még szemléletesebben a *7. ábra*, amelyen egyszerre vizsgálhatjuk a hősziget kifejlődésének különböző sajátosságait: az ábra vízszintes irányú metszetei az UHI intenzitás meghatározott referencia időpontokra vonatkozó térbeli elrendeződéseiről tájékoztatnak, a függőleges irányúak pedig az intenzitás időbeli változásairól adnak képet kiválasztott helyek (cellák) esetében.

4. táblázat: A gridcellák és a 10-es cella középpontjainak távolságai Ny-i és K-i irányban

cella szám	*távolság (km)*	*cella szám*	*távolság (km)*
9	0,500	11	0,500
8	1,000	12	1,118
7	1,500	13	1,414
6	2,000	14	1,803
5	2,500	15	2,121
4	3,000	16	2,500
3	3,500	17	2,915

A felmerült kérdések megválaszolásához vissza kell nyúlnunk azokhoz az általános ismeretekhez, amelyek megadják az UHI kialakulását és változását meghatározó tényezőket. Tudjuk, hogy a városi hősziget kifejlődését több dolog együttesen befolyásolja: egyrészről az időjárási elemek (besugárzás, felhőzöttség, szél, csapadék stb.), másrészről pedig a városi paraméterek (beépítettség, központtól való távolság, stb.).

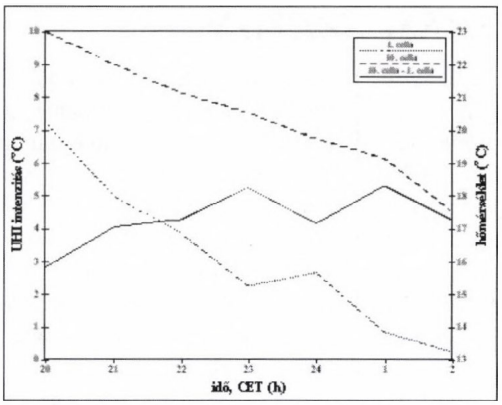
A két csoport közül az utóbbiba tartozók időben sokkal állandóbbak. Ezeknél a tényezőknél maradva, vizsgáljuk meg, hogy segítségükkel mely problémára adhatunk meggyőző magyarázatot. A kiválasztott városi keresztmetszet mentén végigtekintve azt tapasztalhatjuk, hogy a központhoz (10) viszonyítva ezeknek a paramétereknek a gridenkénti eloszlása korántsem szimmetrikus (*2. táblázat*, *2. ábra*). Egyrészt a központtól K-ÉK-re elhelyezkedő cellák (11-17) beépítettsége mindenütt magas (60% fölötti), hiszen ezen az oldalon a mérés gyakorlatilag még városi részen belül fejeződik be, szemben a metszet Ny-i végpontjával, amely már szabad területen található. Másrészt ehhez az aszimmetriához még az is hozzájárul, hogy a nem lineáris elhelyezkedés miatt az ábrákon megfigyelhető lépték kissé torz, így a központi cellától ÉK-re elhelyezkedő gridek(13-17) valamivel közelebb vannak a centrumhoz (*4. táblázat*). A két – önmagában is a hősziget-intenzitást növelő – hatás összegződése részben megmagyarázza az UHI *6.* és *7. ábrán* megfigyelhető aszimmetrikus, ÉK felé elnyúló szerkezetét.

5. táblázat: A hőmérséklet és a szél változása a "kritikus" időszakban az SZTE automata mérőállomásának órás átlagai alapján 2001. május 30-31-én Szegeden

CET (h)	*hőmérséklet (°C)*	*szélsebesség (ms^{-1})*	*szélirány (°)*
23	20,31	1,67	348,6
24	19,87	1,70	343,4
01	19,39	2,20	279,3
02	17,10	1,84	268,2

A városi hősziget felépülésében semmi szokatlan jelenség nem figyelhető meg a mérés kezdetétől (20h) a 4. óráig (éjfél), ám ezután gyorsan megváltozott a helyzet, vagyis a külső (időjárási) körülményekben ekkor valami hirtelen módosulásnak kellett bekövetkeznie. Ezért meg kellett vizsgálnunk a kérdéses időszak időjárási jellemzőit, amit a Szegedi Tudományegyetem – tehát a városi környezetet jól reprezentáló, központhoz közeli – automata mérőállomásának órás átlagai alapján végeztünk el. Az adatsorokból világosan kitűnik, hogy két tényező, a légáramlás és az általa szállított légtömeg fizikai sajátosságának (hőmérsékletének) hirtelen módosulása okolható a történtekért, ugyanis éjfél után az É-ias szél iránya Ny-ira fordult, sebessége pedig valamelyest megnövekedett (*5. táblázat*). A levegő hűlése éjszaka 1h-ig egyenletes volt (óránként kb. 0,5°C), ám 2h-ra a városon kívülről (Ny-ról) érkező hidegebb légáramlás már elérte a belterületeket is és a hőmérséklet jelentős esését okozta (egy óra alatt több mint 2,2°C-ot).

Ez teljesen egybevág a mobil mérés során gyűjtött hőmérsékleti adatokból (*6. ábra*) leszűrhető következtetésekkel, ám azok tovább árnyalják a képet. Ugyanis a hűvös levegő hatására a településtől Ny-ra elhelyezkedő, külterületet reprezentáló 1-es cellában a hőmérséklet nagyobb mértékű esése már egy órával előbb (éjféltől) megkezdődött, mint a 4,5 kilométerrel keletebbre fekvő, nagyobb hőmérsékleti tehetetlenséggel jellemezhető belvárosban (10-es cella). Az is



8. ábra: A külkerület (1) és a központ (10) hőmérsékletének, illetve az ezekből számolt UHI intenzitásának az időbeli változása 2001. május 30-31-én Szegeden

megállapítható, hogy az érkező front okozta erőteljes hatás hamar átvonult a területen, hiszen megjelenése után egy órával a hőmérséklet csökkenésének üteme visszaállt az óránkénti kb. 0,5°C-ra.

E tények ismeretében már jól értelmezhetőek a kiválasztott keresztmetszet menti eseti mérés általánostól eltérő sajátosságai. A Ny-ról érkező hűvösebb légtömeg ugyanis először (éjjel 1h előtt) hirtelen lehűtötte a külterület levegőjét, mialatt a város belseje fölött a léghőmérséklet csökkenése folyamatos, de jóval kisebb mértékű volt. Így érthető, hogy a két érték különbségeként értelmezett városi hősziget intenzitása éjszaka 1h körül ismét megnövekedett, azaz időbeli menetében egy újabb csúcs jelentkezett (*8. ábra*). Az érkező front hatása hasonlóképpen jól megvilágítja a K-ÉK-i irányba, a 17-es cella felé megnyúló izotermákat is (*7. ábra*), hiszen a Ny-i légáramlás kelet felé maga előtt tolta a belváros fölött kialakult melegebb levegőtömeget. Ez a hatás még arra is képes volt, hogy éjjel 2h-ra a legkeletibb cellákban (15-17) a hősziget intenzitásának további – noha már csak mérsékeltebb – emelkedését okozza.

5. Következtetések

Ebben a tanulmányban a városi hősziget (UHI) sajátosságait vizsgáltuk egy városi keresztmetszet és annak meghosszabbítása mentén annak reményében, hogy – a helyi jellegzetességek megismerésén túl – néhány általános következtetést is le tudunk vonni. A következő eredményekre jutottunk:

- Az UHI-hatás kutatására Szeged (földrajzi elhelyezkedése, éghajlata, alacsony síkvidéki fekvése, mérete és szerkezete miatt) megfelelő terep. A városi hősziget mindig kifejlődött a vizsgált területen és időszakban, bár intenzitása időben változó volt, amit a mérsékelt öv sajátos időjárási viszonyai indokolhatnak.
- Az évszakos profilok jól követik az UHI *Oke* (1987) által leírt tipikus általános keresztmetszetének alakját.
- A normalizált értékek alkalmazása hasznosnak bizonyult a hőmérséklet-eloszlás vizsgálatában: kiderült, hogy az évszakos átlagos UHI profilok alakja független a szezonális időjárási viszonyoktól és menetüket elsősorban a városi tényezők határozzák meg.
- Ezért a városi hőmérsékleti változó (*M*) értékeit megadó, a szakirodalomban 1977 óta elfogadott modellegyenlet módosítását javasoljuk speciális (egyszerű) földrajzi környezetben elhelyezkedő települések esetére: *M* egyenlő a *C* tényezőnek (a terület háttérklímájának) és az *U* komponensnek (a város hőmérséklet-módosító hatásának) az összegével, ahol az $U = cu$ (azaz az időjárási és városi tényezők szorzat formájában megadható együttes hatásával).

Köszönetnyilvánítás

A kutatást az OTKA (T/034161) és az Oktatási Minisztérium (FKFP 0001/2000.) támogatta.

Irodalom

Landsberg, H.E., 1981: *The Urban Climate*. Academic Press, New York.

Lowry, W.P., 1977: Empirical estimation of urban effects on climate: A problem analysis. *J. Appl. Met. 16*, 129-135.

Oke, T.R., 1984: Methods in urban climatology. In *Kirchofer W. et al.* (eds): *Applied Climatology. Zürcher Geogr. Schr. 14*, 19-29.

Oke, T.R., 1987: *Boundary Layer Climates*. Routledge, London - New York.

Oke, T.R., 1997: Urban climates and global environmental change. In *Thompson, R.D. and Perry, A.* (eds): *Applied Climatology*. Routledge, London-New York, 273-287.

Park, H-S., 1986: Features of the heat island in Seoul and its surrounding cities. *Atmos. Environ. 20*, 1859-1866.

Unger, J., 1996: Heat island intensity with different meteorological conditions in a medium-sized town: Szeged, Hungary. *Theoretical and Applied Climatology 54*, 147-151.

Unger, J., Pál, V., Sümeghy, Z., Kádár, E. és Kovács, L., 1999: A maximális kifejlődésű városi hősziget területi kiterjedése tavasszal Szegeden. *Légkör 44, No. 3.*, 34-37.

Unger, J., Bottyán, Z., Sümeghy, Z. and Gulyás, Á., 2000: Urban heat island development affected by urban surface factors. *Időjárás 104*, 253-268.

Yagüe, C., Zurita, E. and Martinez, A., 1991: Statistical analysis of the Madrid urban heat island. *Atmos. Environ. 25B*, 327-332.

Unger János – Sümeghy Zoltán
SZTE Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék

A 2001. ÉVI VIHARJELZÉSI SZEZON

2001 májusában a viharjelzési szezon egy teljesen felújított jelzőrendszerrel indulhatott. A rekonstrukciót a tulajdonos, a Belügyminisztérium Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatósága (BM OKF) végeztette el. A korszerűsítés kiterjedt a rendszer egészére. Az újonnan felszerelt lámpák külföldről beszerzett különleges villanócsöves lámpák. Fényteljesítményük igen nagy, így a part felőli oldalról le vannak árnyékolva, a tóról viszont jól észlelhetők. A Balaton körül jelenleg 23, a Velencei-tó körül 2 helyen van telepítve ilyen egység, melyek a szezon folyamán megbízhatóan, kevés hibával működtek.

Az egységek és a központ közötti kapcsolattartást rádióvezérlés biztosítja. Az új rendszerbe a Velencei-tavat is bekapcsolták, így idéntől az agárdi és a velencei fényjelző lámpák is távvezérléssel voltak irányíthatók. Az új folyamatvezérlő számítógépek (az egyik biztonsági tartalék) továbbra is az OMSZ Viharjelző Obszervatóriumában kaptak helyet, hogy a fényjelző lámpák elindítása a riasztásnak megfelelően, mindennemű akadályoztatás nélkül minél gyorsabban végbemehessen. A két Pentium III számítógép – amely Windows 98 operációs rendszerrel működik – szükség szerint párhuzamosan is használható, az egyik vezérlő, a másik figyelő gépként. A két géphez egymástól teljesen független új rádiós rendszer is tartozik, így a vezérlésben vagy az URH rendszerben fellépő hiba esetén a vezérlés átállítható a tartalék rendszerre.

A vezérlő és a figyelő gép képernyőjéről lehívható a fényjelző egységek állapota. Meghibásodásra az állomáskijelzés színének megváltozása és hangjelzés is figyelmeztet. A viharjelzési fokozat változtatása mindig csak a vezérlő gépen lehetséges. A hiba-eseményeket és a viharjelzések kiadását naplófájl is rögzíti. Újdonság a korábbiakhoz képest az is, hogy a jelzőrendszer hét egységénél felszerelt automata szélműszerek legfrissebb pillanatnyi (kb.20-30 másodpercenkénti mintavételezéssel nyert) széllökés adatai mindig leolvashatók a képernyőről. (Az *1. ábrán* a jelzőrendszert vezérlő szoftver kommunikációs ablaka látható.)

Tényleges meteorológiai alkalmazásra azonban a viharjelző Windows-os számítógép és az obszervatórium egyik linux rendszerű számítógépe között létrehozott soros porti kapcsolattal kerülnek át a széladatok az őket gyűjtő és feldolgozó gépre. A szélsebesség folyamatos mérésének eredményeit rögzítő és feldolgozó (10 perces átlag és maximális széllökés) szoftver elkésztésére és az adatok elérhetővé tételére ígéretet tettek az ORFK részéről.

A szezon folyamán a rendszer megbízhatóan működött. Az időnként fellépő kisebb meghibásodások javítását a BM OKF Katasztrófa Híradó Szakszolgálata végezte.

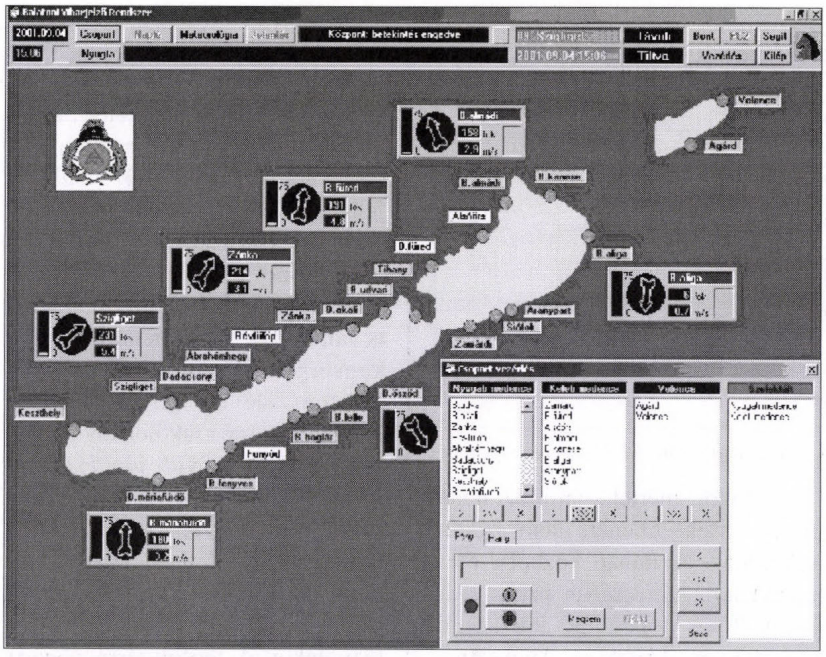
A szezon időjárása

2001-ben a májustól szeptemberig terjedő időszak összességében az átlagosnál 0,5-1 fokkal melegebb és szelesebb volt. A napsütéses órák száma megfelelt a sokévi átlagnak. A legerősebb vihar május 18-án érte a Balatont, amikor egy hidegfront átvonulásakor a mérések szerint a keleti medencében a szélsebesség két helyen is meghaladta a 100 km/órát.

A legmelegebb napok július közepén és augusztus elején köszöntöttek a nyaralókra.

Az idei abszolút maximumot Siófokon, július 16-án mérték 35,5 fokot, Keszthelyen pedig augusztus 4-én 36,0 fokot. A nyári hónapok többfelé szárazságot hoztak, csak szeptemberben hullott az 50 éves átlagot jóval meghaladó mennyiségű csapadék a Balatonnál. Ezzel együtt a szezon folyamán lehullott csapadék a sokévi átlagnak mintegy 70-90 % - t érte el. A nyári félévben tavaly is már meglévő vízhiányos helyzet 2001-ben sem javult a Balatonnál. Augusztus végére a siófoki vízmérce az átlagosnak számító 100 cm-es magasság helyett csak 56 cm-t mutatott.

Május volt a legszárazabb, és egyben legnaposabb hónapunk. Csapadékösszege a tóközeli mérőállomásokon mindössze 10-20 mm-t ért el. A csapadék túlnyomó részét ebben a hónapban a záporok, zivatarok adták. A sok napsütés hatására a napfénytartam Siófoknál 25%-kal haladta meg az 50 éves átlagot. A hónap eleje nyáriasan meleg volt, a hőmérséklet csúcsértéke Siófokon másodikán elérte a 27,4 fokot. Ezekben a napokban többfelé alakult ki zivatar a tó térségében. Majd a hatodikán érkező hidegfront nyomában több fokkal visszaesett a hőmérséklet és a napi maximumok később is inkább csak 20, 21 fok körül maradtak. Jelentősebb melegedés a hónap közepén kezdődött, amikor hazánk egyre inkább egy kezdetben Anglia és az Északi-tenger feletti centrumú nagykiterjedésű ciklon áramlási rendszerének hatása alá került. A ciklon csak nagyon lassan helyeződött kelet felé, így tartós és erőteljes déli, délnyugati áramlás alakult ki Magyarország térségében is. Az előoldali szél sebessége ekkor a Balatonnál két napon is elérte az 55-60 km/órát. 18-ára a ciklon frontrendszere már az Alpok fölött volt, s mögötte egyre jobban felhalmozódott a hideg levegő. A hidegfront végül a késő délutáni órákban érkezett a Balatonhoz, mindenütt viharossá fokozódó széllel. Siófok és Aliga térségében a legerősebb lökések elérték a 105, 106 km/órát. A front gyorsan átvonult az országon és másnapra jelentősen gyengült a szél. A

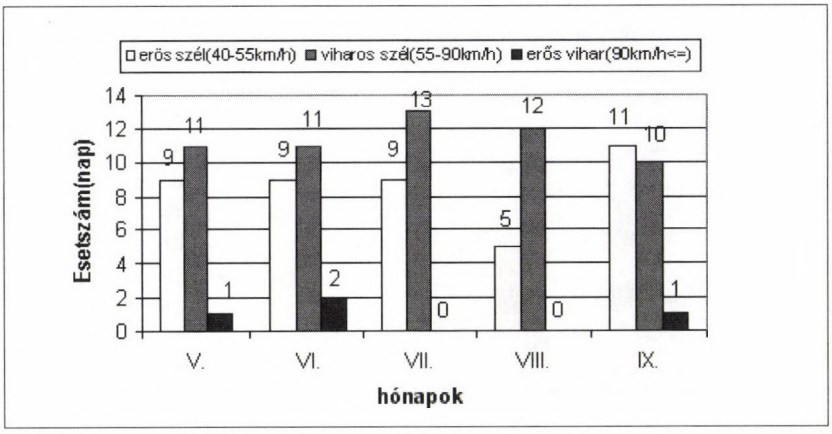


1. ábra: A BM OKF folyamatirányító számítógépének monitorán megjelenő vezérlő ablak.

hőmérséklet visszacsökkent a május közepének megfelelő értékekre, és egy csendesebb periódus következett az időjárásban. Összességében május átlagosan szeles volt. A hónap utolsó pentádjában ismét nyáriasan melegre, ugyanakkor szelesebbre fordult az idő. A legmelegebbet 29-én, Keszthelyen mérte az automata, 31,3 fokot. A havi középhőmérséklet a fonyódi és a siófoki mérések alapján 18-18,5 fok volt, ami jelentősen, 2-2,5 fokkal lett magasabb az 50 éves átlagnál. (A keszthelyi automata a szezon folyamán hiányosan mért, így átlagértékeket nem lehetett meghatározni).

Júniusban nem folytatódott a meleg anomália. A havi középhőmérséklet éppen „csak" az átlagosnak megfelelően, illetve kevéssel alatta alakult. Értéke 18,3 – 18,9 fok lett a két állomáson. A napsütéses órák száma Siófokon 256 volt, ami szintén az 50 éves átlag közelében van. 2001-ben Siófokra nézve ez lett a legszelesebb hónap és az utóbbi tíz évben a legszelesebb június, ha a havi átlagos szélsebességet tekintjük. A szeles napok számát összesítve – amikor a szélsebesség legalább a Balaton valamely térségében elérte vagy meghaladta a 40 km/órát – már nem adódik kiemelkedőnek ez a hónap. A 2. *ábrán* látható, hogy júniusban 13 nap volt viharos erősségű szél-lökés a Balaton valamely térségében, vagy az egész tóra kiterjedően. Ebből 2 napon a szélsebesség átmenetileg elérte, illetve meghaladta a 90 km/órát is. A magas átlagos szélsebesség valószínű a tó legnagyobb részére jellemző volt, hiszen ebben a hónapban gyenge gradiensű, illetve konvektiv zivataros időjárási helyzet csak ritkán fordult elő. Gyakoribbak voltak a hosszantartó szeles posztfrontális időjárási helyzetek. Ilyen volt például mindjárt június első pentádja, amikor többfelé 70-80 km/h –s széllökéseket és a havi legalacsonyabb maximum hőmérsékletet is mérték (VI. 4. Siófok, 13,7 fok). A leghosszabb szeles periódus 17. és 21. közé esett. 17-én egy több középpontú ciklon hullámzó frontrendszere vonult át a Dunántúlon erősödő széllel, majd a ciklon megrekedt, és centruma a következő napokban is a Tiszántúl, Ukrajna, Lengyelország, később pedig Románia, Bulgária térsége fölött volt. Ugyanakkor a Nyugat-Délnyugat-Európában lévő anticiklon terjeszkedett Közép-Európa felé, a Dunántúl térségében egyre nagyobb légnyomáskülönbséget eredményezve. 19-én és 20-án tartósan viharos erősségű szél fújt a Balatonnál, a legerősebb széllökést Öszödnél regisztrálta az automata 102 km/h-val. Ezekben a napokban hűvös és csapadékos volt az időjárás 18-20 fok körüli csúcshőmérsékletekkel. Összességében a júniusban lehullott csapadék mennyisége a Balatonnál az 50 éves átlag 55-95%-át tette ki. A hónap utolsó pentádjában köszöntött be ismét átmenetileg az igazán meleg idő. A hőmérséklet havi maximuma 30,9 fok volt, amit 28-án, Keszthelyen mért az automata.

Júliusban az átlagosnál valamivel melegebb (Siófokon 1 fokkal lett magasabb a havi középhőmérséklet), kissé változékony, átlagosan szeles idő volt. A napsütéses órák száma Siófoknál 267 volt, ami az 50 éves átlag 92%-a. A több felhőzet ellenére csapadék most is a sokévi átlagnál kevesebb hullott. Siófokon 47,4 mm-t mértek, ami 82%-nak felel meg. A Balaton-parti csapadékmérő állomásokon ugyanakkor 33,5 – 52,5 mm közötti mennyiséget mértek. A hónap elején érkezett hidegfront hatására az első pentádban általában 20-25 fok között voltak a maximum hőmérsékletek. Az utána következő napokban gyakran megközelítette, vagy elérte a 30 fokot a csúcsérték, és a hónap közepéig csak gyengébb hidegfrontok érintették a Dunántúlt. A legmelegebb idő a hónap közepén köszöntött be 34-35 fok körüli maximummal, amikorra Európát északkelet-délnyugat irányban egy hosszan elnyúló frontrendszer szelte ketté, s a front előtt erős déli áramlással igen meleg levegő érkezett a Kárpát-medencébe is. A széles frontzóna mögött 10-15 fokkal hűvösebb, nedves levegő helyezkedett el. 15-én, 16-án hazánk területén még a melegszektorban igen labilis volt a légállapot,



2. ábra: A Balatonnál mért legerősebb széllökések megoszlása a viharjelzési szezon folyamán.

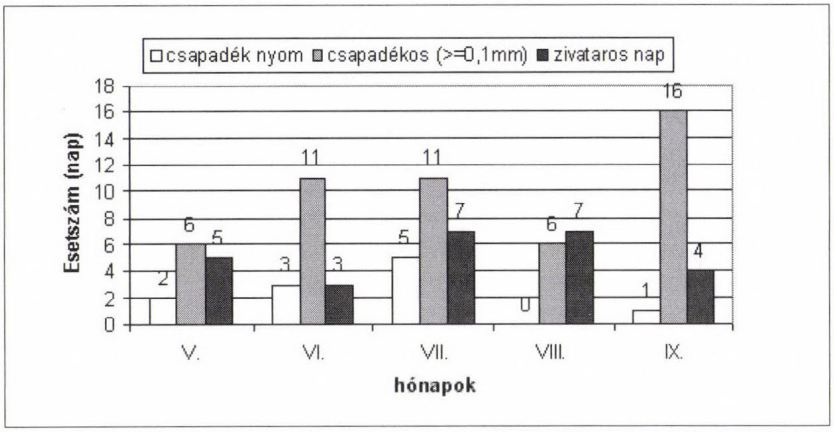
a délutáni, esti órákban sokfelé alakult ki zivatar viharos szél kíséretében. A kánikulát 17-ére a lassan átvonuló hullámzó frontrendszer megszüntette, amely mentén többfelé volt eső, zápor, zivatar. Így a felhős csapadékos időben a levegő hőmérséklete csak 18, 19 fokot ért el. A felhőrendszer elvonultával gyorsan melegedett az idő, a dekád végére a csúcshőmérséklet már ismét 30, 31 fok körül volt. A másik jelentősebb, mintegy 10 fokos lehűlést okozó hidegfront 21-én ért a Dunántúlra. Nyomában tartósan északias áramlás alakult ki. A közel egy hétig tartó szeles periódus első napjaiban a legerősebb széllökések elérték a 80-83 km/órát. Júliusban összesen 13 napon regisztráltak viharos széllökést a Balaton-parti szélműszerek.

Az idén is az *augusztus* lett a legmelegebb hónapunk. A napsütéses órák száma Siófoknál 12%-kal haladta meg a sokévi átlagot. A havi középhőmérséklet itt 3, Fonyódnál 2,3 fokkal volt magasabb az 50 éves átlagnál. A napi középhőmérsékletek 1-2 nap kivételével végig az átlag fölött voltak, sőt az idén, és tavaly sem volt közvetlenül 20-a után határozott időjárásromlás, a napi középhőmérsékletek csak lassan csökkentek az átlagos közelébe. A hónap első és utolsó dekádjára több hidegfront is jutott. A 10.-i és a 27-i okozott tartósabb szeles időszakot, és jelentősebb lehűlést. A front előtt 27-én, Keszthelyen még 33,4 fokot mértek, ami azonban magas értéke ellenére nem számít rekordnak. A hónap közepén eseménytelen, túlnyomóan napos száraz volt az időjárás 30 fok körüli csúcshőmérsékletekkel. Augusztusban a Balatonnál ismét kevés csapadék hullott. Általában 20-35 mm körüli értékeket mértek, de Siófokon több kiadós záporból, zivatarból 51,9 mm esett le, ami az 50 éves átlag 82%-a. A *3. ábra* erre az állomásra mutatja be a csapadékos, valamint csapadéktól függetlenül a zivataros (beleértve az észlelt távoli zivatart is) napok szezonbeli eloszlását. A csapadék nagy részét augusztusban másutt is a záporok, zivatarok adták. Főként a 19. és 24. közötti időszakban fordult elő sokfelé zivatar.

Az előrejelzés és viharjelzés minden nap próbatétel és kihívás a szinoptikus számára, most augusztus 20. különösen az volt, hiszen többfelé szerveztek ünnepi szabadtéri rendezvényt napközben, este pedig Milleneumi tűzijátékot. Az aznapi előrejelzések szerint mérsékelt alapszél mellett nappalra és éjszakára is kedvezőek voltak a feltételek zivatarok kialakulására, valamint éjszakára egy gyengébb hidegfront is várható volt. A zivatarok a koradélutáni órákban ki is alakultak a Dunántúlon egy konvergencia vonal mentén. A Balaton fölé eső részük azonban legyengült, így csak néhány helyen volt a tónál rövid ideig zápor, zivatar, viharos erősségű szelet ekkor nem mértek. Az esti órákra a zivatarok eltávolodtak, az ügyeletes döntése alapján a jelzőrendszer alapra került. Így az esti látványos tűzijátékot pl. Siófok térségében is a Balatonon lehorgonyzott mintegy ötven vitorlásról és nagyobb motoros hajóról sok százan nézhették, miközben északról odalátszottak a távoli zivatarok villogásai. A zivataros hidegfront néhány órával később, éjféltájban ért a Balatonhoz, mikorra az ünnepi rendezvények másutt is már lezajlottak.

A szezon öt hónapjából általában az augusztus a legkevésbé szeles, így volt ez 2001-ben is. Ennek ellenére 12 napon regisztráltak hosszabb-rövidebb ideig viharos erősségű széllökést az automaták.

Szeptemberre az időjárás jelentősen megváltozott. Kifejezetten hűvös, csapadékos időben volt részünk. A nyáron felhalmozódott



3. ábra: A csapadékos, valamint csapadéktól függetlenül a zivataros napok megoszlása Siófoknál

csapadékhiány most valamelyest pótlódott, hiszen az ilyenkor szokásos mennyiségnek közel a duplája (105-135 mm) hullott le. A hónap végére a Balaton vízszintje a hivatalos mérések szerint 8 cm-t emelkedett.

A havi középhőmérsékletek változása is szembetűnő: míg augusztusban 22, 23 fok volt, addig szeptemberben 14, 15 fok lett a havi középhőmérséklet, ami 1-2 fokkal alacsonyabb a sokévi átlagnál. A meteorológiai állomásokon 4-én regisztrálták a legmagasabb hőmérsékletet, a csúcsérték Keszthelyen állt be 27,1 fokkal. Az este érkezett hidegfront nyomában azonban lehűlés kezdődött és szelesre fordult az idő. 5-én és 6-án volt a legerősebb vihar, a maximális szélsebesség Fonyódnál elérte a 98 km/órát. Szeptemberben a havi átlagos szélsebesség meghaladta az utóbbi tíz év átlagát. Különösen a hónap első fele volt szeles, amikor a legerősebb széllökések 10 napon is elérték a viharos fokozatot. A hűvös idő legtöbbször csapadékkal is együtt járt. A csapadékos napok száma többfelé meghaladta a 16-ot. A hónapban mért legalacsonyabb napi maximum hőmérsékletet is egy csapadékos napon mérték; 9-én Fonyódon csak 11 fok volt. A viharjelzések fenntartási ideje ebben a hónapban lett a leghosszabb. A kiadott viharjelzésekről és beválásukról a „2001. évi tapasztalatok a meteorológia és a Balatonon működő szolgálatok együttműködése terén" című cikkben található értékelés.

H. Zsikla Ágota, dr. Bartha Imre

2001. ÉVI TAPASZTALATOK A METEOROLÓGIA ÉS A BALATONON MŰKÖDŐ SZOLGÁLATOK EGYÜTTMŰKÖDÉSE TERÉN

A 2001. évi, immár 68.-ik balatoni viharjelzési szezon záró értékelését rendhagyó módon Balatonföldváron a Hotel Jogarban tartották, október 2.-án, a BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság (BM OKF) által szervezett sajtótájékoztatón.

A nyári idény zárásaként „A balatoni vízibiztonság 2001 nyarán" címmel rendezett sajtótájékoztatón a BM OKF mellett az OMSZ és a BM Országos Rendőr-főkapitányság (BM ORFK) képviselői is részt vettek.

A sajtótájékoztató témái:

• A megújított viharjelző rendszer működésének tapasztalatai, együttműködés a meteorológiával és a Balatoni Információs és Segélyhívó Rendszerrel (BISR).
Előadó: *dr. Bakondi György* főigazgató, BM OKF.

• 2001. évi tapasztalatok a meteorológia és a tavon működő szolgálatok együttműködése terén. A Balatoni Viharjelző Rendszer kezelésének tapasztalatai.
Előadó: *dr. Mersich Iván* elnök, helyettes államtitkár, OMSZ.

• A vízibiztonság növelése, a vízibalesetek megelőzésére irányult intézkedések tapasztalatai és a jövőbeni lehetőségek.
Előadó: *dr. Kercs László* r. ezredes, közbiztonsági főigazgató helyettes, BM ORFK.

Jelen beszámoló a sajtótájékoztatóra készült OMSZ anyag teljes szövegét közreadja:

„Az Országos Meteorológiai Szolgálaton belül a tó térségi viharelőrejelzések és viharjelzések ellátása az élet- és vagyonvédelem meteorológiai kiszolgálásának részfeladatai közé tartozik, együttműködve a BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatósággal. A feladatok közös ellátását a 2001. febr. 12.-én, és az ezt pontosító jún. 26.-án létrejött együttműködési megállapodás szabályozza.

Az állami feladatként végzett viharjelzések a közvetlen katasztrófavédelmi feladatok segítését szolgálva térítés mentesen hozzáférhetők bárki számára. A WESTEL és VODAFONE mobiltelefonnal rendelkezők is hozzáférhettek ezekhez a szolgáltatásokhoz akár telefonon, akár interneten. A tavi vízi tragédiák megelőzése érdekében az OMSZ mérvadó időjárás előrejelzései, felhasználva a tó térségében üzemelő automata meteorológiai állomások adatait is, térítés mentesen csak a BM OKF és a Rádiósok Országos Egyesülete (ROE) közös diszpécser szolgálata, továbbá a Vízimentők Balatoni Szakszolgálatának közös zánkai diszpécser szolgálata, valamint a Balatoni Vízirendészeti Rendőrkapitányság számára álltak rendelkezésre. A tó térségi időjárás előrejelzések a katasztrófavédelmi feladatok ellátásának időben történő megszervezését, az élet- és vagyonvédelem hatékonyabb ellátását szolgálták, saját hatáskörökön belül. Ezen a téren voltak átmeneti hatásköri túllépések (pl. előrejelzések továbbadása kívülálló félnek), de azok menet közben megszüntek és korrekt, egymást segítő együttműködés alakult ki az említett szervezetekkel.

Az élet- és vagyonvédelem feladatköreinek nevesítése kihívást jelent az OMSZ részére is, amely a speciális meteorológiai kiszolgálás módszereinek, technológiájának és infrastruktúrájának a folyamatos fejlesztésére irányul. Ma már jól adaptált számítógépes megjelenítő rendszer, megfelelő sűrűségű közel- és távolkörzeti automata meteorológiai állomás hálózat, műhold-, radar- és villámfelderítő hálózatok, objektív számítógépes előrejelzési modellek és saját fejlesztésű döntési eljárások, valamint speciális szövegkódexből automatikus prog-

Kiadott riasztási fokozatok száma (db) és beválása (%) a Nyugati és a Keleti medencében												
Riasztás és beválása (%)	V.		VI.		VII.		VIII.		IX.		Szezon	
	NY	K	NY	K	NY	K	NY	K	NY	K	NY	K
I. fokú viharjelzés	14	13	14	15	14	16	16	18	16	17	**74**	**79**
Beválás (%)	*86*	*86*	*93*	*93*	*93*	*94*	*87*	*89*	*87*	*88*	***89***	***90***
II. fokú viharjelzés	11	14	8	8	9	10	11	13	11	11	**50**	**56**
Beválás (%)	*91*	*80*	*88*	*88*	*89*	*91*	*91*	*92*	*91*	*91*	***91***	***89***
Riasztási fokozatok fenntartási ideje (óra) a Nyugati és a Keleti medencében												
Riaszttási fokozat	V.		VI.		VII.		VIII.		IX.		Szezon	
	NY	K	NY	K	NY	K	NY	K	NY	K	NY	K
I. fokú viharjelzés	225	221	185	187	216	225	158	153	274	279	**1058**	**1065**
II. fokú viharjelzés	137	151	149	149	142	152	110	114	141	141	**679**	**707**

nóziskészítő eljárások segítik az operatív előrejelző-viharjelző szolgáltatást. Ami a viharjelzés technikáját illeti, az idei szezontól kezdve egy megbízhatóan üzemelő fényjelző rendszer áll a meteorológusok rendelkezésére, köszönhetően a BM OKF és a ROE szakembereinek. Ezt segítve, a viharjelző rendszer állapotáról naponta részletes jelentéseket küldtünk faxon a BM OKF központba. Még megoldásra vár a fényjelző rendszeren üzemelő automata meteorológiai állomások szélmérő műszereinek „szakmai jellegű" illesztése. Jelenleg a megvalósult műszaki megoldás csak véletlenszerűen változó időközökben vesz rövididejü (15-35 sec) mintákat és ezeket továbbítja a megjelenítő számítógép felé. Az idei szezonra a parti szélmérések értékelésére egy átmeneti megoldás született, amely számítástechnikai beavatkozással állította elő a 10 perces időtartamokra vonatkozó átlagos és maximális szélinformációkat. A BM OKF képviselői megértették és méltányolták az OMSZ képviselői által felismert szélmérési problémákat és hiányosságokat. Megállapodás történt arról, hogy a 2002. évi szezonra megvalósul a szakmai követelményeknek megfelelőbb szélmérés is, amelyhez a szükséges információkat az OMSZ szakemberei már megadták.

Ami a viharjelzések közmegítélését illeti, problémát jelent, hogy a köztudatban a vihar fogalmát többnyire nem szélkategóriához kötik. A viharjelzés célja a szélveszélyes időjárási helyzetek negatív következményeinek a megelőzése. Az alkalmazott riasztási fokozatok (Alap, I. és II. fok) tehát szélkategóriák bekövetkezését jelzik előre. Az erős, vagy viharos szelek azonban számtalan esetben nem párosulnak látványos időromlással pl. erősen felhős, vagy borult égképpel, esővel, dörgéssel, villámlással stb., amelyekhez a vihar fogalmát a köztudat köti. A veszélyhelyzet számos esetben akkor következik be, amikor hét ágra süt a Nap és igazi strandidő van - pl. hidegfront betörését megelőző délies szélerősödés alkalmával. Ilyen esetekben a szélerősödés esetleges késése, vagy elmaradása a meteorológiai szempontú veszélyhelyzet fennállása esetén is negatív megítélést eredményez(het).

A meteorológiai kiszolgálás minőségének a biztosítását az előrejelzések és viharjelzések folyamatos verifikálása garantálja. Ez egyúttal kijelöli az előrejelzési-viharjelzési módszerek célirányos fejlesztését, javítását is, amely végül is az ún. elkésett és túlbiztosított viharjelzések csökkentésére irányul. Az elmúlt öt évben sikerült az elkésett viharjelzési eseteket a minimumra csökkenteni, az elmúlt évtől kezdődően pedig a túlbiztosított esetek meteorológiai hátterét vizsgáljuk, ahol még van mit tennünk.

Az idei szezonban a Balatonra kiadott riasztások összbeválása 90 százalékos volt. A jelentősebb korlátozást okozó II. fokú viharjelzések fenntartási ideje a teljes (éjjel-nappali) időszak 19 százalékát tette ki. A Balatonra kiadott 2001. évi szezonális viharjelzések számát, beválását, és a jelzések fenntartási idejét a mellékelt táblázat összegzi.

A Balatoni Vizirendészeti Rendőrkapitányság tájékoztatása szerint az idei szezonban sem volt olyan halálos kimenetelű vízibaleset, amely elmaradt, vagy kései viharjelzés következménye lett volna."

A 2001.-évi balatoni viharjelzési szezon szeptember 30.-án befejeződött, de számolva a horgászok, szörfösök és vitorlások számottevő érdeklődésére, az OMSZ az elmúlt évek gyakorlatának megfelelően október 15.-ig még biztosított előrejelzési szolgáltatást a tó térségére vonatkozóan. Az előrejelzésekhez a 90-490015-ös telefonszámon, élőszavas szolgáltatással bárki hozzáférhetett.

dr. Bartha Imre

* * *

FELHÍVÁS

A Magyar Balneológiai Társaság és a MOTESZ szervezésében 2002. október 14-19 között Budapesten kerül megrendezésre a *34th World Congress of the International Society of Medical Hydrology and Climatology.*

Ezúton hívjuk fel a biometeorológiával foglalkozó olvasóink figyelmét erre a rendezvényre. A kongresszus honlapja: www.ismh2002.hu. E-mail cím: balneo@axelero.hu

Az MMT Elnöksége

A 2001. ÉVI TERMIK ELŐREJELZÉSEK VERIFIKÁLÁSA

2001-ben az elmúlt évekhez hasonlóan szintén elkészítettük a termik előrejelzések értékelését. Az előrejelzések az ország öt nagyobb tájegységére vonatkoznak, ezért az ezeken a területeken elhelyezkedő észlelővel ellátott SYNOP állomások adatait (átlagokat, szélsőértékeket) használtuk fel a verifikáció során. A csapadék előrejelzések kiértékelésénél a radar állomások, illetve a SAFIR villám lokalizációs rendszer méréseit használtuk fel.

2001. április 1-e és szeptember 30-a között 183 előrejelzést készítettünk.

A Cb felhőzet és a csapadék verifikálását mind a 183 napra és minden körzetre elvégeztük, a látástávolság és a maximum hőmérséklet verifikálását szintén minden körzetre, de csak azokra a napokra, amikor legalább egy körzetben előrejeleztünk termiket, összesen 134 esetben, míg a Cu mennyiséget csak akkor verifikáltuk, ha az adott területre termiket jeleztünk előre. Ezen napok száma ÉNy-Magyarországon 123, Budapest környékén 125, ÉK-Magyarországon 127, a Dél-Dunántúlon 127, míg a Dél-Alföldön 130 volt.

A csapadék előrejelzéseinkről elmondható, hogy az esetek 77.8-81.3%-ában (tavaly 76.8-80.6%-ában) mind az egzisztenciát, mind a fajtát pontosan jeleztük előre, míg az eseteknek 11.48-16.94%-ában (tavaly 15.85-19.13%-ában) volt rossz az egzisztencia előrejelzése, de ebből csak 2.7-7.6% (tavaly 7.0-8.7%) volt az olyan eset, amikor nem jeleztünk előre csapadékot és mégis lett. Ez utóbbi eseteknek 25-85%-ában viszont az ország más részére előrejeleztünk csapadékot. Egyetlen esetben sem fordult elő, hogy a vitorlázó repülésre veszélyes, nagytérségű zivatart, vagy zivatarvonalat nem jeleztünk előre, de néhány helyi zivatart nem sikerült megfognunk. A zivatarok egy részéről csak a radar, illetve SAFIR adatok alapján szereztünk tudomást. A csapadék előrejelzéseink beválása a tavalyinál jobb volt.

A zivatarfelhő előrejelzések 73.8-82.5%-ban (tavaly 69.4-72.7%-ban) pontosnak bizonyultak míg 7.7-15.8%-ban (tavaly 10.4-18.0%-ban) fordult elő az, hogy nem jeleztünk előre zivatarfelhőt, viszont állomás, vagy radar észlelte azt. Ezen esetek 55-73%-ában a szomszédos tájegységekre előrejeleztünk zivatarfelhőt, tehát a nagyobb távolságot repülő pilóták felkészülhettek rá. A hibás zivatar és Cb előrejelzések jelentős része (63-84 %-a) olyan esetekben fordult elő, amikor vitorlázó repülésre alkalmatlan időt, esőt záport jeleztünk előre. Zivatarfelhő előrejelzéseink a tavalyinál lényegesen pontosabbak voltak.

A maximumhőmérséklet előrejelzések 78.4-91.8%-ában (tavaly 79.1-90.9%-ában) 2 foknál kisebb volt az eltérés az előrejelzett és a ténylegesen észlelt között, ami véleményünk szerint meglehetősen jó eredmény. A legjobb előrejelzések Északnyugat-Magyarországra vonatkoztak, míg a legrosszabbak Északkelet-Magyarországra. Az előrejelzések átlagos hibája -0.6 és +0.5 fok (tavaly -0.9 és +0.1 fok) között változott, míg az átlagos négyzetes hiba 1.3 és 1.7 fok (tavaly 1.3 és 1.8 fok). Ezen előrejelzéseink a tavalyinál minimálisan rosszabbak voltak.

A látástávolság előrejelzések 92.5-97.7%-a (tavaly 95.5-98.8%-a) tért el az előrejelzettől 1 kategóriával, vagy esett az adott kategóriába. Az előrejelzések átlagos hibája –3.4 és +1.3 km (tavaly –3.4 és +1.9 km) között változott, míg az átlagos négyzetes hibája 5.7 és 8.6km (tavaly 5.1 és 7.6km). Idén mind a kategóriás, mind az RMS hiba azt mutatja, hogy ezek az előrejelzések a tavalyinál kissé rosszabbak voltak.

A maximumhőmérséklet idejére előrejelzett minimális Cu mennyiségek 68.6-75.4%-ának (tavaly 74.0-79.4%-ának) volt az eltérése 1 okta, vagy annál kevesebb, míg a maximális Cu mennyiségeknek 43.3-61.6%-a (tavaly 56.4-65.1%-a) esett ebbe az intervallumba. Az átlagos négyzetes hiba nagysága a Cu mennyiség minimumának előrejelzésénél 1.4-1.6 (tavaly 1.4-1.5) okta, míg a maximumnál 1.9-2.6 (tavaly 2.0-2.3) okta volt. A Cu mennyiség maximumának és átlagának előrejelzése a tavalyinál kissé jobban, míg minimumának előrejelzése a tavalyinál kissé rosszabbul sikerült.

Összességében az 2001-es vitorlázó repülő idényről elmondható, hogy átlagos volt. Áprilisban és szeptemberben gyakran volt borult

Az előrejelzések átlagos és RMS hibái (2001 és 2000)

		ÉNy-Mo.		Budapest		ÉK-Mo.		DNy-Mo.		DK-Mo.	
Év		2001	2000	2001	2000	2001	2000	2001	2000	2001	2000
Cb felhőzet	(%)	74.32	69.40	73.77	71.58	73.77	72.68	75.96	71.58	82.51	72.13
Csapadék egzisztencia	(%)	***85.25***	***80.87***	***83.06***	***83.06***	***88.52***	***84.15***	***87.43***	***81.42***	***86.89***	***84.15***
Zivatar (pontos)	(%)	83.61	80.87	82.51	83.06	83.06	76.50	84.70	85.25	83.61	82.51
Zivatar (túlbiztosítás)	(%)	***12.02***	***13.11***	***14.21***	***14.21***	***15.30***	***14.75***	***11.48***	***11.48***	***13.11***	***13.66***
Cu minimum	ME	0.12	0.09	-0.12	-0.28	0.08	-0.12	-0.17	-0.18	-0.28	-0.51
(okta)	*RMSE*	***1.53***	***1.44***	***1.41***	***1.35***	***1.44***	***1.35***	***1.64***	***1.53***	***1.56***	***1.52***
Cu maximum	ME	-0.97	-0.97	-1.02	-0.99	-0.61	-0.82	-1.30	-0.88	-0.94	-0.89
(okta)	*RMSE*	***1.94***	***2.12***	***2.10***	***2.19***	***1.87***	***1.97***	***2.58***	***2.23***	***2.10***	***2.29***
Cu átlag	ME	-0.39	-0.38	-0.50	-0.60	-0.19	-0.40	-0.67	-0.50	-0.60	-0.69
(okta)	*RMSE*	***1.57***	***1.56***	***1.53***	***1.64***	***1.48***	***1.54***	***1.90***	***1.77***	***1.69***	***1.78***
Maximumhőmérséklet	ME	-0.07	-0.29	-0.25	-0.79	-0.57	-0.87	0.46	0.05	0.35	-0.39
(°C)	*RMSE*	***1.30***	***1.35***	***1.59***	***1.34***	***1.69***	***1.75***	***1.51***	***1.32***	***1.63***	***1.26***
Látás	ME	1.3	0.8	1.1	1.9	-3.4	-3.4	0.1	-0.5	0.6	1.0
(km)	*RMSE*	***5.7***	***5.4***	***5.8***	***5.2***	***8.6***	***7.6***	***7.1***	***7.1***	***6.6***	***5.1***

az ég, esett az eső, zápor, zivatar. A többi hónapban, elsősorban az ország nyugati részén kevés csapadék hullott, de a keleti országrészben főként júniusban az átlagosnál lényegesen nagyobb volt a csapadék mennyisége. Augusztusban az időnkénti erős meleg advekció által létrehozott inverzió gyengítette a termikeket. Érdekességként megemlíthető, hogy idén május 29-én Szakolyon (Nyírség) tornádó tölcsért észleltek.

Idén április végétől az Interneten, az OMSZ honlapján elérhető volt a termik előrejelzésünk, így a korábbi évekhez képest sokkal több pilóta vette őket igénybe. Ennek ellenére sajnos csak kevesen jeleztek vissza, hogy milyen volt a beválás. A visszajelzések alapján augusztusban kissé több alkalommal adhattunk volna az egész országra olyan előrejelzést, hogy sehol sem várható termik kialakulása (az inverziók miatt), míg júniusban és júliusban a kevésbé zivataros helyeken olyankor is kialakult termik, amikor mi nem számítottunk rá. Ennek ellenére, a pilóták véleménye szerint többnyire megbízhatóak voltak az előrejelzések, bár a Cu mennyiségét gyakran alábecsültük.

A verifikálásból a következőket állapíthatjuk meg. Az előrejelzések a tavalyihoz hasonló megbízhatóságúak voltak, annak ellenére, hogy az idei időjárás a tavalyinál változékonyabb volt, elsősorban az ország keleti részén. A Cb és Cu felhőzet, valamint a zivatar és csapadék egzisztencia előrejelzése a tavalyinál kissé pontosabb, míg a hőmérséklet és a látástávolság előrejelzése a tavalyinál kissé rosszabb volt. A Cu és Cb felhőzet előrejelzését a szinoptikus gépi segítség nélkül végzi.

Fövényi Attila

ÚJ KÖNYV

Götz Gusztáv: Káosz és prognosztika

Az időjárás előrejelzése a meteorológia egyik legismertebb ága, hiszen az időjárással és annak előrejelzésével nap mint nap szembesülünk. Azt azonban kevesen tudják, hogy az előrejelezhetőségnek korlátai vannak. A könyv elolvasása után világossá válik, hogy az előrejelzéseket milyen bizonytalanságokig terhelik, és ezeket a bizonytalanságokat hogyan lehet számszerű formába önteni. Egyértelművé válik, hogy a káosz, a kaotikus viselkedés is egyfajta normális viselkedés, csak annak leírása bonyolultabb mint a hagyományos rendszereké.

A káosz elmélet tárgyalása során a könyv megismerteti az olvasót a számszerű meteorológiai előrejelzés alapvető eszköztárával, számos kutatott szakterülettel, amelyek eredményei minden bizonnyal nagy hatással lesznek az elkövetkezendő évtizedek gyakorlati numerikus előrejelzésére.

Az olvasó az alkalmazásokon túl részletesen megismerkedhet a káosz elméletével, a káosz leírási módjaival. A nagy gondossággal megírt szakmunka elsősorban az elméleti fizika és az egzakt matematika iránt fogékonyak érdeklődésére tarthat számot. A könyv kiadója és terjesztője az OMSZ, ára: 9500 Ft.

KISLEXIKON

/Cikkeinkben csillag jelzi azokat a kifejezéseket, amelyek a kislexikonban szerepelnek/

TSP (Total Suspended Particulate)
(A levegőszennyezettség becslése Szegeden)
összes lebegő részecske

monitoring
(A levegőszennyezettség becslése Szegeden)
A *monitoring* a természeti környezet egésze vagy összetevői állapotának megfigyelésére és ellenőrzésére szolgáló rendszer, a környezet kedvezőtlen irányú megváltoztatására figyelmeztető adatok gyűjtése céljából.

evapotranszspirométer
(Interjú Dr. Antal Emánuellel)
Az *evapotranszspirométer* a talaj párolgásának (evaporáció) és az azt borító növényzet transzspirációjának mérésére szolgáló műszer. Nagyméretű fémtartály, amelybe meghatározott anyagi összetételű és rétegzettségű talajt helyeznek, s meghatározott típusú növényzetet ültetnek. Megfelelő vezetékrendszerrel és műszerekkel biztosítják a tartályban lévő növény-talaj együttes folyamatos vízutánpótlását, a pótolt víz mennyiségét pedig folyamatosan mérik.

tellurikus
(Évfordulók, 2001)
Földi, a Földre mint égitestre vonatkozó, vele kapcsolatos.

balneológia
(Évfordulók, 2001)
A balneológia a hidrobiológia ága, amely a gyógyfürdők és a gyógyvizek hatásaival és orvosi alkalmazásaival foglalkozik.

Összeállította:
Schirokné Kriston Ilona

TALLÓZÁS RÉGI OKIRATOK KÖZÖTT

A hatvan évvel ezelőtt, 1941. október 22-én 81 éves korában elhunyt *Róna Zsigmond* egykori igazgató OMSZ irattárában őrzött személyi anyagából került elő az itt látható „Kilépti bizonyítvány".

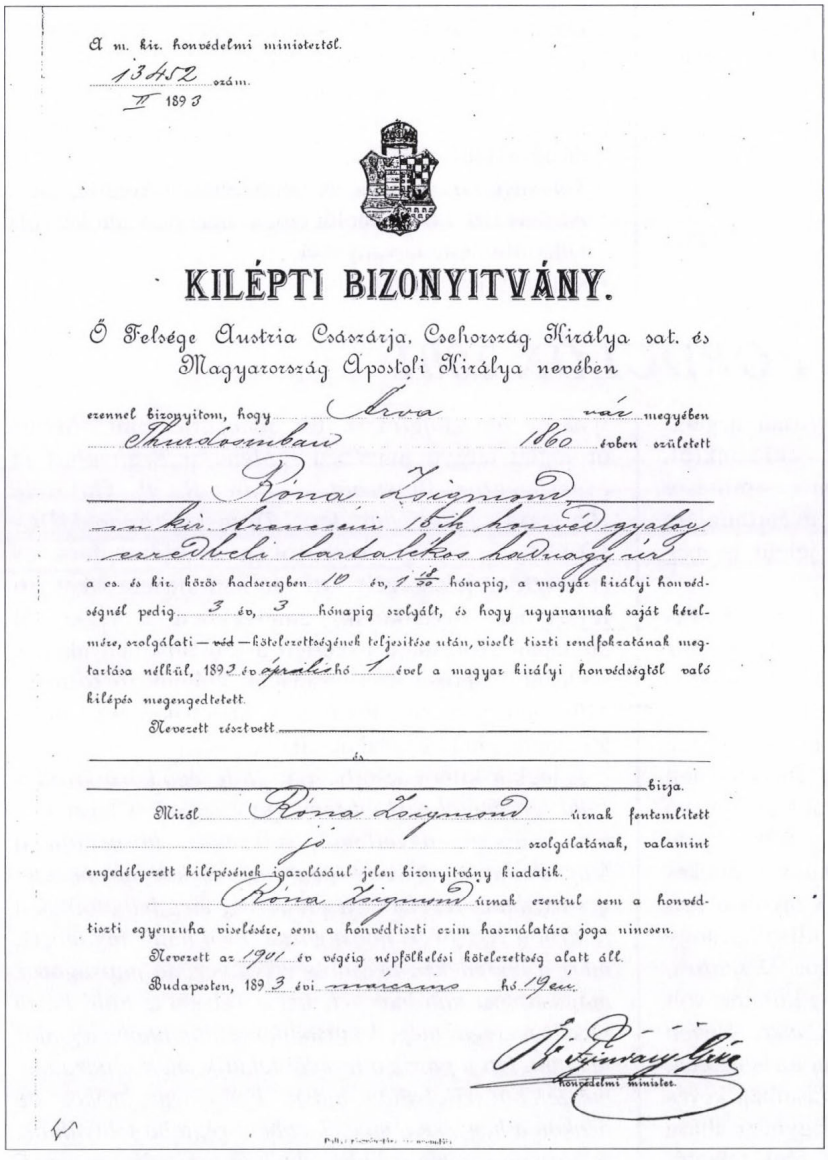
Nem tudni pontosan, mit takart ez az okirat – amely összesen több mint 13 évnyi honvédségi szolgálatot említ – minthogy Róna életrajzából nem derül ki semmi aktív, pláne ilyen hosszú katonai szolgálat.

Az Árva megyei Turdosinban 1860. december 13-án született Róna Zsigmond 1877-ben került Budapestre, ahol 1883-ban kapott matematika-fizika tanári oklevelet. Néhány évi tanárkodás után 1888 szeptember 29-én lépett a Meteorológiai Intézet kötelékébe „ideiglenes asszisztens"-ként. 1891-ben tartja első tudományos előadását a Természettudományi Társulatban, majd évtizedeken keresztül ő írja a Természettudományi Közlönyben a havi időjárási beszámolókat. 1909-ben jelent meg élete fő műve a csaknem 700 oldalas „Magyarország éghajlata". Konkoly Thege Miklós nyugdíjba vonulása után 1911-ben ő lett az Intézet igazgatója. Bár 1927-ben nyugdíjba vonult, szinte élete végéig naponta bejárt egykori munkahelyére. 1925-től az akkor alakult Magyar Meteorológiai Társaság elnöke egészen 1939-ig.

Réthly Antal róla írt nekrológban (Időjárás, 1942., 229-245 o.) nagy tisztelettel emlékszik meg elődjéről: a nagy tudás, a szerénység és önfeláldozás mintaképének tekinti őt. Bár a ma is élő *Róna Zsigmond Alapítványt* nem ő, hanem lánya tette 1978-ban, bizonyára akaratának megfelelő cselekedete volt.

Ami pedig a Kilépti bizonyítványt illeti, miden bizonnyal a cs. és kir. hadsereg alaposan megszerkesztett szolgálati szabályzatának részét képezte.

Ambrózy Pál



A m. kir. honvédelmi minisztertől.
13452 szám.
III 1893

KILÉPTI BIZONYITVÁNY.

Ő Felsége Ausztria Császárja, Csehország Királya sat. és Magyarország Apostoli Királya nevében

ezennel bizonyitom, hogy Árva vár megyében Thurdosinban 1860 évben született Róna Zsigmond a m. kir. honvéd 16-ik honvéd gyalog ezredbeli tartalékos hadnagy úr a cs. és kir. közös hadseregben 10 év, 1 11/30 hónapig, a magyar királyi honvédségnél pedig 3 év, 3 hónapig szolgált, és hogy ugyanannak saját kérelmére, szolgálati — vád — kötelezettségének teljesítése után, viselt tiszti rendfokozatának megtartása nélkül, 1893 év április hó 1 ével a magyar királyi honvédségtől való kilépés megengedtetett.

Nevezett résztvett _____

és _____

_____ biztja.

Miről Róna Zsigmond úrnak fentemlitett jó szolgálatának, valamint engedélyezett kilépésének igazolásául jelen bizonyitvány kiadatik.

Róna Zsigmond úrnak ezentul sem a honvédtiszti egyenruha viselésére, sem a honvédtiszti czim használatára joga nincsen.

Nevezett az 1901 év végéig népfölkelési kötelezettség alatt áll.

Budapesten, 1893 évi március hó 19én.

Honvédelmi miniszter.

KÉRELEM

Felhívjuk t. Olvasóink figyelmét arra, hogy a Magyar Meteorológiai Társaság, mint közhasznú egyesület, változatlanul jogosult a személyi jövedelemadó 1%-ának elfogadására, a befolyt összeg felhasználására a társasági célkitűzések megvalósításában.

Kérjük ezért, hogy az SZJA bevallásakor adható nyilatkozatunkban gondoljanak a társaságunkra amelynek adószáma: **19815826-1-41**

Köszönettel az MMT Elnöksége

A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG HÍREI

Rovatvezető: Maller Aranka

Rendezvényeink 2001. október 1 – december 30. között

Választmányi ülés:

2001. október 25.

Napirend:

1. A tisztújító közgyűlés előkészítése
2. Bíráló bizottságok kiküldése
   (Steiner, Nívódíj, Berényi, Róna kamatok)
3. Beszámoló az EMS Közgyűlésről
4. A decemberi záróülés előkészítése
5. Társasági rendezvények a közgyűlésig
6. Folyó ügyek
7. Tagfelvétel

   Felvett tagok: *Forgács Andrea, Dr. Göőz Lajos, Hágel Edit, Hunyadi Adrienn, Dr. Kovács Géza, Kugler Szilvia, Lőrincz Andrea, Márton Dénes, Pőcze Tamás, Radics József, Révész Beáta, Sümeghy Zoltán, Tarczay Klára*

Előadó ülések, rendezvények:

Október 2.

Dévény Dezső: Új mezoskálájú fejlesztések a NOAA FSL-nél és a WRF project.

Október 4.

Dr. Farkas Ildikó: Hazai pollenszenzorok az ÁNTSZ Aerobiológiai Hálozat 10 éves működése tükrében (Orvosmeteorológiai Szakosztály rendezvénye)

December 12.

MMT 2001. évi évzáró ülése

Napirend:

- Elnöki megnyitó
- Évfordulók 2001 (*Simon Antal*) (az előadás teljes terjedelemben megtalálható ebben a számban)
- Rövid szakmai és élménybeszámolók a világ négy tájáról:

– *Haszpra László*: CO_2 konferencia és a haai CO_2 mérések helyzete (Sendai, Japán)
– Hunkár Márta: EGS közgyűlés (Nizza, Franciaország)
– *Domonkos Péter*: Konferencia a globális felmelegedésről (Halifax, Kanada)
– *Tölgyesy László:* Netsys konferencia (Pretoria, Dél-Afrika) Ezt a beszámolót egy szafari parkban készült videofilm tette látványossá.

- Kötetlen beszélgetés, büfé

ÉVFORDULÓK 2001

Az évzáró társasági üléseken hagyományosan megemlékezünk kerek évfordulós kiváló elődeinkről. Ezévben sok számunkra példamutató, említésre feltétlenül érdemes elődünk kerek évfordulójára tekinthetünk vissza, néhányukról már jelent is meg méltatás folyóiratunk ezévi számaiban.

345 évvel ezelőtt, 1656-ban, az akkori Vas megyében, Sopronban született ***Hevenessy Gábor*** Jézustársasági atya, aki hosszú éveken át tanított a nagyszombati egyetemen is, és 1715-ben, 59 éves korában Bécsben halt meg. Sopronban lépett be a Jezsuita rendbe, Grazban tanult, majd Bécsben lett teológiai és filozófiai doktor. 128 foliokötetre menő középkori kézirat gyűjteményét, amely hazai történetírásunknak mind a mai napig fontos és értékes lelőhelye, az egyetemi könyvtár őrzi. A távoli évforduló miatt - tájékozódásul - megemlítjük, hogy Hevenessy születésekor *Galilei, Kepler, Descartes, Snellius, Toricelli* már nem éltek, 1700-ig kortársa volt *Boyle* és *Mariotte, Huighens*, valamint *Römer. Newton* angol fizikus viszont túlélte őt. E korban az ismeretek még lassan terjedtek, így Hevenessy írásaiban kevés hivatkozást találni kortársai műveire. Egyházi állása következtében műveiben leginkább a régi tekintélyekre, *Arisztotelész*re és *Senecá*ra utalt. Meteorológiai tárgyú művében - *Meteora Regionibus et experimentiis illustrata authore R. P. Gabriele Hevenessy e Societate Jesu, Tirnaviae, Anno MDCCXXVII* - a *légi meteor*okon a hidroszféra és atmoszféra jelenségeit érti. A légi meteorokkal 16 fejezetben foglalkozik, amelyekben a légkörről általában szól, majd ismerteti a fénytüneményeket, a szeleket, felhőket és a csapadék különböző formáit. Művében már fellelhető a geocentrikus szemlélet átmenete a heliocentrikus világképbe.

A légkör kiterjedéséről írja: *„a levegő köröskörül a Föld felszínétől a Hold tányérjáig terjed. A levegő az élet számára okvetlenül szükséges, hordozója a fénynek, hangnak és a képeknek. A légkör három rétegre osztható. Az első réteg határáig még felhatolnak a földről a visszavert napsugarak. Ez a határ ingadozik, mert a meredeken beeső és visszaverődő napsugarak magasabbra hatolnak fel. Ezt a réteget a Föld belső tüze is melegíti még. A második régióba napmeleg már nem jut. Ott a párák a levegőt lehűtik, mert a pára természetéből kifolyólag hideg. Ezért van örökös hó azokon a hegyeken, melyek ebbe a régióba felnyúlnak. A harmadik réteg a hideg vidéktől a Holdig terjed. E*

rétegek vastagságát számszerűleg megmondani nem lehet. Az alsó régió hőmérséklete a nappalok hosszával és a sugarak beesési szögével változik. A hőmérsékletet hőmérővel lehet követni."

A meteorológiai fejezeteket itt most nem részletezhetjük, csak a fenti rövid példát idézhettük. A könyv értéke, hogy összefoglaló képet nyújt a 18. század elején a nagyszombati egyetemen a természet tüneményeiről, a meteorológiáról addig gyűjtött ismeretekről, illetve azokat milyen mennyiségben és formában adták elő a tanulni összegyűlt ifjú nemzedékeknek.

150 évvel ezelőtt, 1851. május 12-én Pécsett született ***Gruber Lajos*** csillagász, aki a gimnáziumot Nagyváradon és Budán végezte, 1870-ben került a bécsi egyetemre, ahol mennyiségtant és csillagászatot hallgatott. Egyetemi tanulmányainak végeztével az *Osztrák Fokmérő Hivatal*ban kapott állást, mint asszisztens *Oppolzer* vezetése alatt, amely minőségben alkalma volt különben is kiemelkedő képességeit közvetlen csillagászati megfigyelésekben még tökéletesíteni. Ebben az időben a csillagászat és a földmérés még egy intézmény felügyeletébe tartozott, ezt hívták Fokmérő Hivatalnak.

Gruber tanára, *lovag Oppolzer Tivadar* Prágában *160* évvel ezelőtt, (1841. október 26-án) született és *115* éve (1886. december 26-án) Bécsben halt meg és mint német csillagász vált ismertté. Apja kívánságára orvos lett, de közben matematikát és asztronómiát is tanult, így lehetett 1866-tól a bécsi egyetem asztronómia tanára, Gruber Lajos tanulmányi vezetője. Gruber 1875-ben Bécsből Lipcsébe került, ahol *Bruhns* vezetésével folytatta csillagászati tanulmányait.

Itt most rövid kitérőt teszünk, elsősorban tudománytörténeti szempontból. *Bruhns Károly Keresztély* csillagász (Plőn, /Holstein/ 1830. november 22. - Lipcse 1881. június 25.) 1851-ben helyezkedett el Berlinben a csillagdában, 1852-ben a csillagda segédje lett. 1860-ban Lipcsébe hívták az asztronómia tanárának és az ottani csillagda igazgatójának. Munkásságának e lipcsei szakasza különösen érdekes számunkra. 1863-ban Szászországban csillagászati megfigyelései kiegészítésére 24 meteorológiai állomást rendezett be, melyek megfigyeléseit 11 éven át rendszeresen megjelentette. 1878-ban megalapította Lipcsében Németország egyik legelső időprognózis állomását. Közbevetőleg, történetileg az első szél és légnyomási térképet 1816-ban *Brandes* állította elő, 1840-ben már távírón továbbították az előrejelzéseket, például *Kreil* Prágában, *Mahlmann* Berlinben, *Piddington* Indiában. *Buys-Ballot* 1852-ben rajzolt időjárási térképet, *Leverrier* Franciaországban 1855. február 14-én mutatta be az előző évi balaklavai vihar útját és 1876. február 16-án került kiadásra az első német prognózis a Seewarte részéről. Bruhns Buys-Ballottal, valamint másokkal együtt létrehozta a nemzetközi meteorológiai (1872-ben volt az első meteorológus összejövetel Lipcsében, 1873-ban pedig az I. Meteorológiai Konferencia, ahol létrejött az OMI.) bizottságot, amelynek tagja is lett. Hétjegyű logaritmus-táblái igen kedveltek voltak (Lipcse 1869, 1881).

Gruber Lajos Lipcsében a csillagászat mellett tehát belekóstolhatott a meteorológiai megfigyelések gyakorlatába és az időprognózis szakterület akkor még elvi lehetőségeibe is. Lipcsében azonban csak rövid ideig maradhatott, mert már 1876. május 1-évél a budapesti Meteorológiai és Földdelejességi Intézethez (OMFI) nevezték ki obszervátornak. Ugyanakkor habilitálta magát a budapesti egyetemen mint magántanár. Schenzl távozása (1886. július 1.) és *Frőlich Izidor* fizikus, egyetemi tanár rövid idejű ideiglenes vezetői megbizatása (1886. július 17. - 1887. július 5.) után *Grubert, 1887. július 5-évél a Meteorológiai Intézet igazgatójává nevezték ki.* Mintegy fél évvel kinevezése után megbetegszik, majd elméje elborul és nagyon fiatalon, mindösszesen 37 évesen, 1888. november 15-én Budapesten elhunyt. Gruber Lajos jelentős irodalmi munkásságot hagyott maga után. Nagyobb munkája: *Útmutatás földrajzi meghatározásokhoz* a Természettudományi Társulat kiadásában jelent meg 1883-ban. Egyéb értekezései: *Apparat zu Coincidenz-Beobachtungen bei Schwerbestimmungen mit Hilfe des Reversions-Pendels* (a bécsi Tudományos Akadémia kiadásában); *Oktober-Schwarm der Sternschuppen* (doktori értekezése, 1875.); *Über die Bestimmung der magnetischen Inclination mit Hilfe von Magnetnadel* (Exner Repertoriuma); *Az h Cassiopeiae kettős csillag mozgásáról*; *A Borelly-féle üstökös definitív pályaszámítása* (Kurländer Ignác obszerválásával); *A november havi hullócsillagokról*; *A földnehézség meghatározása Budapesten* (Ez utóbbiak a MTA kiadványai). Az OMSZ muzeális szakgyüjteményében őrzi azt a nagypontosságú reverziós ingát, amellyel Gruber a nehézségi gyorsulás méréseket végezte. E műszer volt az elődje a később kifejlesztett Eötvös-ingának.

Gruber Lajos betegsége idején őt ***Kurländer Ignác*** (Balassagyarmat, 1846. december 25. - Budapest, 1916. szeptember 13.) helyettesítette, akiről ezévben szintén meg kell emlékeznünk, hiszen **155** éve született és **85** évvel ezelőtt halt meg. Kurländer több évig volt Schenzl egyetlen szakmunkatársa, jobbkeze, így az akkor még kis intézet minden feladatával tökéletesen tisztában volt. Kurländer, Gruber halála után 1888. november 15-től 1890. szeptember 1-ig megbízással vezette az Intézetet, egészen Konkoly-Thege Miklós igazgatói kinevezéséig. Schenzl távoztával Frőlich, majd később Gruber halála után Kurländer ideiglenes vezetői megbizatása azért vált szükségessé, mivel az OMFI - király által jóváhagyott - Szervezeti és Működési Szabályzata szerint az országos, királyi intézetvezető kinevezéséhez

az MTA javaslatára, a felügyelő minisztérium egyetértésére, valamint a király jóváhagyására együttesen volt szükség.

125 éve született ***Szabó Bálint*** (1876-1942. Ógyalla, augusztus 14.) meteorológus aki a budapesti Tudományegyetemen végzett, mint matematika-fizika tanár. Mikor 1902-ben az Ógyallai Meteorológiai és Geofizikai Obszervatórium munkatársa lett, úttörő jelentőségű légköri elektromos vizsgálatokkal foglalkozott, hiszen az Obszervatóriumban ebben az időben *Marczell* és *Büky* már regisztrálták a tellurikus* áramok változásait és *Frőlich* az országot átszelő távíró vonalak mentén mérte az elektromos tér ingadozásait. A fenti vizsgálatok mellett szükség volt tehát a légköri sztatikus elektromos tér változásainak ismeretére is. *A légköri elektromosságról* címmel jelentős összefoglaló, értékelő cikke jelent meg 1904-ben AZ IDŐJÁRÁS című lapban. Cikkében felsorolja mindazon elméleteket, amelyek addig a légköri elektromosság eredetéről napvilágot láttak, egyidejűleg az elméletek fizikai kritikáját is megadja. 13 oldalas elemzése ma is megállja a helyét, indokai teljesen korszerűek. Az első világháborúban katonai szolgálata idején igen érzékeny műszert szerkesztett a gyenge szelek megfigyelésére. Ezek a műszerek különösen a gáztámadások elhárításánál teljesítettek jó szolgálatot. Lelkiismeretes és pontos magassági szélmegfigyeléseivel a táborban nemcsak komoly munkatársa lett a tábori pilótáknak, hanem megakadályozott sok olyan felszállást, amely életveszélyt jelentett volna a repülőknek. Ezért a működéséért *„Legfelsőbb dicséretben"* részesült és soron kívül századossá léptették elő. 1918. november 1-től 1919. március 15-ig az ógyallai nemzetőrök parancsnoka volt. Az 1925-27-es években sokat foglalkozott a talajhőmérséklet mérési módszerének tökéletesítésével. Mikor az ógyallai nagy Konkoly-féle hőmérőház tönkrement, Konkoly kísérletei nyomán két hőmérőházat szerkesztett, az egyiknél egyesítette a francia és az olasz házikókat a megfigyelési időszaknak megfelelően le és felhelyezhető ernyőzéssel. A hőmérőházak ajtaját úgy alakította, hogy azok kinyitása nem okozott olyan légmozgást, ami a hőmérsékleti adatokat lényegesebben befolyásolhatná. Az ajtókat csigákon átmenő és ellensúlyokkal ellátott sodronnyal függönyszerűen lehetett leengedni, vagy felhúzni. Sajnos kísérleteiről nem készített publikációkat. Trianon után is Ógyallán maradt, s mint segédhivatali tisztviselőt rangsorolták. Nyugdíjazása előtt munkásságára, valamint szolgálati idejére tekintettel obszervatóriumvezető helyettesi beosztást kapott. Ógyallán halt meg 66 éves korában.

105 éve született ***Schulhof Ödön*** (1896-1978). A Schulhof név összeforrt a magyar orvostudománnyal, a balneológiával. A millénnium évében született Schulhof Ödön apja is orvos volt, bátyja Schulhof Vilmos pedig már fürdőorvosként vált országos hírűvé. Nem csodálható tehát, hogy az ifjú diplomás orvos, Schulhof Ödön kezdettől a balneológia felé orientálódott. Munkája során hamar észrevette, hogy a gyógyfürdőkben végzett eredményes kezelésben a környezeti tényezőknek, a meteorológiának, vagyis az éghajlatnak és az időjárásnak fontos szerepe van. A MMT által 1951-ben rendezett első orvosmeteorológiai tanfolyam hallgatóiból lelkes szervezéssel hívta életre a Társaság *Orvosmeteorológiai Szakosztályát*, amelynek azután hosszabb időn át programadó vezetője is volt. Számos előadást vállalt a Társaságban és a Szakosztályban is. A MMT-tól 1971-ben lelkes, értékes egyesületi tevékenységéért *Steiner Lajos-emlékérmet* kapott. Saját munkájában előbb kórházi orvosként, majd reuma-szakorvosként, végül az ORFI tudományos igazgatójaként, iskolateremtő egyéniségként ismerték el tudományos tevékenységét. 1978. február 2-án bekövetkezett halála, magas kora ellenére is váratlanul érte az őt barátként, tudósként, szakemberként tisztelő meteorológus közösséget, hiszen aktív, agilis embert vesztett el a Társaság is, az orvostársadalom is.

100 éve halt meg és 177 évvel ezelőtt született ***Szentgyörgyi Weisz József*** (Erdőszentgyörgy, Erdély 1824. február 24. - Budapest, 1901. március 10.) budapesti gyakorló orvos, *a hazai meteorológiai prognosztika megalapítója*. A *szentgyörgyi* előnevet - szülőfalujára utalva - később azért vette fel, hogy megkülönböztesse magát a számos hasonló nevűektől. Atyja *Weisz Mihály* huszárőrmester, később a nagyenyedi fogház felügyelője, anyja *Mayerhofer Erzsébet* egy segesvári birtokos leánya volt. Józsefnek hat testvére volt, ő a negyedik a népes családban. Tanulmányait a forradalomig a nagyenyedi kollégiumban végezte, majd a diákság lövészcsapatának hadnagya lett, több fontos és veszélyes esemény résztvevője volt. A világosi fegyverletételkor egy orosz tiszt, akit megtanított a röppentyűk használatára, kimentette a fogolytáborból. Pesten beiratkozott az orvosi fakultásra ahol a színvonallal elégedetlen lett, így Bécsben folytatta tanulmányait és 1857-ben megszerzi az orvosi és szülészmesteri oklevelet. Ezután Erdélyben folytatott orvosi prakszist, mellette aranybányászattal is próbálkozott. Később visszatért Pestre, ahol orvosi kutatásokat végzett. Már közel egy évtizede volt Pesten, amikor a sors ismét fordít egyet élete addig is kalandos útján és a meteorológia felé fordult. Önéletrajzában írja: *„Az időjárásnak is nagy befolyása van az egészségügyi viszonyainkra s ezért a meteorológiát nagyon szerettem, az időjárást évtizedek óta naponta figyelem s hűségesen bejegyezgettem, kitéve egyszersmind a léghőmérő és légsúlymérő állását is. Az időjelzés, vagyis a jövő időjárásának előre való közlése, a műveltebb országokban, főleg a mezőgazdaság előnyére, már hivatalból történik. E hivatallal minden állam a maga országos*

meteorológiai intézetét bízza meg. Nálunk Magyarországon is van Budán egy ilyen országos meteorológiai intézet, de ez az időjelzést nem volt hajlandó elfogadni. Másfelől pedig a gazdasági egyletek sürgették a kormányt, hogy az időjelzést mihamarább országosan hozza be s állapítsa meg. Ámbár hazai tudósaink, akadémikusaink lehetetlennek vélték, hogy hazánkban az időjárást előre még csak egy napra is megmondani, jelezni lehetne, a földmívelés-, ipar-, és kereskedelemügyi miniszter, báró Kemény Gábor elhatározta, hogy ezen irányban egy kísérletet tesz. E célból engem rövid külföldi tanulmányútra küldött (báró Friesenhoffal együttesen), *honnan pár hét mulva visszajöttem és az intézmény felállításának s lehető célszerű működhetésének tervét beadva a nevezett miniszterhez, ez engemet 1880. évi július 5-étől 16.090 szám alatt kinevez az országos ideiglenes időjelző állomás vezetőjévé. ... Én ezen ideiglenes kinevezést elfogadtam s hét és fél évi fáradhatatlan, testi és szellemi erőfeszítéssel járó szolgálatommal kimutattam azt, hogy hazánkban az időjelzés nemcsak egy napra, hanem egy hétre is előre megtehető. Mert egy hétre előre is jeleztem, amit mindeddig, sehol a világon egy intézet se volt képes tenni. Annyira vittem, hogy naponként kiadott időtérképeimből a legutolsó értelmes gazda is kiolvashatta a közel jövő időjárás minőségét. A sok levél- és távirathordók fogadására külön hivatalos iroda egy előszobával lett szükséges s ezért 1881. május hóban áttettem lakásomat a IV. kerület, Kecskeméti-utca 1. számú házba, nagyobb helységbe. Lakásunk itt a második emeleten évi 750 frt lakbér mellett volt. Itt volt az Időjelző Intézet 1887. április végéig."*

A minisztérium átszervezése miatt az új miniszter *gróf Széchenyi Pál*, már nem volt olyan jóindulattal az *Időjelző Állomás* iránt, mint elődje, 1887. december 2-án kelt 57.702/VIII. sz. Weisz Józsefnek címzett rendelete szerint:

„A jelenlegi pénzügyi viszonyok a legszigorúbb takarékosság követését tevén feladatommá, elhatároztam, hogy a központi időjelző állomást megszüntetem. Minek következtében Önt a központi időjelző állomás vezetésétől, eddigi működésében tanusított buzgalmának teljes elismerése mellett f. évi december hó végével felmentem. Egyidejűleg utasítottam a budapesti kir. adóhivatalt, hogy az Ön és segédje részére 52.834 szám alatt kelt itteni rendelettel folyóvá tett átalányt ugyancsak f. évi december hó végével szüntesse meg."

Az 1887. év végével tehát megszünt a Földművelésügyi Minisztérium által létesített saját kezelésű Időjelző Állomás és Szentgyörgyi Weisz elvesztette állását. Ezután sokszor költözködött és így már terhére voltak időjárási térképei is, ezért 1889-ben 51 kötetet kitevő időjárási jelentéseit a Nemzeti Múzeumnak ajándékozta. Szentgyörgyi Weisz életútja igencsak göröngyös volt, mert a céhbeliek nem akarták elismerni amit egy évtizeden át végzett, és amit egy fél évvel az ő működésének kényszerű befejezése után a közvélemény hatása alatt a Meteorológiai Intézet kénytelen volt munkaprogramjába felvenni.

100 évvel ezelőtt született Nagyszalontán ***Kulin István*** (1901. március 5. - 1987. december 31.), ugyanott végezte középiskoláit, majd Debrecenbe ment, ahol a Gazdasági Akadémián szerzett mezőgazdász diplomát, kíváló eredménnyel. Keszthelyen, illetve Mosonmagyaróvárott az egyetem növénytermesztési tanszékén lett gyakornok, majd tanársegéd. A török kormány meghívására szakértőként tevékenykedett két évig Ankarában (részben Réthly Antallal egyidőben), ahol növénytermesztési kísérleti telepet hozott létre. Ezt követően mezőgazdasági kiállításokat rendezett és 1929-ben a Mezőgazdasági Múzeum megbízásából a barcelónai mezőgazdasági kiállítás magyar rendezőjeként két aranyérmet és egy első díjat hozott haza Spanyolországból. Ezután, 1929-től nyugdíjba vonulásáig, 1961-ig az OMI munkatársa lett. Közel 20 évig mint az Ombometriai Osztály vezetője, kiterjedt csapadékmérő állomáshálózatot szervezett. A két bécsi döntéssel visszacsatolt országrészekben 1938-tól meteorológiai állomástelepítést végzett igen nagy lelkesedéssel és szorgalommal. A világháború után ismét állomás szervezéssel kellett foglalkoznia, az elpusztult megfigyelő hálózatot teremtette újjá. 1951-ben vette át az Agrometeorológiai Osztály vezetését. Feladatává vált a földművelésügyi vezető szervek folyamatos szakmai tájékoztatása, amihez új típusú agroklimatológiai feldolgozásokat fejlesztett ki és továbbított. Komoly ütközései voltak az állami- és pártvezetéssel, amikor nem támogatta azok felelőtlen, dilettáns mezőgazdasági elképzeléseit, így például a hazai gyapot-, vagy citrom termelés bevezetését. A kényszerűen elindított gyapottermesztési kísérletek végülis őt igazolták, ahogyan korábban kifejtette, az ilyen hőigényes növények a magyar éghajlati körülmények között nem termelhetők. Jelentős szerepe volt a Martonvásáron, majd Kecskeméten tervezett agrometeorológiai obszervatóriumok létrehozásában, majd felépülésük után munkájuk megszervezésében. Az ELTE-n folyó meteorológus oktatásban néhány évig agrometeorológiát adott elő. A MMT Agrometeorológiai Szakosztály elnöki tisztét hosszabb ideig ő töltötte be. Szakirodalmi munkássága is széleskörű, hat szakkönyvet írt, számos tudományos és népszerűsítő cikk került ki keze alól. Kollégái Kulin Istvánt, mint embert is nagy tisztelettel vették körül, hiszen alapelve volt az emberi és szakmai tisztesség. Egyénisége mély tiszta humánumot, humort és egészséges öniróniát sugárzott. Nagyon szeretett anekdótázni, amikor általában saját életéből vette a példákat. Az Intézet kevés hozzá hasonló segítőkész, állandó derüvel, emberséggel rendelkező kollégával dicsekedhet akár előtte, vagy őt követően, amilyen Kulin Pista bácsi volt.

Dr. Simon Antal

AZ ELMÚLT NYÁR IDŐJÁRÁSA

Az idei **június** hűvös idővel köszöntött be. A májusi meleg után hirtelen lehűlt a levegő, és a hónap középhőmérséklete is csak alig haladta meg az előző havit, országosan 17,5°C körül alakult. A melegebb területek az ország délkeleti részein voltak. Közel másfél fokkal hűvösebb volt az ilyenkor megszokottnál, a hónap folyamán csupán 8 napon regisztráltak az átlagosnál magasabb napi középhőmérsékleteket. A hónap legmelegebb napja 28-a volt, ekkor sok helyen 30 fok fölötti maximumokat mértek. A leghidegebb nap 4-e volt, ekkor 10 fok körül alakult az átlaghőmérséklet, a hajnali órákban viszont 6-án süllyedt legalacsonyabbra a hőmérő higanyszála.

A legmagasabb nappali hőmérséklet: 33,0°C, Bácsalmás (Bács-Kiskun), június 28.

A legalacsonyabb éjszakai hőmérséklet: 1,7°C, Zabar (Nógrád), június 6.

Június csapadéka megfelel a sokévi átlagnak, az országos összeg 84 mm. A területi eloszlásban nagy különbségek figyelhetők meg, a Kisalföldön 50 mm alatt maradtak a havi mennyiségek, míg az ország déli részén 150 mm fölött voltak, néhány helyen a 200 mm-t is meghaladták. A hónap során kevés csapadékmentes nap volt, a legtöbb eső az első napokban és a hónap közepén esett. A borús időjárás hatására keveset sütött a nap, a 217 órás havi napfénytartam a sokévi átlagnál több, mint 30 órával kevesebb.

A hónap legnagyobb csapadékösszege: 266 mm, Véménd

A hónap legkisebb csapadékösszege: 16 mm, Gönyű (Győr-Sopron-Moson)

A hónap során 24 óra alatt lehullott maximális csapadék: 96 mm, Kiskunmajsa (Bács-Kiskun), június 14.

Júliusban az országos középhőmérséklet 21 fok körül alakult, ami nagyjából 1 fokkal magasabb a sokévi átlagnál. Jelentős területi különbségek nem voltak, az ország nyugati és északi részein volt valamivel hűvösebb. Annál nagyobb ingadozás volt az egyes napok között. A hónap elején hűvös volt az idő, majd kisebb megszakításokkal 16-ig melegedett. Ez volt a hónap legmelegebb napja is, sok helyen 35 fok fölé emelkedett a hőmérséklet. Ezt követően azonban 24 óra alatt 9 fokot csökkent az országos középhőmérséklet, és csak a hónap végére emelkedett tartósan az átlag fölé.

A legmagasabb nappali hőmérséklet: 37,0°C, Tass (Bács-Kiskun), július 28.

A legalacsonyabb éjszakai hőmérséklet: 7,4°C, Kisbárapáti (Somogy), július 5.

A júliusi csapadékösszeg országos átlagban 87 mm volt, ami mintegy 35 %-kal magasabb a sokévi átlagnál. Nagy különbségek voltak az egyes területek között. Míg az általában csapadékosabb Dunántúlon 50 mm alatti értékek voltak jellemzőek, a szárazságáról ismert Alföld nagy részén 100 mm fölötti csapadék hullott, néhány helyen megközelítette a 200 mm-t. Ugyancsak nagy ingadozást mutatott az időbeli menet is, az első csapadékos pentád után egy nagyjából 10 napig tartó száraz időszak következett, majd a hónap második felében ismét csapadékossá fordult az időjárás.

A hónap legnagyobb csapadékösszege: 226 mm, Bükkábrány (Borsod-Abaúj-Zemplén)

A hónap legkisebb csapadékösszege: 27 mm, Salföld (Veszprém)

A hónap során 24 óra alatt lehullott maximális csapadék: 105 mm, Medgyesbodzás (Békés), július 23.

Augusztusban az országos középhőmérséklet 22 fok körül alakult, ami mintegy két fokkal magasabb a sokévi átlagnál. Jelentős területi különbségek nem voltak, csak a hegyvidékeken mértek 20 fok alatti értékeket. A hónap elején folytatódott a július végi átlagosnál több fokkal melegebb idő, majd 10-éről 11-ére 8 fokot csökkent az országos középhőmérséklet. A hűvös időszak csak 3 napig tartott, és a 29-én ismét bekövetkezett lehűlésig a hónap második felében végig nagyon meleg volt. A legmelegebb napokon a legtöbb helyen 35 fok fölé emelkedett a délutáni hőmérséklet, míg a leghidegebb hajnalokban 10 fok alatti minimumokat mértek.

A legmagasabb nappali hőmérséklet: 37,8°C, Bácsalmás (Bács-Kiskun), augusztus 10.

A legalacsonyabb éjszakai hőmérséklet: 2,1°C, Zabar (Nógrád), augusztus 30.

Augusztus országos tekintetben az átlagosnál jóval szárazabb volt, a 35 mm-nyi havi összeg csupán 65 százaléka a szokásos értéknek. A területi eloszlás ugyanakkor rendkívül szélsőséges volt, a legszárazabb területeken 10 mm alatt, míg a legcsapadékosabbakon 70 mm fölötti havi összeget regisztráltak. Kevés napon esett az eső, a csapadékos napok száma 0 és 7 között változott az ország területén. A hónap napfényben gazdag volt, a napsütéses órák száma közel 300 óra körül alakult, ami több mint 10 %-kal magasabb a szokásosnál.

A hónap legnagyobb csapadékösszege: 143 mm, Sajószentpéter (Borsod-Abaúj-Zemplén)

A hónap legkisebb csapadékösszege: 2 mm, Pápa

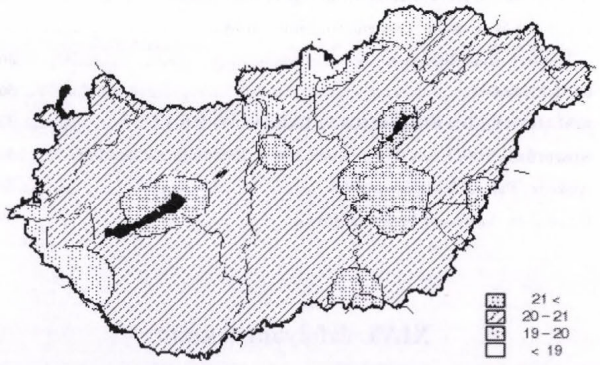
A hónap során 24 óra alatt lehullott maximális csapadék: 81 mm, Környe (Komárom-Esztergom), augusztus 23.

Konkolyné Bihari Zita

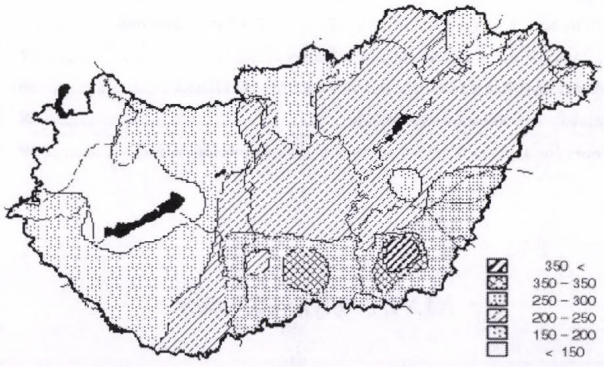
* * *

2001. nyár

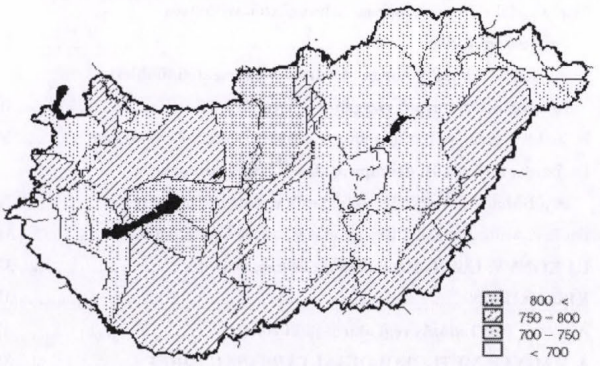
	Napsütés (óra)		Hőmérséklet (°C)						Csapadék (mm)			Szél
Állomások	évsz.össz	eltérés	évsz.közép	eltérés	abs.max.	napja	abs.min	napja	évsz.össz	az átlag%-ában	1mm<napok sz.	viharos napok
Szombathely	766	49	20,0	1,6	35,4	2001.08.04.	4,1	2001.06.12	130	57	20	23
Győr	745	-25	20,3	0,9	36,5	2001.07.16.	7,3	2001.08.30	149	82	18	6
Nagykanizsa	686	-64	19,5	0,5	35,1	2001.08.04.	3,3	2001.06.02	197	81	22	5
Siófok	825	28	21,1	1,2	35,5	2001.07.16.	9,8	2001.06.13	132	70	17	21
Pécs	767	-53	20,3	0,6	36,0	2001.08.10.	6,9	2001.06.02	221	107	24	14
Budapest	813	36	21,1	1,1	36,0	2001.07.16.	7,6	2001.06.06	212	127	22	8
Kékestető	718	-25	14,7	0,6	26,3	2001.08.10.	2,4	2001.06.04	216	81	23	17
Szolnok	-	-	20,9	0,8	35,9	2001.07.16.	7,4	2001.06.06	253	148	24	-
Szeged	757	-52	20,9	0,8	36,6	2001.08.10.	6,9	2001.06.06	285	159	-	10
Békéscsaba	792	-19	20,5	0,7	37,0	2001.08.10.	5,1	2001.06.06	269	139	25	10
Debrecen	765	-29	20,3	0,8	34,6	2001.08.10.	7,5	2001.06.05	231	112	25	7
Nyíregyháza	761	-2	20,1	0,8	34,9	2001.07.16.	6,8	2001.08.31	214	113	28	10
Miskolc	723	8	20,1	1,0	34,3	2001.08.10.	8,6	2001.06.04	214	102	28	10



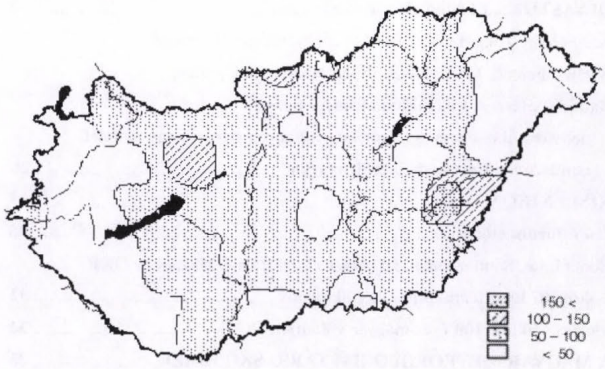
1.ábra: A nyár középhőmérséklete °C-ban



2.ábra: A nyár csapadékösszege mm-ben



3.ábra: A nyár napfénytartalma órákban



4.ábra: Az augusztusi csapadék aránya a sokévi átlaghoz viszonyítva %-ban

A 2001. ÉV ÖSSZEFOGLALÓ TARTALOMJEGYZÉKE

XLVI. évfolyam 1. szám

Hunkár Márta: **Meteorológiai Világnap 2001** ... 2
Tamáskovics Károly: **Önkéntes társadalmi észlelők munkája Országos Meteorológiai Szolgálatnál** ... 6
Dr. Szigetvári Gábor: **Gondolatok a kapcsolatomról a légtünettannal** ... 9
OLVASTUK... Nők a meteorológiában ... 10
Dr Domonkos Péter: **2000.: a melegrekordok éve** ... 11
KISLEXIKON ... 15
Új könyv ... 15
Konkolyné Bihari Zita, Zoboki Judit: **Különlegességek a 2000. év időjárásában** ... 16
OLVASTUK... WMO összesítés az elmúlt év időjárásáról ... 18
Márton Dénes: **A Medárd időszak csapadéka Mezőbándon** ... 19
Horváth Szilvia, Makra László, Sümeghy Zoltán, Zempléni András, Motika Gábor: **A közlekedés szerepe a levegőminőség módosításában egy közepes méretű város példáján** ... 23
Dr. Simon Antal: **Csernobil 15 év után** ... 29
Tóth Róbert: **Környezetvédelmi konferencia Burkina Fasonban** ... 34
Dr. Zách Alfréd: **A néphit meg az időjárás** ... 37
A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG HÍREI ... 38
Ambrózy Pál: **Verses meteorológia** ... 38
Zoboki Judit, Konkolyné Bihari Zita: **A 2000-es ősz időjárása** ... 39

XLVI. évfolyam 2. szám

Homokiné Ujváry Katalin : **Márciusi árvíz Kárpátalján** ... 2
Anda Angéla, Decsi Éva Kincső, Vercz Balázs: **A jégeső és a feszínhő** ... 6
OLVASTUK... Egy korszak vége ... 11
Makra László, Horváth Szilvia Zempléni András, Csiszár Villő, Rózsa Katalin, Motika Gábor: **Levegőminőségi trendek Magyarországon, különös tekintettel a dél-alföldi régióra** ... 12
OLVASTUK... El Niño előrejelzése? ... 9
Ács Ferenc, Tőkei László, Hrotkó Károly, Gergete Ferencné, Bulátkó Ferenc, Márfy János, Vajda Mihály, Tuba Zoltán, Náfrádi Balázs: **A mikroklíma-transpiráció-és nedváramlássebesség kapcsolatrendszere: mérések egy kisérleti cseresznye ültetvényben 2000 nyarán** ... 20
KISLEXIKON ... 25
Tudósfórum élőben... ... 26
Bonta Imre, Sándor Valéria: **Aláírásra került az OMSZ és az OKF közötti Együttműködési megállapodás** ... 32
Mezősi Miklós: **100 éves magyar villámjelzők** ... 34
A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG HÍREI ... 35
Dr. Hirling György: **Látogatás az érdi földrajzi múzeumban** ... 39
Mezősi Miklós: **100 éves magyar villámjelzők** *(folyt.)* ... 39
Zoboki Judit: **A 2000/2001-es tél időjárása** ... 40

XLVI. évfolyam 3. szám

Ács Ferenc, Lőke Zsuzsanna: **Biofizikai modellezés az agrometeorológiában** ... 2
Az Országos Meteorológiai Szolgálat közleménye ... 8
OLVASTUK: Ütköző koronakitörések, Óceán a Gandymesen? ... 8
Dr. Titkos Ervin: **Toronyházak szerepe a város szellőzésében** ... 9
Dr. Koppány György: **Az 1931–1960 és 1961–1990 évek éghajlati standard hőmérsékleteinek összehasonlítása Közép- és Kelet-Európában** ... 13
H. Zsikla Ágota: **A 2000. július 7-i balatoni vihar eseményei és meteorológiai háttere** ... 16
Fövényi Attila: **Változások az időjárás-előrejelzők munkájában** ... 21
Dr. Zách Alfréd: **100 éve született dr. Tóth Géza** ... 25
ÚJ KÖNYVEK ... 28
Bereczky László: **Szélerőművek Magyarországon** ... 29
Dr. Tar Károly: **Európai szélenergia-konferencia és kiállítás, 2001** ... 32
Dr. Lovász György: **100 éve született Dr. Simor Ferenc** ... 33
H. Bóna Márta: **ECAM-EMS-konferencia Budapesten** ... 34
Pőcze Tamás: **Tornádó kezdemény Jánosházán** ... 35
Konferenciák 2002-ben ... 36
KISLEXIKON ... 36
A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG HÍREI ... 37
Koszorúzás Tóth Géza születésének 100. évfordulója alkalmából ... 37
Ambrózy Pál: **Az EMS közgyűlése** ... 38
Bihari Zita: **Az elmúlt tavasz időjárása** ... 39

XLVI. évfolyam 4. szám

Mezősi Miklós, Ambrózy Pál: **Interjú Dr. Antal Emánuellel** ... 2
OLVASTUK: Anktarktisz: melegszik, vagy hűl? ... 8
Mika János, Szentimrey Tamás, Bartholy Judit, Szeidl László: **Éghajlati idősorok szélsőségeinek alakulása Magyarországon** ... 9
ÚJ KÖNYV: Magyarország Éghajlati Atlasza ... 13
Makra László, Horváth Szilvia: **A levegőszennyezettség becslése Szegeden** ... 14
Unger János, Sümeghy Zoltán: **A városi hőmérsékleti többlet: Keresztmetszet menti vizsgálatok Szegeden** ... 19
H. Zsikla Ágota, dr. Bartha Imre: **A 2001. évi viharjelzési szezon** ... 26
Dr. Bartha Imre: **2001. évi tapasztalatok a meteorológia és a Balatonon működő szolgálatok együttműködése terén** ... 29
Fövényi Attila: **2001. évi termik előrejelzések verifikálása** ... 31
ÚJ KÖNYV: Götz Gusztáv: Káosz és prognosztika ... 32
KISLEXIKON ... 32
Ambrózy Pál: **Tallózás régi okiratok között** ... 33
A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG HÍREI ... 34
Dr. Simon Antal: **Évfordulók 2001** ... 34
Konkolyné Bihari Zita: **Az elmúlt nyár időjárása** ... 38
A 2001. év összefoglaló tartalomjegyzéke ... 40