

LÉGGÖR

55. évfolyam

2010. 3. szám





*A Róna család 1930-ban
A kép jobb szélén Róna Rózsa tanárnő, aki 1978-ban
az édesapjáról elnevezett Alapítványt létrehozta*



Pilotmérész Tóth Géza irányításával



Róna Zsigmond aligazgató 1908-ban



*A Brüsszelben aranyérmet nyert
ionosféra-berendezéssel Simon Antal
mér az Aerológiai Obszervatóriumban*



*Zách Alfréd „kíségítő szakmunkás”
pilotozik 1936-ban; Réthly Antal felvétele*



*Magassági légállapotmérés
repülőgép-meteorográf-fal*



Zách Alfréd helyettes igazgató

LÉGKÖR

55. évfolyam
2010. 3. szám

Felelős szerkesztő:
Dunkel Zoltán
a szerkesztőbizottság elnöke

Szerkesztőbizottság:
Bartholy Judit
Bihari Zita olvasószerkesztő
Haszpra László
Holicska Szilvia
Hunkár Márta
Móring Andrea éghajlati összefoglaló
Szudár Béla
Tóth Katalin kislexikon
Tóth Róbert

ISSN 0 133-3666

A kiadásért felel:
Bozó László
az OMSZ elnöke

Készült:
PALETTA PRESS Kft.
nyomdájában
800 példányban

Felelős vezető:
Száraz Anikó
Tördelés:
Szilasy Gyula

Évi előfizetési díja 1680 Ft
Megrendelhető
az OMSZ Pénzügyi Osztályán
Budapest Pf. 38 1525
E-mail: legkor@met.hu

AZ ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT
ÉS A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG
SZAKMAI TÁJÉKOZTATÓJA

TARTALOM

CÍMLAPON

Készülő vihar, *Horányi András*, 2010. 08. 13.

TANULMÁNYOK

- Ács Ferenc, Szelepcsényi Zoltán és Breuer Hajnalka: **Köppen és Thornthwaite éghajlat-osztályozásának összehasonlító vizsgálata egy globális léptékű adatbázison** 93
- Ács Ferenc, Breuer Hajnalka, Szelepcsényi Zoltán és Kozma Imre: **Köppen és Holdridge éghajlati osztályozásának összehasonlító vizsgálata egy globális léptékű adatbázison** 102
- Az Országos Meteorológiai Szolgálat közleménye** 107
- Kántor Noémi, Gulyás Ágnes és Unger János: **Komplex humánkomfort vizsgálatok városi környezetben – I. rész** 108
- Kántor Noémi, Gulyás Ágnes, Égerházi Lilla és Unger János: **Komplex humánkomfort vizsgálatok városi környezetben – II. rész** 115

KRÓNIKA

- Mezősi Miklós: **Évfordulók – 2010** 127
- Tóth Katalin: **Kislexikon** 129
- Balogh Beáta: **A Magyar Meteorológiai Társaság hírei** 129
- Németh Ákos: **2010 nyarának időjárása** 130

LIST OF CONTENTS

COVER PAGE

Thunder in process, *András Horányi*, Hungary, 13. 08. 2010

STUDIES

- Ferenc Ács, Zoltán Szelepcsényi and Hajnalka Breuer:
Comparison of the Köppen's and Thornthwaite's Climate Classifications using a Global Scale Climate Dataset 93
- Ferenc Ács, Hajnalka Breuer, Zoltán Szelepcsényi and Imre Kozma:
Comparison of the Köppen's and Holdridge's Climate Classifications using a Global Scale Climate Dataset 102
- Noémi Kántor, Ágnes Gulyás and János Unger: **Complex Human Comfort Studies In Urban Environment – Part I.** 108
- Noémi Kántor, Ágnes Gulyás, Lilla Égerházi and János Unger:
Complex Human Comfort Studies in Urban Environment – Part II. 115

CHRONICLE

- Miklós Mezősi: **Anniversaries in 2010** 127
- Katalin Tóth: **Pocket Encyclopedia** 129
- Beáta Balogh: **News of MMT – Hungarian Meteorological Society** 129
- Ákos Németh: **Weather of Summer 2010** 130

A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG HÍREI

Folytatás a 129. oldalról

Június 3.

Bihari Zita: A DMCSEE projekt; **Kozák Péter:** Történelmi aszályok tanulságainak felhasználása a jövőbeni aszály károk mérséklésére; **Lakatos Mónika:** Aszályindexek és térképezési lehetőségeik; **Gauzer Balázs és Bálint Gábor:** A hótakaró nagytérségi számbavétele: a hófelhalmozódás és hóolvadás számítása a tavaszi nedvesítettségi viszonyok regionális becslése érdekében (Az Agro- és Biometeorológiai Szakosztály rendezvénye)

Június 15.

Radics Zsolt: Megújuló energiát használó rendszerek a vidékfejlesztésben – RUBIRES egy európai projekt tapasztalatai (A Nap- és Szélenergetikai Szakosztály és a DAB Megújuló Energetikai Munkabizottságának közös rendezvénye)

Június 21.

Dévényi Dezső (1948–2009) emlékére szervezett szakmai előadókészlet; **Czelnai Rudolf:** Az adattasszimulációs probléma vizsgálatának kezdetei. Dévényi Dezső kapcsolódása L.S. Gandin iskolájához; **Radnóti Gábor:** Az ECMWF adattasszimulációs rendszere; **Szunyogh István:** Ensemble adattasszimuláció; **Stan Benjamin:** Rapid Update Cycle and Rapid Refresh at NOAA; **Ihász István:** Műholdmeteorológia és numerikus prognosztika: korai hazai vizsgálatok; **Ihász István:** Az operatív numerikus modellezés kezdeti évei Magyarországon: a svéd modell alkalmazása; **Horányi András:** Operatív numerikus modellek az OMSZ-ban: a svéd modellel az AROME modellel; **Tasnádi Péter:** Dévényi Dezső oktatási tevékenysége

Június 21.

Választmányi ülés: 1. A szakosztályok és területi csoportok tisztújításának rendje; 2. A független MMT honlap ügye; 3. Beszámoló az egeri Vándorgyűlés szervezésének állásáról; 4. Javaslat új szakosztály alapítására; 5. MMT második félévének programja; 6. Folyó ügyek

Június 22.

Stan Benjamin: Development and evaluation of an isentropic icosahedral global model – FIM (A Légműködés Szakosztály rendezvénye)

2010. augusztus 30–31. között rendeztük meg a Magyar Meteorológiai Társaság XXXIII. Vándorgyűlését Egerben. A Vándorgyűlés fő témája a **meteorológia oktatása** volt.

Szeptember 9.

Berényi Dénes születésének 110. évfordulójára rendezett emlékülés – Tar Károly: Berényi Dénes életútja, munkássága; **Szász Gábor:** A debreceni agrometeorológiai iskola; **Anda Angéla:** Agrometeorológiai megfigyelések Keszthelyen: a múlt és a jelen; **Varga-Haszonits Zoltán:** A gazdasági növények sugárzás- és vízhasznosítása; **Bartholy Judit:** Klímaváltozás – regionális modellel eredmények; **Lakatos Mónika:** A XX. század éghajlati tendenciái; **Pongrácz Rita:** Éghajlati extrémumok (A Magyar Meteorológiai Társaság, az MTA Meteorológiai Tudományos Bizottsága Agrometeorológiai Munkabizottsága, Éghajlati Munkabizottsága és Légtér Erőforrás Munkabizottságának közös rendezvénye).

Szeptember 15.

Barla-Szabó Gábor: A kukoricatermesztés és az éghajlat Dél-Afrikában; **Szieberth Dénes:** A kukoricatermesztés és az időjárás Magyarországon; **Pálfai Imre és Kozák Péter:** A legújabb hazai aszályvizsgálatok és európai kitekintés (A Magyar Meteorológiai Társaság Agro- és Biometeorológiai Szakosztálya, az MTA Növénytermesztési Bizottsága, az MTA Mezőgazdasági Vizsgáldokádási Bizottsága, a DMCSEE EU SEE Transnational Programme projekt és a Klimakörök GVOP projekt közös rendezvénye).

Szeptember 24.

Vissy Károly: Az időjárás-előrejelzés szerepe a megváltozott éghajlati viszonyok között (A Szombathelyi Csoport rendezvénye).

A 2010. évi TÁRSASÁGI DÍJAKKAL kitüntettek

STEINER LAJOS EMLÉKÉREM

Vig Péter

SZAKIRODALMI NÍVÓDÍJ

Mészáros Ernő: A levegő megismerésének története

RÓNA ZSIGMOND ALAPÍTVÁNY 2009. ÉVI KAMATAI

Hágel Edit és Kolláth Kornél

BERÉNYI DÉNES EMLÉKDÍJ

2010-ben nem lett kiadva

HEGYFOKY KABOS EMLÉKÉREM

Ambrózy Pál

A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG
2010. ÉVI TISZTÚJÍTÓ KÖZGYŰLÉSÉN
MEGVÁLASZTOTT ÚJ VEZETŐSÉGE

Elnök: Dunkel Zoltán; **Társelnökök:** Maller Aranka, Tar Károly; **Főtitkár:** Tarczay Klára; **Tudományos titkár:** Horváth László; **Kommunikációs titkár:** Balogh Beáta; **Felsőfokú oktató (5 fő):** Vig Péter, Varga Zoltán, Mika János, Mészáros Róbert, Unger János; **Tapasztalt tag (4 fő):** Hirling György, Ihász István, Radics Kornélia, Weidinger Tamás; **Földrajzos társtudós:** Probald Ferenc; **Hidrológus társtudós:** Bálint Gábor; **OMSZ képviselő:** Bozó László; **HM képviselő:** Kovács László; **Minisztériumi képviselő:** Tóth Róbert; **Ellenőrző Biz. elnöke:** Hunkár Márta; **Ellenőrző Bizottság tagja (4 fő):** Bóna Márta, Dobi Ildikó, Jenki Szilvia, Péliné Németh Csilla. **Hatályos egyéb tisztségviselők:** **Tiszteletbeli elnök:** Szász Gábor; **Tiszteleti tagok:** Barát József, Justyák János, Bodolai Istvánné, Czelnai Rudolf, Lépp Ildikó, Koppány György, Vissy Károly; **Új tiszteleti tagok:** Ambrózy Pál, Mezősi Miklós, Mészáros Ernő; **Szakosztályi elnökök:** Vissy Károly, Szalai Sándor, Horányi András, Komjáthy Eszter, Tar Károly, Horváth László; **Vidéki csoportok elnökei:** Puskás János, Fodor István, Makra László, Szegedi Sándor. **A Választmány szavazati jogú tagjai:** elnök, társelnökök, főtitkár, titkárok, szakosztályok és vidéki csoportok képviselői + 14 választott választmányi tag (összesen 30 fő) **Választmányi ülésre állandó meghívottak:** Tiszteletbeli elnök, tiszteleti tagok, Ellenőrző Bizottság

Köszönet az 1%-ért!

Az 1996. évi CXCVI. törvény feljogosította az adózó állampolgárokat, hogy személyi jövedelemadójuk 1%-át az általuk megjelölt közcélú intézmény javára áttutalathassák az APEH-hel. Örömmel jelentjük, hogy a **2009. évi** bevallásában Társaságunknak ajánlott adójának 1%-ából ez évben **326 168 Ft**-ot utalt át az APEH. Ezúton fejezzük ki köszönetünket a támogatásért, és kérjük tagjainkat, hogy a 2010. évi jövedelemadójuk 1%-ának áttutalásával újból segítsék Társaságunkat.

Elszámolás a 2008. évi SZJA-ból felajánlott 1%-ról

A 2008. évi adóbevallásban újból lehetett felajánlani a befizetendő SZJA 1%-át azon társadalmi szervezetek részére, akik megfeleltek a törvény által előírt követelményeknek. Örömmel tudatjuk kedves tagtársainkkal, hogy társaságunk megfelelt az előírásoknak és meg is kapta az Önök által felajánlott, összesen **254 012 Ft**-ot. A felajánlott összegből **177 808 Ft**-ot eltettünk a 2010. évi Vándorgyűlés szervezéséhez. A maradék **76 204 Ft**-ot Társaságunk postaköltségének részbeni fedezetére használtuk fel. 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 Elnökség.

SZERZŐINK FIGYELMÉBE

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

A kéziratokat a szerkesztő bizottság lektoráltatja. A lektor nevét a szerzőkkel nem közöljük. Közlésre szánt anyagokat kizárólag elektronikus formában fogadunk el. Az anyagokat a **legkor@met.hu** címre kérjük beküldeni Word-fájlban. A beküldött szöveg ne tartalmazzon semmiféle speciális formázást. Amennyiben a közlésre szánt szöveghez ábra is tartozik, azokat egyenként kérjük beküldeni lehetőleg vektoros formában. Az ideális méret 2 MB. Külön Word-fájlban kérjük megadni az ábraaláírásokat. A közlésre szánt táblázatokat akár Word-, akár Excel-fájlban szintén egyenként kérjük megadni. Amennyiben a szerzőnek egyéni elképzelése van a nyomtatásra kerülő közlemény felépítéséről, akkor szívesen fogadunk PDF-fájlt is, de csak PDF-fájllal nem foglalkozunk.

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

KÖPPEN ÉS THORNTWHAITE ÉGHAJLAT-OSZTÁLYOZÁSÁNAK ÖSSZEHAISONLÍTÓ VIZSGÁLATA EGY GLOBÁLIS LÉPTÉKŰ ADATBÁZISON

COMPARISON OF THE KÖPPEN'S AND THORNTWHAITE'S CLIMATE CLASSIFICATIONS USING A GLOBAL SCALE CLIMATE DATASET

Ács Ferenc, Szelepcsényi Zoltán és Breuer Hajnalka

ELTE, Meteorológiai Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A
acs@caesar.elte.hu, szelep@vipmail.hu, bhajni@nimbus.elte.hu

Összefoglalás. Köppen és Thornthwaite éghajlat-osztályozási rendszerét hasonlítottuk össze a Lamb-féle (Lamb, 1978) adatbázison. Az adatbázis 230 állomás havi csapadék- és hőmérsékletadatait tartalmazza. Az állomások területi eloszlása nem egyenletes, de bolygónk összes klímáját lefedik. A klímaképletek viszonyát mind általános, mind speciális esetekben vizsgáltuk. Az egész adatbázisra vonatkozó vizsgálataink alapján megállapítottuk, hogy a Köppen-féle klímaképletek szóródása a Thornthwaite-féle víz- és hőellátottsági kategóriák függvényében nagy. Ez alapján látható, hogy Köppen módszere csak globális, míg Thornthwaite módszere feltehetően mezoléptékben is alkalmazható. Egyedi esetvizsgálatainkban a természetes vegetációról készített fényképek alapján ítéltük meg a klímaképletek helyességét. A képek alapján egyértelműen meggyőződhetünk, hogy Köppen éghajlat-osztályozása túl goromba és kevésbé pontos Thornthwaite éghajlat-osztályozásához képest.

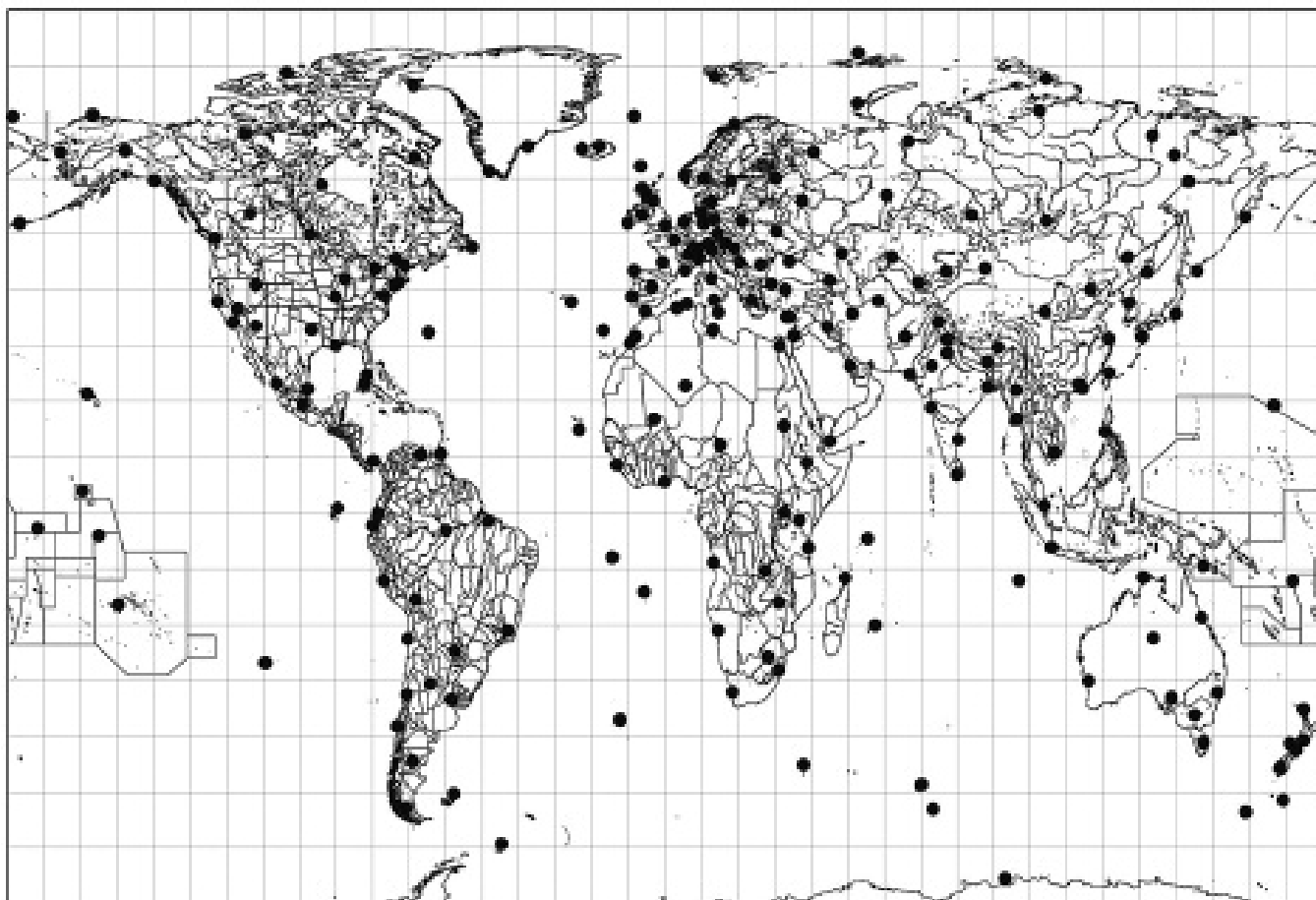
Abstract. Köppens's and Thornthwaite's climate classification methods were compared using Lamb's (Lamb, 1978) dataset. The Lamb dataset contains monthly values of precipitation and temperature data from 230 stations. The areal distribution of stations is not uniform, in spite of this they cover all climate types of the Earth. The relationship between climate formulae is analyzed in both the general and special cases. Based on the analysis referring to the complete dataset, we established that distribution of the Köppen's climate types depend strongly upon Thornthwaite's water and heat categories. Based on this result, it could be seen that Köppen method is suitable only on the global scale, while Thornthwaite method could presumably be used also on the mesoscale. In case studies we also used vegetation photos to estimate which climate formula is more or less correct. On the base of the photos we determined unequivocally that Köppen climate classification is too crude and less accurate with respect to Thornthwaite's one.

Bevezetés. Köppen (1923) rendszere az egyik legrégebb és legegyszerűbb éghajlati osztályozás. Egyszerű, egzakt kritériumok használatán alapul, az egyes klímátípusokat pedig ún. klímaképletek formájában jellemzi. Emiatt alkalmazása széles körben elterjedt. Köppen (1923) öt főcsoportba sorolja a bolygónkon létező klímákat, eredeti munkájában pedig tizenegy klímátípust különböztetett meg. Látható tehát, hogy bolygónk klimatikus változékonyságát csak igen tág határok között tudja értelmezni. Ezáltal a módszer inkább csak globális skálán alkalmazható.

Thornthwaite (1948) éghajlati osztályozása szintén egzakt és klímaképletek formájában jellemzi az éghajlatokat. A kategorizálás a terület vízháztartásának egyszerű becslésén alapul, így az éghajlatok leírása is sokkal változatosabb Köppen módszeréhez képest. Thornthwaite és Köppen rendszere között az alapvető különbség az, hogy Köppen rendszere egy többlépcsős kritériumrendszeren alapul, míg a Thornthwaite módszernél a potenciális evapotranspirációt és a többi hidrofizikai paramétert számít-

juk. Széles körű alkalmazására – valószínűleg ezért – nem is került sor, népszerűsége pedig meg sem közelítette Köppenét. Széles kategóriarendszerének köszönhetően azonban nemcsak a makro-, hanem a mezoskálájú klimatikus változékonyság jellemzésére is alkalmas.

E munka célja a két módszer összehasonlítása makroskálán. Ezen összehasonlítást nem azért végezzük, hogy a két módszer között valamiféle kapcsolatot tárjunk fel, hanem azért, hogy a klímaleírásaik helyességéről teljesebb képet kapjunk. Az esettanulmányainkban ezért a klímaképletek jóságát a helyszínre vonatkozó tipikus vegetációképek alapján ellenőriztük. Ezen elemzéseink során egyrészt jobban megismerhetők bolygónk különböző klímái, másrészt meggyőződhetünk a használt módszerek előnyeiről, hátrányairól, valamint a vegetációképek alkalmazhatóságáról az ilyen típusú összehasonlító klímavizsgálatokban. Egy adott terület éghajlatának megismerése során mind a három előbb említett szempont fontos.



1. ábra. A Lamb-féle adatbázis mérőállomásainak területi eloszlása

Anyag és módszer. Vizsgálatainkhoz a Lamb-féle adatbázist (Lamb, 1978) használtuk. A megfelelő klímadatokat 230 állomás havi csapadékösszege (P) és középhőmérséklete (T) szolgáltatta. A mérőállomások területi eloszlása az 1. ábrán látható. Észrevehető, hogy az állomások területi eloszlása nem egyenletes, de bolygónk összes klímáját lefedik.

Emellett fontos kiemelni, hogy az egyes klímaállomások adatai nem ugyanazon és nem ugyanakkora hosszúságú időszakokra vonatkoznak. Továbbá a 230 állomásból kb. 30 állomás az óceánok sajátos klímával rendelkező szigeteinek egyikén fekszik. Az állomások P és T adataiból származtatott évi csapa-

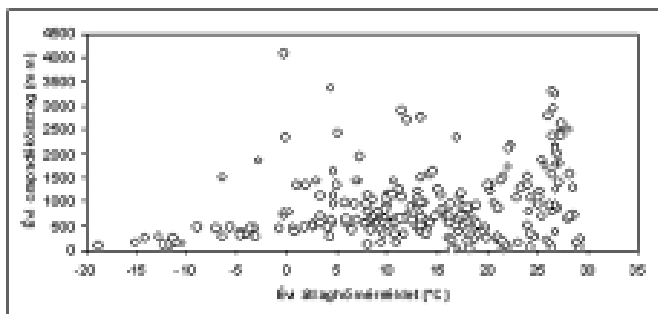
dékösszegek (AP) és évi átlaghőmérsékletek (AT) diagramja a 2. ábrán látható.

Az elemzések során a kiválasztott helyszínek tipikus vegetációját a www.panoramio.com weboldarról letöltött vegetációképek segítségével szemléltettük. Ilyen esetekben a fényképeket mintegy „döntőbíróként” használtuk, annak ellenére, hogy e vegetációformákat laikusként szemlélttük.

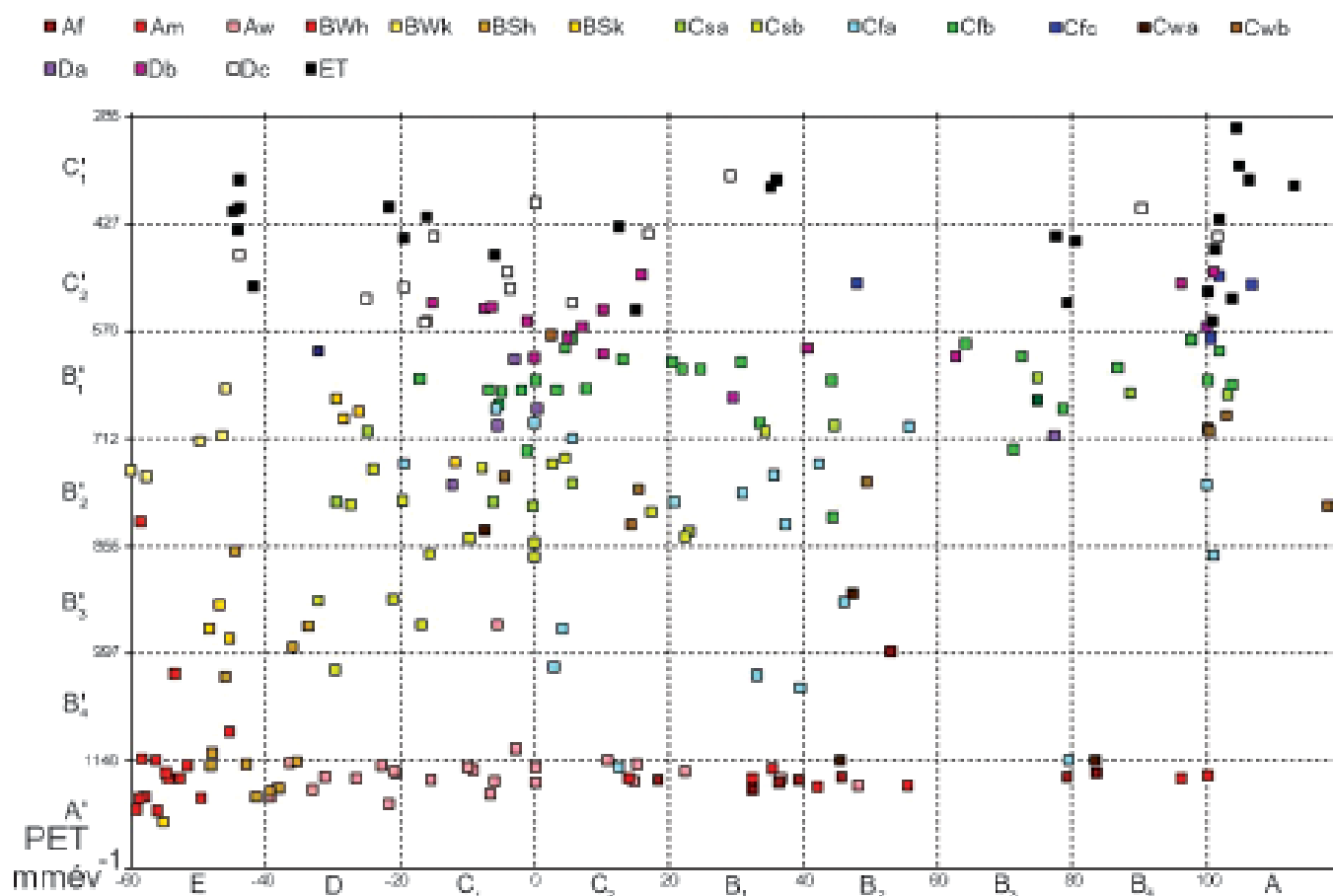
Köppen és Thornthwaite éghajlatleíró módszerének ismertetését ezúttal mellőznünk kell a cikk terjedelmi korlátai miatt. Ezek részletes leírása megtalálható Szelepcsényi és mtsai. (2009) munkájában.

Eredmények. Az általános jellegű összehasonlító vizsgálatunk mellett konkrét, helyszínekre vonatkozó összevetéseket is végeztünk. Az utóbbi összehasonlításokra olyan esetekben került sor, amikor a megegyező Köppen-féle képletek esetében markáns eltéréseket tapasztalunk a hő- vagy a vízellátottság tekintetében a Thornthwaite-féle képletekben.

Vessük össze először a két módszerrel kapott eredményeket általánosabban! Vizsgáljuk meg a Köppen-féle képletek eloszlását a Thornthwaite-féle képlet első két betűjéhez tartozó hő- és vízellátottsági kategóriák függvényében (3. ábra)! Az ábrán az A' (megatermális) a maximális, míg a C_1' (mikrotermális) a legkisebb hőellátottságot jelenti. Thornthwaite kü-



2. ábra A Föld klímáit jellemző 230 mérőállomás AP-AT diagramja



3. ábra. A Köppen-féle képletek eloszlása a Thornthwaite-féle képlet első két betűjének függvényében a Lamb-féle adatsor esetében

lönben a hőellátottság jellemzésére használta a D' (tundra) és az E' (fagyos) kategóriákat is, azonban e kategóriák előfordulása szinte elenyésző jelen adatbázisban. A vízellátottságot illetően az E (arid) a legszárazabb, míg az A (perhumid) a legnedvesebb kategória. A száraz és a nedves klímák közötti átmenet a C₂ (nedves szubhumid) és a C₁ (száraz szubhumid) kategóriák között húzódik. A 3. ábra alapján – első pillantásra – nehéz viszonyítani a két éghajlatleíró módszert. Látható azonban, hogy a pontok eloszlásában bizonyos rendszer fedezhető fel. Vegyük szemügyre előbb az ET (tundra) klímák eloszlását! Láthatjuk, hogy a C₂' és a C₁' kategóriák magasságában az E (arid) és az A (perhumid) kategóriák között szóródnak. Azaz, az ET klímák között tekintélyes vízellátottságbeli különbségek vannak. Ebből kifolyólag beszélhetünk „száraz” (E) és „nedves” (A) tundráról, továbbá a kettő közötti számos átmenetről (D–B₄). A „száraz” tundra évi átlagban nyilván jegesebb és havasabb, mint a „nedves” tundra. A jég és a hó ugyanis jellegzetesen a hideg-száraz klímák felszíntípusa. Az ET klímák tehát tipikusan „vízszintes”, az x tengely irányában szóródnak.

Hasonló a helyzet a D hideg-mérsékelt klímák esetében is. A D klímák szóródása a 3. ábrán többnyire vízszintes irányú. A hideg-mérsékelt klíma hideg nyárral jellemzett típusa, azaz a Dc klímájú pontok

egy szélesebb, a C₁', C₂' kategóriákkal behatárolt sávban E-től (arid) A-ig (perhumid) terjedően mindenhol megtalálhatók. A tundrákkal kapcsolatos előbbi eszmefuttásunk a Dc klímák esetében is alkalmazható. Vannak tehát kifejezetten „száraz” (az E kategóriába eső), valamint „nedves” (az A kategóriába eső) Dc klímájú pontok.

Mi a helyzet a BW sivatagi klímákkal? A „hideg” (BWk) és a „forró” (BWh) sivatagi klímák egyértelműen elkülönülnek egymástól. Ezek többnyire csak az E (arid) kategóriában találhatók meg. A forró sivatagok az A' és a B₄' (mindössze egy esetet regisztráltunk a B₂' kategóriában), míg a hideg sivatagok a B₂' és a B₁' közötti tartományban csoportosultak. A sztyepp klíma (BS) esetében nagyobbak a szórások. A „hideg” (BSk) és a „forró” (BSh) sztyepp klímák közötti elkülönülés már nem annyira egyértelmű, mint az előbbi esetben, és a pontok – valamelyest jobbra tolódva az előbbi esethez képest – az E (arid) és a D (szemiarid) kategóriák közé esnek. A sivatagi és a sztyepp klímák esetében a pontok szóródása értelemszerűen „függőleges” irányú, azaz az y tengely irányában szóródnak, de nem a tengely teljes hosszában.

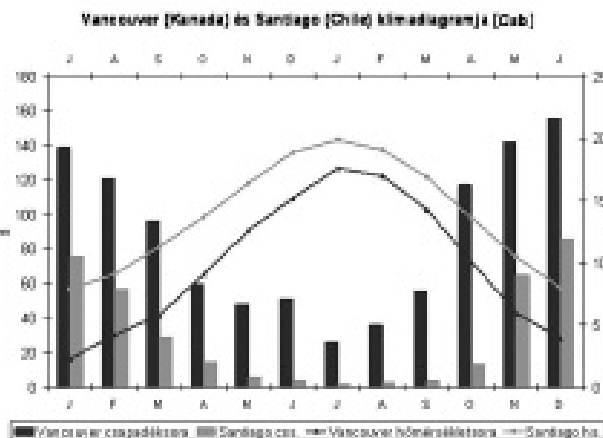
A pontok újbóli „vízszintes” irányú szóródását a trópusi égöv klímáival (Af, Am, Aw) kapcsolatban láthatjuk. Ezek – néhány pont kivételével – az A' (me-

gatermális) kategóriába esnek. A szavanna (*Aw*) és az esőerdő (*Af*) vagy a trópusi monszun (*Am*) klímák közötti nedvességbeli különbségek azonban egyértelműen észrevehetőek. Az *Aw* klímák D-től *C₂*-ig, míg az *Af* és az *Am* klímák *C₂*-től A-ig terjednek. Érdekes látni azt is, hogy a Thornthwaite-féle kritériumok alapján az *Am* klíma lehet nedvesebb is, mint az *Af* klíma. A két típus közötti alapvető különbséget a Thornthwaite-féle képletek harmadik betűjén, a vízellátottság szezonális jellemzésén keresztül tudjuk érzékelni. A monszun klímák esetében téli vízhiány, míg a trópusi esőerdők esetében jelentéktelen éven belüli eltérés a jellemző.

A pontok legnagyobb, területi szóródását (tehát mind vízszintes, mind függőleges irányban) a *C*

tek száma sokkal nagyobb lenne. A *Cs* klímák, azaz a meleg-mérsékelt klíma nyári csapadékminimummal, többnyire a D (szemiarid) és a *B₁* (humid) kategóriák között szóródnak, persze – mint ahogy mondtuk – átfedésben a *Cf* és a *Cw* klímákkal. Látható az is, hogy a *C* meleg-mérsékelt klíma leghidegebb típusa, a *Cfc* (meleg-mérsékelt klíma egyenletes éven belüli csapadékeloszlással és hideg nyárral jellemzett típusa) klíma a *C₂'* (mikrotermális) kategóriáig terjed. Az is tanulságos lehet, hogy a *Csb* klíma (meleg-mérsékelt

klíma nyári csapadékminimummal és meleg nyárral) és az ismertebb, tipikusan mediterráni *Csa* klíma (meleg-mérsékelt klíma nyári csapadékminimummal és forró nyárral) között markáns külön-



4. ábra. Az esetvizsgálat során a *Csb* klímát jellemző klímadiagramok



5. ábra. Vancouver (bal) és Santiago (jobb) tipikus vegetációja (a, b)

meleg-mérsékelt klímák esetében észlelhetjük. E pontok szóródásában nincs szabályszerűség. Hőellátottság vonatkozásában *C₂'* és A' között, míg vízellátottság vonatkozásában D és A között, azaz igen széles határok között szóródnak. A *Cs*, a *Cw* és a *Cf* képletű pontok elrendeződésében semmilyen sémát sem sikerült találnunk. Így például, *Cfa* (a meleg-mérsékelt klíma egyenletes éven belüli csapadékeloszlással és forró nyárral jellemzett típusa) és a *Cwa* (a meleg-mérsékelt klíma nyári csapadékmaximummal és forró nyárral jellemzett típusa) képletű klímaállomások az A' (megatermális) kategóriában is előfordultak, ugyan csak négy esetben. Ugyanakkor jogosan feltételezhetjük azt, hogy egy nagyobb adatbázis esetében az ilyen ese-

ségek lehetnek, főleg a nedvesség tekintetében. Így például találkozhatunk *Csb* klímával a D (szemiarid), a *B₄* (humid) és az A (perhumid) kategóriákban is. Ezzel szemben a *Csa* klíma a szárazságot tekintve csak a *B₁* kategóriáig terjed.

Egyedi esetek. Esetvizsgálatainkhoz olyan állomásokat választottunk, amelyeknél a Köppen-féle képlet megegyező, de a Thornthwaite-féle képlet első két betűjéből legalább az egyik betű – mely egyébként egyaránt utalhat a termikus vagy a hidrikus állapotra – markánsan eltér. A képletek jóságát a helyszínt jellemző tipikus vegetáció megtekintése alapján becsültük. Mindezt tettük annak ellenére, hogy nem vagyunk növényrendszertani szakértők. Feltételezésünk

szerint ugyanis a növénytakaróban jelentkező formabeli különbségeket laikusokként is észlelhetjük.

Vizsgálatainkhoz négy-négy meleg-mérsékelt (*Csb*, *Cwa*, *Cfa*, *Cfb*), egy-egy *D* hideg-mérsékelt (*Dfc*) és egy-egy tundra (*ET*) klímájú helyszínt választottunk. A kiválasztott esetek sorszámain, helyszíneit és klímaképleteit az 1. táblázatban találjuk meg. Menjünk sorban példáról példára!

Csb klíma (meleg-mérsékelt klíma nyári csapadék-minimummal és meleg nyárral)

Ebben az esetben arra voltunk kíváncsiak, hogy regisztrálható-e a Thornthwaite-féle képletekben szereplő nedvességbeli különbség Santiago (szemiarid)



tő a potenciális életforma. Látható-e különbség a vegetációban is? A 6.a ábra Hongkong, míg az 6.b ábra Córdoba körzetének tipikus vegetációját szemlélteti. A különbség ebben az esetben is szembeötlő. Az állomások klímadiagramjait egyébként a 7. ábra szemlélteti.

Cfa klíma (meleg-mérsékelt klíma egyenletes éven belüli csapadékeloszlással és forró nyárral)

A grúz főváros, Tbiliszi és a connecticuti New Haven Köppen rendszerében azonos besorolást kap (1. táblázat). Thornthwaite rendszere ezzel szemben a két város között leheletnyi különbségeket regisztrál, például a nedvességi viszonyokban. Ennek meg-



6. ábra. Hongkong (bal) és Córdoba (jobb) tipikus vegetációja (a, b)

és Vancouver (humid) esetében (1. táblázat). Az állomások klímadiagramjait a 4. ábra szemlélteti. A nedvességekategóriák közötti különbségeket a helyszínekre vonatkozó tipikus vegetáció alapján becsülhetjük. Vancouver környékén a tipikus vegetáció dús fenyves (5.a ábra). Ezzel szemben, Santiago közelében a természetes növénytakarót inkább a cserjés és alacsony fás területek mozaikos elhelyezkedése határozza meg (5.b ábra). Tegyük hozzá azt is, hogy Santiago körzetében a szőlőtermesztés és a borkészítés is jellemző, míg Vancouver esetében ez teljesen elképzelhetetlen. Tehát a két *Csb* képletű helyszín éghajlata inkább különbözést, mintsem egyezést mutat. Azaz a vegetációképek Thornthwaite klímaképleteit igazolják.

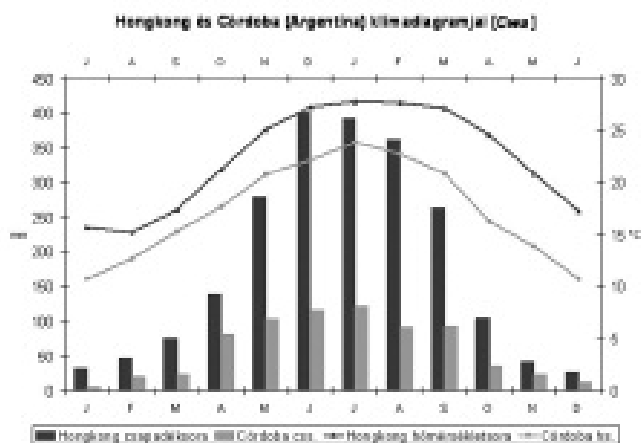
Cwa klíma (meleg-mérsékelt klíma nyári csapadék-maximummal és forró nyárra)

Hasonlóképpen nagy a hő- és a vízellátottságbeli különbség a Thornthwaite-féle képletek alapján az argentin Córdoba és Hongkong között (1. táblázat). Holdridge (1947) rendszere szerint Hongkong esetében szubtrópusi nedves erdőként, míg Córdoba esetében meleg-mérsékelt száraz erdőként értelmezhe-

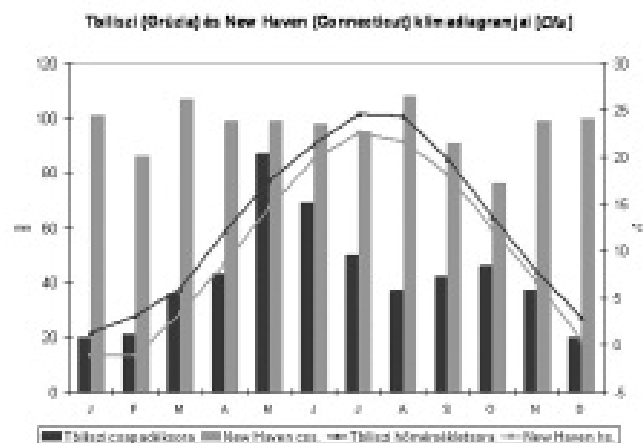
felelően Tbiliszi vízellátottsága száraz szubhumid (C_1), míg az egyesült államokbeli New Havené erősen humid (B_3). A klímadiagramokról könnyen leolvasható, hogy a két település nedvességi viszonyai az őszi és a téli hónapokban különböznek leginkább (8. ábra). A fényképek kiválasztásánál ezért az őszi hónapokra összpontosítottunk. A fényképek alapján azonban elmondható, hogy vegetációbeli különbségek nem jelentősek (9.a és 9.b ábra)

Cfb klíma (meleg-mérsékelt klíma egyenletes éven belüli csapadékeloszlással és meleg nyárral)

Az észak-európai Bergen és a Krím-félszigeten fekvő Szimferopol Thornthwaite-féle képletei között csak az első betűt illetően van jelentős eltérés (1. táblázat). Bergen vízellátottsága perhumid (A), míg Szimferopolé száraz szubhumid (C_1). Ismét felvetődik a kérdés: érzékelhető-e ez a nedvességbeli különbség a természetes növénytakaróban? Valamilyest igen, de a fő különbség – és ez a fényképekről is bizonyos mértékig látszik (10.a ábra és 10.b ábra) – a földhasználatban van. Észak-Európában, így Bergen környékén is, a természet „érintetlennek” mondható a kelet-európai viszonyokhoz képest. Eme tény-



7. ábra. Az esetvizsgálat során a Cwa klímát jellemző klímadiagramok



8. ábra. Az esetvizsgálat során a Cfa klímát jellemző klímadiagramok



9. ábra. Tbiliszi (bal) és New Haven (jobb) tipikus vegetációja (a, b)



10. ábra. Bergen (bal) és Szimferopol (jobb) tipikus vegetációja (a, b)

1. táblázat. Az esetvizsgálatokhoz kiválasztott állomások és klímaképleteik

Sorszám	Állomásnév	Köppen	Thornthwaite	Holdridge
184	Vancouver, Kanada	Csb	B ₃ B' ₁ s b' ₄	Hideg-mérsékelt üde erdő
232	Santiago, Chile	Csb	D B' ₁ s a'	Meleg-mérsékelt tövises puszta
89	Hongkong, Kína	Cwa	B ₄ A' r a'	Szubtrópusi nedves erdő
228	Córdoba, Argentína	Cwa	C ₁ B' ₂ d a'	Meleg-mérsékelt száraz erdő
65	Tbiliszi, Grúzia	Cfa	C ₁ B' ₂ d b' ₃	Meleg-mérsékelt száraz erdő
195	New Haven, Connecticut	Cfa	B ₃ B' ₁ r b' ₂	Hideg-mérsékelt nedves erdő
15	Bergen, Norvégia	Cfb	A B' ₁ r b' ₃	Hideg-mérsékelt esős erdő
64	Szimferopol, Ukrajna	Cfb	C ₁ B' ₁ s b' ₂	Hideg-mérsékelt füves puszta
13	Tromso, Norvégia	Dfc	A C' ₂ s c' ₂	Boreális esős erdő
71	Khatanga, Oroszország	Dfc	C ₁ C' ₂ s d'	Szubpoláris nedves tundra
6	Ivittuut, Grönland (Dánia)	ET	A C' ₂ r b' ₁	Boreális esős erdő
188	Kugluktuk, Kanada	ET	D C' ₁ d d'	Szubpoláris nedves tundra

2. táblázat. Vancouver és Santiago klímaképletei

Sorszám	Állomásnév	Köppen	Thornthwaite	Holdridge
184	Vancouver, Kanada	Csb	B ₃ B' ₁ s b' ₄	Hideg-mérsékelt üde erdő
232	Santiago, Chile	Csb	D B' ₁ s a'	Meleg-mérsékelt tövises puszta

3. táblázat. Hongkong és Córdoba klímaképlet

Sorszám	Állomásnév	Köppen	Thornthwaite	Holdridge
65	Tbiliszi, Grúzia	Cfa	C ₁ B' ₂ d B' ₃	Meleg-mérsékelt száraz erdő
195	New Haven, Connecticut	Cfa	B ₃ B' ₁ r B' ₂	Hideg-mérsékelt nedves erdő

4. táblázat. Tbiliszi és New Haven klímaképletei

Sorszám	Állomásnév	Köppen	Thornthwaite	Holdridge
89	Hongkong, Kína	Cwa	B ₄ A' R a'	Szubtrópusi nedves erdő
228	Córdoba, Argentína	Cwa	C ₁ B' ₂ D a'	Meleg-mérsékelt száraz erdő

5. táblázat. Bergen és Szimferopol klímaképletei

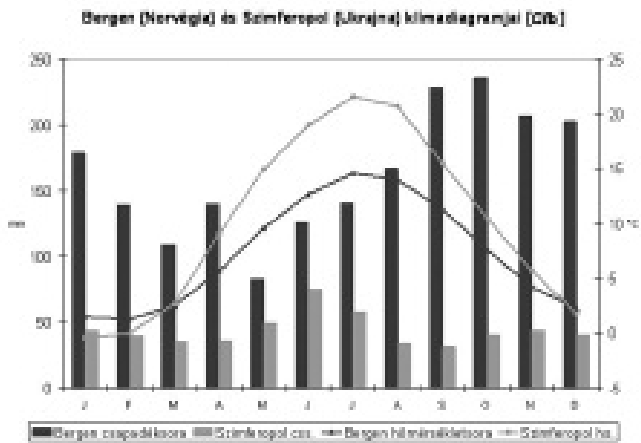
Sorszám	Állomásnév	Köppen	Thornthwaite	Holdridge
15	Bergen, Norvégia	Cfb	A B' ₁ r b' ₃	Hideg-mérsékelt esős erdő
64	Szimferopol, Ukrajna	Cfb	C ₁ B' ₁ s b' ₂	Hideg-mérsékelt füves puszta

6. táblázat. Tromso és Khatanga klímaképletei

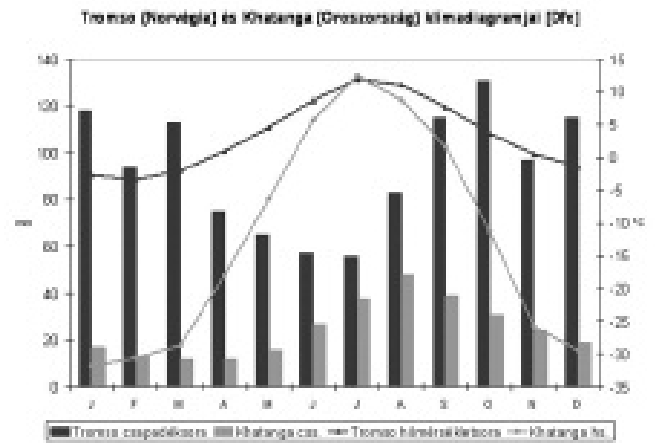
Sorszám	Állomásnév	Köppen	Thornthwaite	Holdridge
13	Tromso, Norvégia	Dfc	A C' ₂ S c' ₂	Boreális esős erdő
71	Khatanga, Oroszország	Dfc	C ₁ C' ₂ S d'	Szubpoláris nedves tundra

7. táblázat. Ivittuut és Kugluktuk klímaképletei

Sorszám	Állomásnév	Köppen	Thornthwaite	Holdridge
6	Ivittuut, Grönland (Dánia)	ET	A C' ₂ r b' ₁	Boreális esős erdő
188	Kugluktuk, Kanada	ET	D C' ₁ d d'	Szubpoláris nedves tundra



11. ábra. Az esetvizsgálat során
a Cfb klímát jellemző klímadiagramok



12. ábra. Az esetvizsgálat során
a Dfc klímát jellemző klímadiagramok



13. ábra. Tromsø (bal) és Khatanga (jobb) tipikus vegetációja (a, b)



14. ábra. Ivittuut (bal) és Kugluktuk (jobb) tipikus vegetációja (a, b)

ről a *Google Earth* szoftver használata révén is meggyőződhetünk. Európa középső és keleti része gyakorlatilag teljesen humán jellegű. A síksági területek igen jelentős részét a mezőgazdaság szolgálatába állították. A műholdképeken például kitűnően látszanak a felparcellázott területek. Bergen és Szimferopol klímadiagramjai egyébként a 11. ábrán láthatók.

Dfc klíma (hideg-mérsékelt klíma egyenletes éven belüli csapadékeloszlással és hideg nyárral)

Az előbbi esethez hasonlóan markáns eltérés van Tromso (Észak-Norvégia) és Khatanga (Oroszország, Észak-szibériai-alföld) Thornthwaite-féle képleteiben az első betűk között (1. táblázat). Az állomások klímadiagramjait a 12. ábra szemlélteti. Tromso vízellátottsága perhumid (A), a Holdridge-féle rendszer szerint potenciális vegetációja boreális esős erdő. Ezzel szemben Khatanga vízellátottsága száraz szubhumid (C_1), és az adott klimatikus feltételek mellett a természetes növénytakarója szubpoláris nedves tundra. Érzékelhető-e e különbség a vegetáció-képek alapján? E vegetáció-képeket a 13. ábrán láthatjuk, és a két helyszín vegetációja közötti különbség egyértelmű.

ET klíma (tundra klíma)

Ivittuut az Északi-sarkköről délre, Grönland délnyugati csücskében fekszik, míg Kugluktuk az Északi-sarkkörön túl, a Kanadai-ősmasszívumon. Ez alapján a két állomás közötti nedvességbeli különbség egyértelmű. Thornthwaite rendszere szerint Ivittuut vízellátottsága perhumid (A), míg Kugluktuk nedvességi viszonya szemiarid (D). Holdridge rendszere a potenciális életformát Ivittuut esetében boreális esős erdőként értelmezi, míg a kanadai település esetében szubpoláris nedves tundraként. Látható-e a vízellátottságbeli különbség a két helyszín természetes növénytakarójában? Ivittuut esetében nincsenek kiterjedt fenyvesek (14.a ábra). A fényképek ta-

núsága szerint mind a grönlandi, mind a kanadai (14.b ábra) település a tundrás területek szerves részét képezik. Az állomások klímadiagramjait egyébként a 15. ábra szemlélteti.

Befejezés. Eme vizsgálatban Köppen és Thornthwaite éghajlati osztályozási rendszerét hasonlítottuk össze a Lamb-féle adatbázison. A klímaképletek viszonyát mind általános, mind speciális esetekben vizsgáltuk. Általános jellegű elemzésünket a Lamb-féle adatsor kiértékeléseként kapott 3. ábra alapján

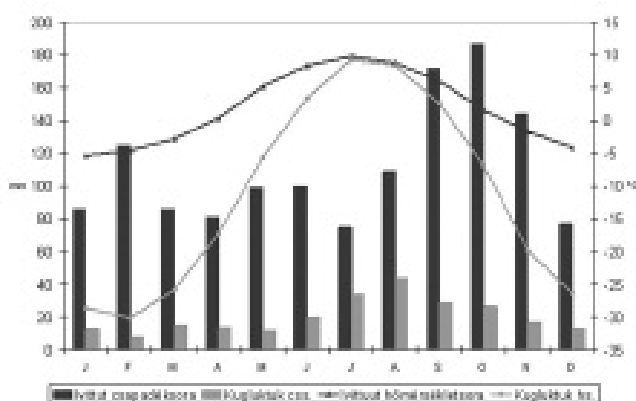
fogalmaztuk meg. Az egyedi esetvizsgálatokhoz mintegy „döntőbíróként” a természetes vegetációról készített fényképeket alkalmaztuk. A képek alapján arról győződhetünk meg, hogy hat esetből négy esetben a Köppen-féle osztályozási rendszer túl górnak adódott. Az adott négy esetben a Thornthwaite-féle leírás jobbnak bizonyult. E példák – még ha extrémebb példákrol is van szó – azt bizonyítják, hogy a Lamb-féle adatbázis

zist körültekintőbben kellene tanulmányozni, azaz a képi vizsgálatot mind a 230 db állomásra kellene alkalmazni, ami után az eredményeket statisztikailag is lehetne értékelni. Egy ilyen vizsgálat mindenféleképpen új és érdekes eredményekkel szolgálna nemcsak a Köppen- vagy Thornthwaite-féle éghajlatleíró rendszer, hanem bolygónk klímáinak megismerése szempontjából is.

Irodalom

- Holdridge, L. R., 1947: Determination of world plant formations from simple climatic data. *Science* 105, 367–368.
- Köppen, W. P., 1923: *Die Klimate der Erde. Grundriss der Klimakunde.* Walter de Gruyter. Berlin, Leipzig, 369 p.
- Lamb, H. H., 1978: *Climate, present, past and future. Volume 1, Fundamentals and climate now.* Methuen & Co Ltd, 613 pp.
- Szelepcsényi, Z., Breuer, H., Ács, F., & Kozma, I., 2009: Biofizikai klímaklasszifikációk (1. rész: a módszerek bemutatása). *Légkör* 54(3), 21–26.
- Thornthwaite, C. W., 1948: An approach toward a rational classification of climate. *Geographical Review* 38, 5–94.

Ivittuut (Grönland) és Kugluktuk (Kanada) klímadiagramjai (ET)



15. ábra. Az esetvizsgálat során az ET klímát jellemző klímadiagramok

KÖPPEN ÉS HOLDRIDGE ÉGHAJLATI OSZTÁLYOZÁSÁNAK ÖSSZEHAISONLÍTÓ VIZSGÁLATA EGY GLOBÁLIS LÉPTÉKŰ ADATBÁZISON

COMPARISON OF THE KÖPPEN'S AND HOLDRIDGE'S CLIMATE CLASSIFICATIONS USING A GLOBAL SCALE CLIMATE DATASET

Ács Ferenc, Breuer Hajnalka, Szelepcsényi Zoltán és Kozma Imre

ELTE, Meteorológiai Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A

acs@caesar.elte.hu, bhajni@nimbus.elte.hu, szelep@vipmail.hu

Összefoglalás. Köppen és Holdridge éghajlat-osztályozási rendszerét hasonlítottuk egy globális adatbázison. Az adatbázis havi csapadék- és hőmérsékletadatokat tartalmaz. Az állomások területi eloszlása nem egyenletes, de a Föld összes klímáját lefedik. A klímaképletek viszonyát mind általános, mind speciális esetekben vizsgáltuk. Egyértelműen meggyőződhetünk arról, hogy Köppen osztályozása egyes esetekben igen goromba, és nem tükrözi hűen a helyszínen uralkodó nedvességi viszonyokat. A kapott eredmények alapján elmondhatjuk, hogy a Holdridge-féle rendszerrel kapott klímaleírás megbízhatóbb, mint a Köppené, annak ellenére, hogy a Köppen-féle rendszer népszerűbb és elterjedtebb.

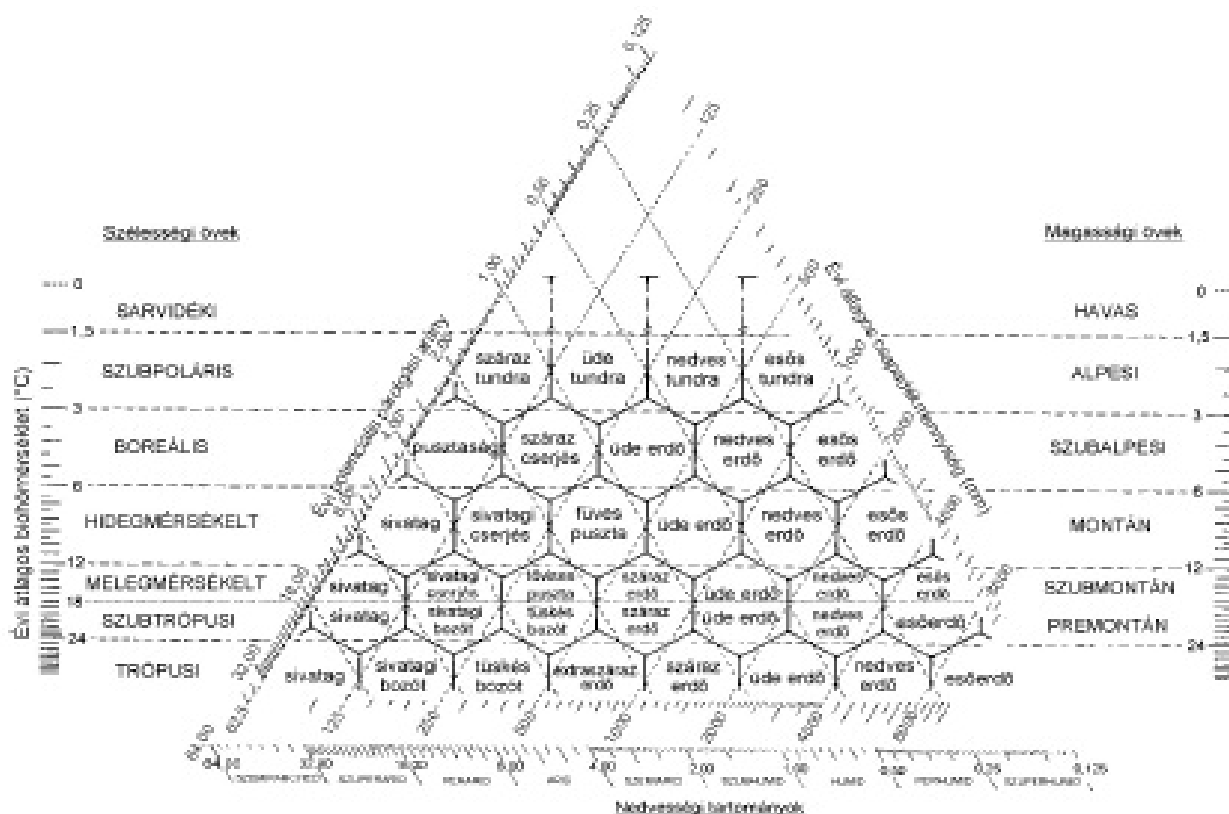
Abstract. Köppen's and Holdridge's climate classification methods were compared using a global dataset. The dataset contains monthly values of precipitation and temperature of the stations. The areal distribution of stations is not uniform; in spite of this they cover all climate types of the Earth. The relationship between climate formulae is analyzed in both the general and special cases. On the base of the investigations we determined unequivocally that Köppen's climate classification is too crude and less accurate as Holdridge's one notwithstanding that Köppen's is much more popular and used in many classification.

Bevezetés. Köppen (1923) éghajlatosztályozása egyszerű és egzakt, így a mai klimatológiai (pl. Kottek és mtsai., 2006) és az éghajlatváltozással (pl. Rubel és Kottek, 2010) kapcsolatos vizsgálatokban is sokrétűen alkalmazzák. Köppen implicit módon számításba veszi a növényzet területi eloszlását a klímák rendszerezésében, de az egyik legfontosabb, növényzetrel kapcsolatos mutatót, az evapotranszspirációt nem használja fel. Az evapotranszspiráció fontosságát a klímarendszerezésben első között Holdridge (1947) ismerte fel. Holdridge e tényező hatását a lehető legegyszerűbb módon, az évi potenciális evapotranszspiráció számításával értékelte. Az így kapott rendszerezés gyakorlatilag életformákban és az adott életformákhoz tartozó tipikus ökológiai egységekben gondolkodik. Ugyanúgy, mint Köppen (1923), a Holdridge-féle rendszerezés is egzakt és – tekintettel arra, hogy a Föld komplex ökoszisztémáját jellemzi – egyszerű. A rendszerezést az ún. Holdridge-féle háromszögdiagram (1. ábra) jeleníti meg. E tanulmány célja e két klímaosztályozás összehasonlító vizsgálata makroskálán. Az összehasonlítás során a kiválasztott hely klímájának minél pontosabb, valóságsszerűbb megismerése a cél. E mellett persze meggyőződhetünk a klímaosztályozások előnyeiről és hátrányairól is, ami a klímarendszerezések jövőbeni oktatásában nem mellékes szempont. Összehasonlító vizsgálatainkban – ugyanúgy, mint az előző Köp-

pen–Thorntwaite-féle összehasonlítás során (Ács és mtsai., 2010) – vegetációképeket is fogunk használni. A képek használata érdekes vagy akár indokolt is, olyan szempontból, hogy a Holdridge-féle rendszerezés tipikus ökológiai egységekben és az adott egységekhez tartozó jellemző vegetációformákban gondolkodik. A képeket tehát egyfajta ellenőrzésként fogjuk használni összehasonlító elemzéseinkben.

Anyag és módszer. Vizsgálatainkhoz – ugyanúgy mint az előző Köppen–Thorntwaite-féle összehasonlítás során – a Lamb-féle adatbázist (Lamb, 1978) használtuk, ami 230 állomás havi csapadék- és hőmérsékletadatait tartalmazza. Ezért az adatbázist jellemző alapvető információk (az adatbázist alkotó mérőállomások sorszámai és területi eloszlásai, valamint az állomások évi csapadék- (P) és hőmérsékleti (T) adatait összefoglaló P(T) diagram) ismertetését ezúttal mellőzni fogjuk. Az elemzések során a kiválasztott helyszínek tipikus vegetációját a www.panoramio.com weboldalról letöltött vegetációképek segítségével szemléltettük. E vegetációképeket laikusként használtuk; összehasonlító vizsgálatainkban azonban szemléltető vagy bizonyító erejük vitathatatlan.

Köppen és Holdridge éghajlatleíró módszerének ismertetését ezúttal mellőznünk kell a cikk terjedelmi korlátai miatt. Ezek részletes leírása megtalálható Szelepcsényi és mtsai. (2009) munkájában.

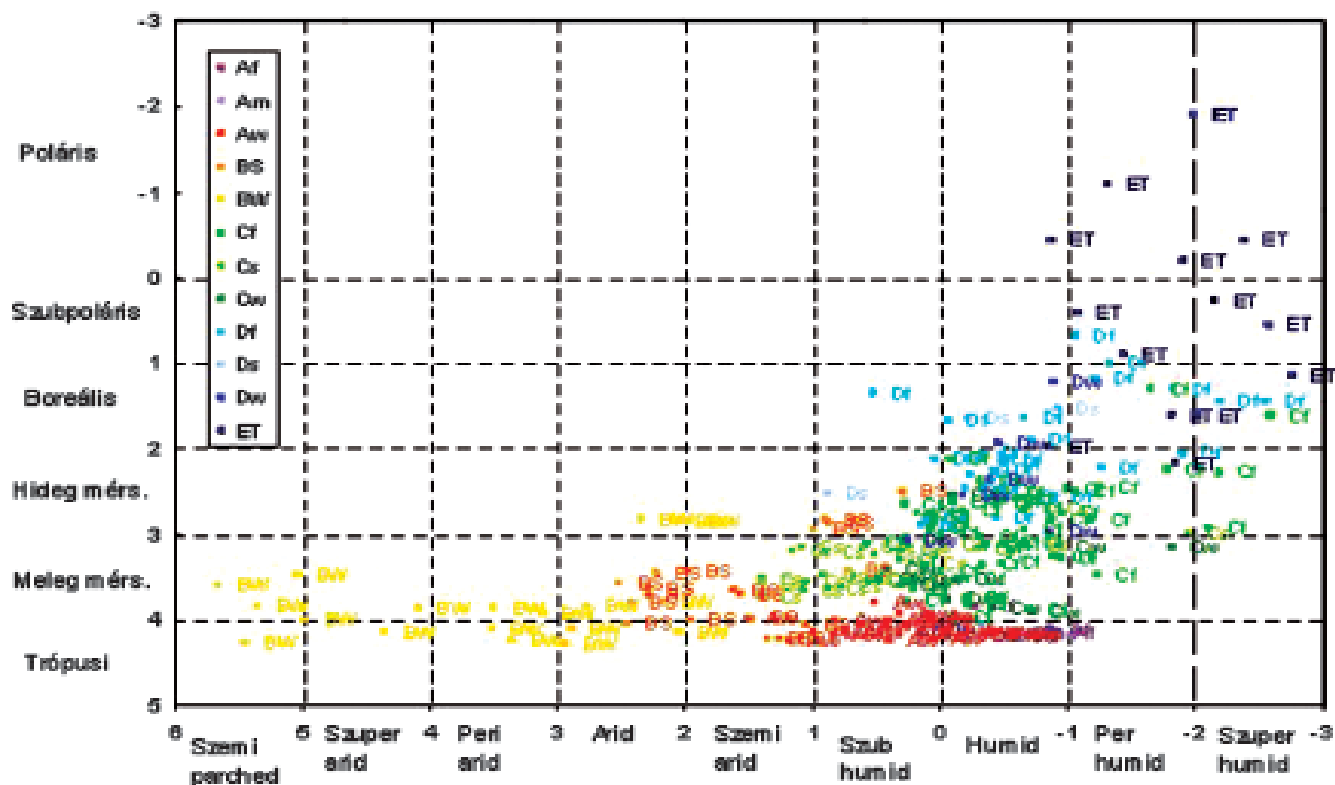


1. ábra. A Holdridge-féle éghajlati osztályozás háromszögdiagramja

Eredmények. Összehasonlító vizsgálatunk az egész adatbázisra, valamint egyes kiválasztott helyszínekre vonatkozik. Ezen utóbbi összehasonlításokra akkor került sor, amikor ugyanazon Köppen-féle képlethez több, és nagyobb szórást tanúsító Holdridge-féle életforma-leírás tartozott.

Az *összes eset*. Nézzük előbb az egész adatbázisra vonatkozó összehasonlítás eredményeit! Ezt a 2. ábra szemlélteti, ahol a Köppen-féle klímaképleteknek a Holdridge-féle rendszerben szereplő biotemperatúrati és nedvességi kategóriák szerinti eloszlását láthatjuk. A Holdridge-rendszer biotemperatúrati kate-

2. ábra. A Köppen-féle képletek eloszlása a Holdridge-féle osztályozás nedvességi és hőmérsékleti kategóriái szerint



góriái (trópusi, meleg-mérsékelt, hideg-mérsékelt, boreális, szubpoláris és poláris) az y -, míg a nedvességi kategóriái (szemiparched, szuperarid, periarid, arid, szemiarid, szubhumid, humid, perhumid és szuperhumid) az x -tengelyen vannak feltüntetve. Vegyük szemügyre előbb az *ET* (tundra) klímák eloszlását! E klímaképlet mutatja a legnagyobb szórást a Holdridge-féle rendszerben a kapott összes klímaképlet közül. Megtalálható nemcsak a poláris és a szubpoláris, hanem a boreális és a hideg-mérsékelt kategóriában is. A boreálisban négy, míg a hideg-mérsékelt kategóriában egy ilyen esetünk volt. A szórás a nedvességi kategóriák szerint valamelyest kisebb, mint a hőmérséklet esetében. Itt a szórás a humid és a szuperhumid kategóriák között figyelhető meg. Az *ET* képletek szórásához viszonyítottan a *D* (beleértve a *Df*-et, a *Dw*-t és a *Ds*-t) képletek szórása valamelyest kisebb. A biohőmérsékleti kategóriák tekintetében a szubpoláristól a hideg-mérsékeltig, míg a nedvességi kategóriák szerint a szubhumidtól a szuperhumidig szóródnak. Emeljük ki azonban, hogy a szubpoláris kategóriában mindössze egy *Df* és a szubhumid kategóriában is csak egy *Ds* képletünk volt. A *D* képletek zöme tehát a hideg-mérsékelt és boreális, valamint a humid és a szuperhumid kategóriák között van. A *C* (beleértve a

Cf-et, a *Cw*-t és a mediterráni *Cs*-t) képletek szórása már inkább a nedvességi kategóriák függvényében tapasztalható. Megfigyelhető, hogy sok-sok *C* képlet van a hideg-mérsékelt kategóriában is, de szóródásuk a nedvesség függvényében sokkal nagyobb: a szemiaridtól (itt a *Cs*-ek a jellemzők) a szuperhumidig (itt *Cf* található). A többi meleg klíma (*A*, *BS* és *BW*) esetében a szóródás már gyakorlatilag csak a nedvességi kategóriák függvényében történik. Egy igen szűk hőmérsékleti sávban – a trópusi és a meleg-mérsékelt hőmérsékleti kategóriák határánál – figyelhető meg a trópusi klímák eloszlása a szubhumid és a perhumid nedvességi kategóriák között. Ehhez képest a *BS* klímák szóródása nagyobb. Ezek értelemszerűen megtalálhatók a hideg-mérsékelt kategóriában is; a nedvességet illetően pedig az arid és a szubhumid tartományok között szóródnak. A *BW* klímák nedvességi kategóriák szerinti szóródása a *BS* klímákhoz képest még nagyobb. E szóródás négy tartományban, a szemiparched és az arid tartományok között figyelhető meg. Ugyanúgy, mint a *BS* klímák

esetében, a hideg-mérsékelt hőmérsékleti kategóriában is vannak *BW* klímák. A *BS* és a *BW* klímák területi eloszlása nem válik el élesen egymástól; átfedésük az arid nedvességi kategóriában figyelhető meg. Hasonló átfedés, érintkezési terület figyelhető meg a *BS* és a *Cs* klímák között a szemiarid nedvességi kategóriában.

A látottak alapján kijelenthetjük, hogy Köppen klímaképleteinek területi eloszlása a Holdridge-rendszer függvényében – az *ET* klímaképlet kivételével – a nedvességi kategóriák függvénye. Az *ET* klímák esetében e területi eloszlás a hőmérsékleti kategóriák függvénye.

Kiválasztott egyedi esetek. Egyedi esetek összehasonlítása során olyan állomásokat választottunk, amelyeknél Köppen képlete megegyezett, de a Holdridge-féle életforma-osztályozások között legalább egy életforma-osztályozás volt, azaz nem voltak egymásnak

közvetlen szomszédjai. Egy ilyen eset az *1. ábrán* pl. a trópusi sivatag és a trópusi tuskés bozót; a közöttük elhelyezkedő életforma rendszer a trópusi sivatagi bozót. Vizsgálataink során egy *ET*, egy *Cfa*, egy *Cfb*, egy *BW* és egy *Aw* típusú Köppen-féle klímát választottunk. Az adott esetekben a Holdridge-féle életforma-kategóriák

1. táblázat. Az esetvizsgálatokhoz kiválasztott állomások Köppen-féle klímaképletei és Holdridge-féle életforma kategóriái

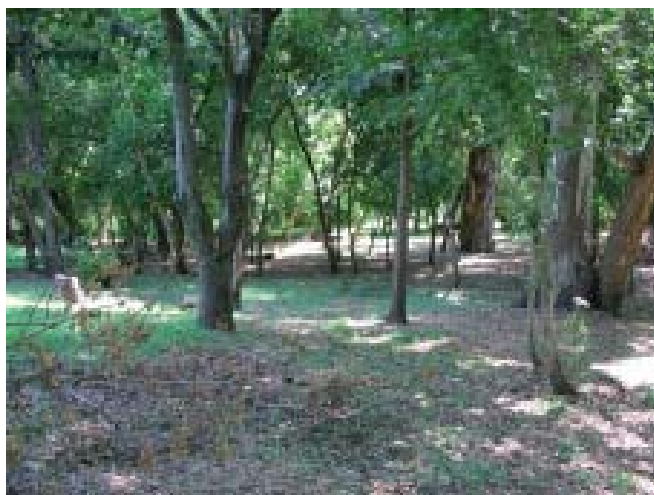
Állomásnév	Köppen	Holdridge
Frobisher-öböl, Baffin-sziget	ET	Szubpoláris esős tundra
Falkland-szigetek, Stanley	ET	Boreális üde erdő
Kagoshima, Japán	Cfa	Meleg-mérsékelt nedves erdő
Buenos Aires, Argentína	Cfa	Meleg-mérsékelt száraz erdő
Bergen, Norvégia	Cfb	Hideg-mérsékelt esős erdő
Szimferopol, Ukrajna	Cfb	Hideg-mérsékelt füves puszta
Jodhpur, India	BWh	Trópusi tuskés bozót
Tamanrasset, Algéria	BWh	Szubtrópusi sivatag
Manila, Fülöp-szigetek	Aw	Trópusi üde erdő
Kiribati, Canton-sziget	Aw	Trópusi extra száraz erdő

észrevehetően különböztek. A kiválasztott esetek sorozatait, helyszíneit és klímaképleteit az *1. táblázatban* találjuk meg. Menjünk sorban a Köppen-féle klímaképletek szerint!

ET klíma (tundra klíma). Mind a Baffin-szigeten kiválasztott helyszín (kb. a 65° N földrajzi szélesség), mind pedig a Falkland-szigeteken kiválasztott helyszín (kb. a 52° S földrajzi szélesség) Köppen-féle klímaképlet alapján *ET*. A Holdridge-féle osztályozás szerint azonban a Baffin-szigeten szubpoláris esős tundra van, míg a Falkland-szigeteki Stanley-ben boreális üde erdő. Az előbbi leírás szerint a tipikus növényzet tundra, melynek vízellátottsága maximális (lásd az *3. ábrát*), azaz szuperhumid. Az utóbbi leírás szerint viszont a tipikus növényzetet fenyvesek alkotják, melyek vízellátottsága közepes, azaz humid. Nyilvánvaló, hogy a fenyvesek nagyobb hő- és vízellátottságot igényelnek, mint a tundrák. Ezért a Falkland-szigetek növényzetének jóval dúsabbnak kell lennie a Baffin-sziget növényzeténél, legalábbis a Holdridge-



3. ábra. A Baffin- (bal) és a Falkland-szigeteken (jobb) kiválasztott helyszínek növényzete (www.panoramio.com)



4. ábra. Kagoshima (bal) és Buenos Aires (jobb) környékének tipikus növényzete (www.panoramio.com)



5. ábra. Bergen (bal) és Szimferopol (jobb) környékének tipikus növényzete (www.panoramio.com)

féle osztályozás szerint. E következtetésünket a 3. ábra képei is igazolják. Látható, hogy Stanley közelében a növényzet sokkal dúsabb, mint a tipikus tundrai növényzet. Ugyanakkor az is látható, hogy Stanley környékén nincsenek fenyvesek. Ez nem meglepő, ugyanis a Holdridge-féle osztályozás a potenciális, klimatikus lehetséges növényzetben gondolkodik.

Cfa klíma (meleg-mérsékelt klíma egyenletes éven belüli csapadékeloszlással és forró nyárral). A Köppen-féle rendszer alapján Kagoshima (32° N földrajzi szélesség) és Buenos Aires (35° S földrajzi szélesség) klímája megegyezik és Cfa képlettel jellemezhető. Holdridge alapján azonban klímáik különböznek. Kagoshima klímájához tartozó tipikus vegetáció

a nedves erdő, míg Buenos Aireséhez a száraz erdő. Látható-e e különbség a képeken is esetleg (4. ábra)? Mindkét képen a növényzet dús. Buenos Aires környékén a vegetáció szinte ugyanolyan, mint Magyarország alföldi részein. Kagoshima környékén a látható növényzet azonban ettől az előbbi formától eltér: valamelyest dúsabb, a fás növényzet sűrűbb, és a kép alapján az a benyomásunk, hogy Kagoshima környékét nagyobb vízbőség jellemzi, mint Buenos Airesét. Ezt más képek is igazolják, de az elmondottak a földrajzi szélességek összevetéséből is következnek.



mérsékleti övben). E nedvességbeli különbség a 5. ábra képeiről is egyértelműen látható. E különbséget a Thornthwaite-féle képletek esetében is regisztráltuk. Persze e képeken is látható, hogy a szimferopoli táj kifejezettebben kultúrtáj (emberalakította terület), mint a bergeni.

BWh klíma (forró sivatagi klímák). Köppen szerint Jodhpur és Tamanrasset éghajlata megegyezőnek vehető, és *BWh* képlettel jellemezhető. Holdridge szerint azonban jelentős nedvességbeli különbség van közöttük: Jodhpurban a trópusi tüskés bozót, míg Ta-



6. ábra. Jodhpur (bal) és Tamanrasset (jobb) környéke



7. ábra. Manila környéke (bal) és a Kiribati szigetcsoport Canton-szigetének (jobb) tipikus vegetációja

Cfb klíma (meleg-mérsékelt klíma egyenletes éven belüli csapadékeloszlással és meleg nyárral). Bergen és Szimferopol esetét már a Köppen-Thornthwaite-féle összehasonlítás során elemeztük (Ács és mtsai., 2010). A helyszínpárost újból, röviden szemügyre vesszük a Holdridge-féle rendszer leírása alapján. Holdridge szerint mindkét helyszín mérsékeltlen hideg klímájú, de Bergen nedvessége szuperhumid (esős erdő életformarendszer a hideg mérsékelt hőmérsékleti övben), míg Szimferopolé szubhumid (füves puszta életformarendszer a hideg mérsékelt hő-

manrassetben a szubtrópusi sivatag a jellegzetes életforma rendszer. Az előbbi arid, míg az utóbbi perarid nedvességű, azaz az aridnál egy fokozattal szárazabb. Az 6. ábrán látható képek alapján e nedvességbeli különbség – a gyér vegetáció és a kősvatag képeiről – egyértelműen látható.

Aw (szavanna klíma). A szavanna klímák közötti nedvességbeli különbségek igen nagyok lehetnek. E különbségeket alapvetően a csapadékos vagy száraz évszak hossza határozza meg. E lehetséges nagy

különbségek szemléltetése végett Manila, a Fülöp-szigetek és a Kiribati szigetcsoporthoz Canton-szigetnek klímáját hasonlítottuk össze. Köppen szerint mindkét helyszín klímája *Aw* képlettel jellemezhető, azaz szavanna klímájúnak mondható. Holdridge szerint viszont a két helyszín életformarendszere jelentősen különbözik: Maniláé trópusi üde erdő, míg a Canton-sziget trópusi extra száraz erdő. Az előbbi humid, míg az utóbbi szemiarid nedvességet jelent. A 7. ábra képei e markáns nedvességbeli különbséget gyönyörűen szemléltetik. A Manila környéki, rizsföldes kultúrtáj nagy nedvességére utal a rizskultúra nagy vízigénye is. Ezzel szemben az alacsony növényű, bozótos jellegű növényzet hűen tükrözi az előbbihez képest gyéresebb nedvességi viszonyokat.

Befejezés. Köppen és Holdridge klímaosztályozásának összehasonlító vizsgálatát végeztük el a globális léptékű Lamb-féle adatbázison. Az elemzésünk kiterjedt az adatbázis összes állomására, de végeztünk összehasonlításokat az adatbázis egyes kiválasztott állomásaira is. Az összes állomásra vonatkozó összehasonlítás eredményeit a 2. ábra szemlélteti. Az ábra szerint a száraz klímák esetén (pl. *BWh* klíma) a Köppen-féle képletek eloszlása érzékeny a Holdridge-féle rendszerben felállított nedvességi kategóriákra. A nedvességi kategóriák közti szórás oka, az hogy a Köppen-féle osztályozás elsősorban a hőmérséklet alapján rendszerezi az éghajlatokat, és a nedvesség csak a képlet második betűjében mutatkozik meg. Kivételt képez ezen módszer alól a B klímák meghatározása, amely a rendkívül alacsony csapadékosság miatt kerül elkülönítésre. A hideg klí-

mákban (*ET* klíma) ez az eloszlás azonban a Holdridge-féle rendszer hőmérsékleti kategóriáira érzékeny. Az egyes kiválasztott állomásokra vonatkozó elemzéseinkhez mintegy „döntőbíróként” szolgáló vegetációképeket használtunk. A képek alapján egyértelműen meggyőződhetünk arról, hogy Köppen osztályozása egyes esetekben igen goromba, és nem tükrözi hűen a helyszínen uralkodó nedvességi viszonyokat. A kapott eredmények alapján a Holdridge-féle rendszerrel kapott klíma leírás megbízhatóbb, mint a Köppené, annak ellenére, hogy a Köppen-féle rendszer népszerűbb és elterjedtebb.

Irodalom

- Ács, F., Szelepcsényi, Z., és Breuer, H., 2010: Köppen és Thornthwaite klímájának összehasonlító vizsgálata egy globális léptékű adatbázison. *Légkör* (elfogadva)
- Holdridge, L. R., 1947: Determination of world plant formations from simple climatic data. *Science* 105, 367–368.
- Kottek, M., Grieser, J., Beck, C., Rudolf, B., and Rubel, F., 2006: World Map of the Köppen–Geiger climate classification updated. *Meteorol. Z.* 15, 259–263.
- Köppen, W., 1923: *Die Klimate der Erde. Grundriss der Klimakunde.* Walter de Gruyter
- Lamb, H. H., 1978: *Climate, present, past and future. Volume 1, Fundamentals and climate now.* Methuen & Co Ltd, 613
- Szelepcsényi, Z., Breuer, H., Ács, F., & Kozma, I., 2009: Biofizikai klímaklasszifikációk (1. rész: a módszerek bemutatása). *Légkör* 54, 21–26.
- Thornthwaite, C. W., 1948: An approach toward a rational classification of climate. *Geographical Review* 38, 5–94.
- Rubel, F., és Kottek, M., 2010: Observed and projected climate shifts 1901–2100 depicted by world maps of the Köppen–Geiger climate classification. *Meteorol. Z.* 19, 135–141.

AZ ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT KÖZLEMÉNYE

Az Országos Meteorológiai Szolgálat elnöke – a 6/2003. (IV. 28.) KvVM rendelet alapján – a Meteorológiai Világnap alkalmából, (2011. március 23.) **miniszteri elismerések** adományozására kíván előterjesztést tenni.

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

A Szolgálat elnöke felhívja a szakmai, tudományos és társadalmi szervezeteket, egyesületeket, kamarákat, gazdálkodó szervezeteket, intézményeket, önkormányzatokat, valamint a meteorológia iránt érdeklődést tanúsító magánszemélyeket, hogy az elismerésre tegyék meg javaslatukat.

A javaslatokat **2010. január hó 31.** napjáig kell az Országos Meteorológiai Szolgálat Elnöki Irodájára

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

a személyügyi referensnek eljuttatni.

A javaslat tartalmazza a jelölt nevét, személyi adatait, munkahelyét, beosztását, tudományos fokozatát, korábbi kitüntetéseit, továbbá az indítványt megalapozó eredményeit is.

Az elismerések adományozására beérkezett javaslatokat az erre a célra alakult bizottság értékeli, amelyben a Szolgálaton kívül képviselteti magát a Magyar Honvédség Geoinformációs Szolgálat, 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

KOMPLEX HUMÁNKOMFORT VIZSGÁLATOK VÁROSI KÖRNYEZETBEN – I. RÉSZ

COMPLEX HUMAN COMFORT STUDIES IN URBAN ENVIRONMENT – PART I.

Kántor Noémi, Gulyás Ágnes és Unger János

SZTE Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék, 6701 Szeged, Pf. 653

kantor.noemi@geo.u-szeged.hu, agulyas@geo.u-szeged.hu, unger@geo.u-szeged.hu

Összefoglalás. Kétrészes tanulmányunkban a városi környezetben elhelyezkedő szabadtéri területek termikus komfortviszonyainak komplex tanulmányozási lehetőségeit tárgyaljuk. Mivel az emberi hőérzethez kapcsolódó (termikus) komfort témaköre a magyarországi viszonylatban még kevésbé kutatott humán bioklimatológia területét érinti, ezért cikkünk első részében a témához kapcsolódó legfontosabb háttérismeretekre, a termikus szempontú humánkomfort vizsgálatok módszertani alapjaira fektettük a hangsúlyt. A gyakorlatba való átültetés lehetőségeinek szemléltetésére egyrészt nemzetközi példákat hozunk, majd cikkünk második részben egy összetett szegedi vizsgálat sorozatot mutatunk be.

Abstract. Complex investigation methodology of thermal comfort conditions of open public areas in urban environments is discussed in this two-part study. Since the topic of human thermal sensation and comfort belongs to human bioclimatology, a lesser-known and studied science in Hungary, the first part of our article focuses on the most important scientific backgrounds as well as the methodological basics of human thermal comfort investigations. After the theory practice is also discussed: the first part deals with international examples, while the second part will demonstrate a complex investigation-series carried out in Szeged, Hungary.

1. A humánkomfort jelentősége városi környezetben. Az urbanizáció növekvő térhódításának következtében a Föld lakosai közül egyre többen kényesülnek arra, hogy városi környezetben éljék életüket. Ennek következtében egyre több embert érintenek a városi lakó- és munkakörnyezet ártalmai: a levegőszennyezés, a zaj, a fényszennyezés, a termikus terhelés, valamint a felgyorsult élettempóval járó stressz (Unger és Sümeghy 2002). A különböző várostervezési, rendezési folyamatok során életbe lépő változások (pl. felszínborítás, felszíni érdekesség, illetve tagoltság, árnyékolási viszonyok stb. átalakulása) szignifikánsan átformálhatják ez egyes mikrometeorológiai paramétereket. Az így módosuló termikus (komfort) viszonyok komoly hatást gyakorolhatnak a városlakók, illetve városban dolgozók közérzetére, teljesítőképességére, valamint egészségi állapotára (Mayer 2008). Az alkalmazott városklimatológia egyik igen fontos jövőbeni feladata, hogy előre jelezze ezeket a hatásokat, kommunikálja a döntéshozók és várostervezők felé, javaslatokat tegyen a városi életminőséget leginkább javító stratégiákra (1. ábra). Eme módosulások előrejelzéséhez vezető út első fázisa, hogy létező városi mikrokörnyezetek (pl. utcák, udvarok, terek, parkok) termikus kondíciójáról készítsünk kvantitatív értékelést, mégpedig azok emberi szervezetet érintő – fiziológiai – vonatkozásairól.

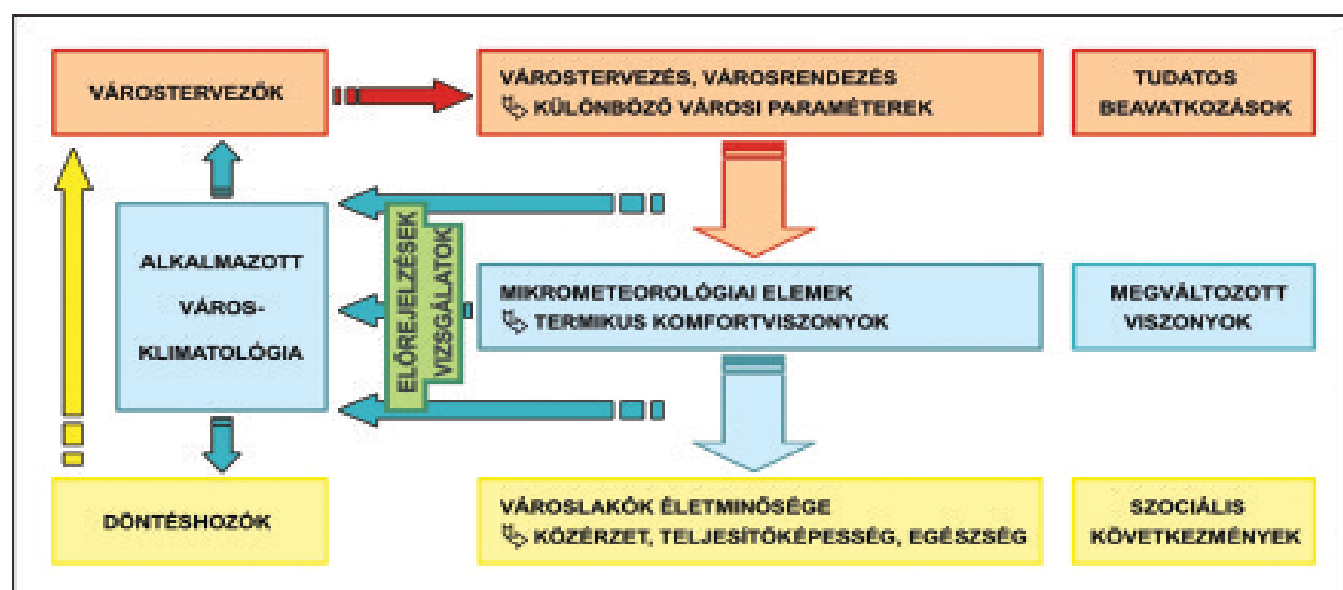
A regionális klímamodellek a nyári termikus viszonyok terhelőbbé válását vetítik elő: a Közép-

Európát, következésképp Magyarországot érintő hőhullámoknak nemcsak a gyakorisága emelkedik meg, de intenzívebb és permanensebb hőhullámokkal kell számolnunk a következő évtizedekben (WHO 2004, Bartholy and Pongrácz 2006, Mayer 2008). Nem meglepő hát, hogy a várostervezés szempontrendszerében felbukkannak, sőt egyre erősödnek azok a humán bioklimatológiai megközelítések, melyek célja a termikus komforttényezők optimalizálása, valamint a hőség okozta stressz kockázatának redukálása (Mayer 2008). A városi környezet gyakran terhelő bioklimatikus viszonyainak javítására a vegetáció megfelelő alkalmazása a legpraktikusabb eszköz. Még az idősebb, „öröklött” városszerkezeti struktúrák esetében is jó megoldást jelent a – megfelelően kiválasztott fajtájú – fák ültetése (Gulyás et al. 2006). Ennél is szerencsésebb a „területzöldítés” nagyobb léptékben történő alkalmazása – különböző parkok, terek kialakítása.

Ezek a mesterséges környezetben megbúvó „zöldebb szigetek” igen fontos szerepet játszanak a városi környezetben élők szabadtéri tevékenysége, kapcsolódása szempontjából, teret nyújtanak a másokkal való érintkezésre, ezáltal jelentős pozitív hatást gyakorolhatnak a városi lakosság életminőségére (Nikolopoulou and Lykoudis 2006). A kérdés csupán az, hogy egy-egy ilyen terület valóban megfelelő viszonyokkal szolgál-e a felfrissüléshez, amit a levegőszennyezettség, a zajszint, az esztétikai tényezők és

természetesen a helyszínen kialakuló termikus viszonyok együttesen határoznak meg. Ennek folyamánként egyre több nemzetközi tanulmány lát napvilágot a rekreációs célú városi közterületek humán-komfort szempontú vizsgálatáról (pl. *Nikolopoulou et al. 2001, Thorsson et al. 2004, Knez and Thorsson 2006, Nikolopoulou and Lykoudis 2006, Oliveira and Andrade 2007, Mayer 2008, Lin 2009*). Az SZTE Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszékén folyó munka is ebbe a trendbe illeszkedik: a szegedi városklíma-kutatásokon belül egyre inkább előtérbe kerülnek azok a vizsgálatok, melyek a városi közterületek termikus

2. Az emberi hő-, illetve komfortérzet. Mindenekelőtt tisztázzuk a termikus környezet fogalmát, valamint a „termikus humán komfort” fizikai (energetikai), termofiziológiai és pszichológiai aspektusait. Termikus viszonyok alatt értjük azon meteorológiai tényezők (lég hőmérséklet, légnedvesség, légmozgás, valamint a hőhatású sugárzás) összességét, melyek hatással vannak ez emberi szervezet termoregulációs rendszerére, következésképp a hőérzetre, illetve a testet érő fiziológiai terhelésre. Az emberi hőérzettel összefüggő komfortérzetre termikus vagy humán komfortérzetként hivatkozunk.



1. ábra A városi környezetben történő változások az alkalmazott városklimatológia szemszögéből

komfortvizsgálatát célozzák komplex módszerekkel (környezeti és humán monitoring).

E kétrészes tanulmány céljai a következő pontokban foglalhatóak össze:

Áttekintéssel szolgálni a humán bioklimatológia termikus környezettel és a hozzá kapcsolódó humán komfortérzettel foglalkozó szegmenséről:

- az alapvető fogalmakról, háttérismeretekről,
- a termikus környezet értékelésére vonatkozó objektív és szubjektív humán bioklimatológiai módszerekről,
- a téma jelentősebb nemzetközi vonatkozásairól.

Bemutatni a szabadtéri termikus komfortviszonyok felmérési lehetőségeit egy összetett szegedi vizsgálatsorozaton keresztül:

- áttekinteni a korábbi humánkomfort vizsgálatokat,
- kifejteni a Szeged belvárosában zajló (Ady téri) vizsgálatsorozatot (műszeres mérés és megfigyelés),
- értékelni a szegedi projektet a nemzetközi trendek tükrében.

A humán energiaegyenleg egyensúlyán alapuló megközelítés szerint abban az esetben beszélhetünk termikus komfortról, mikor a testben metabolikusan generálódó és a környezetből felvett hőmennyiség összegét (energianyereség) kiegyensúlyozza a környezetbe leadott hő (energiavesztés). Amennyiben ez az egyensúly felborul, hideg (negatív egyenleg), avagy hőség (pozitív egyenleg) általi termikus diszkomfort (kellemetlen hőérzet) áll elő.

A humán komfort termofiziológiai definíciója az emberi szervezet termoregulációs (hőszabályozási) rendszerének „minimális igénybevételén” alapul. Eszerint a termikus szempontból komfortos állapot akkor következik be, mikor a bőrben és a hipotalamuszban elhelyezkedő termoreceptorok ingerületi állapota minimális, a szervezet verejtékproduktója és bőrhőmérséklete is egy komfortosnak meghatározott tartományon belül mozog.

A pszichológiai megközelítés szerint a termikus komfort egy olyan tudatállapotként értelmezhető, mely a termikus viszonyokkal való elégedettséget tükrözi. Ekkor tehát semleges, neutrális hőérzetet vált ki belőlünk a környezet, sem hidegebbre, sem

melegebbre nem vágyunk (Höppe 2002, Mayer 2008).

Minthogy a humán komfortérzet a termikus tényezőkön túl számos egyéb, főként szubjektív tényező függvénye, szinte lehetetlen egy adott környezetet úgy jellemezni, hogy az eredmény minden személyre érvényes legyen. Ezért azt általában emberek egy csoportjára, vagy egy fiktív „standard” emberre vonatkoztatjuk (Mayer 2008).

3. A humán komfortérzet értékelésének objektív mérőszámai és szubjektív irányvonalai. Egy adott környezet termikus komfortviszonyainak objektív értékelését olyan humán bioklimatológiai mutatószá-

hidegstressz) mértékét írják le. Ezek közül az első csupán két vagy három (fent említett) meteorológiai tényező empirikus kombinációjaként álltak elő, s nem számoltak a testünk paramétereivel. A jelenleg alkalmazásban lévő indexek az emberi szervezet energiaegyenlegén alapulnak, számba veszik a legfontosabb termoregulációs folyamatokat (perifériás vérerek összehúzódása és elernyedése, verejtékezés, valamint reszketés). A termikus környezet paramétere mellett számolnak a ruházat hőszigetelő képességével és az aktivitás szintjével is (Höppe 1993). Az utóbbi évtizedekben számos ilyen modellt fejlesztettek ki, melyek közül (Fanger 1972) komfortegyenlete és a (Höppe 1984) nevéhez fűződő MEMI mo-

PET (°C)	4		8		13		18		23		29		35		41			
PMV	-4		-3		-2		-1		0		1		2		3		4	
hőérzet	nagyon hideg	hideg	hideg	hűvös	enyhén hűvös	neutrális komfortos	neutrális komfortos	enyhén meleg	enyhén meleg	meleg	meleg	forró	forró	forró	nagyon forró	nagyon forró	nagyon forró	nagyon forró
fiziológiai terhelés szintje	extrém	erős	mérsékelt	enyhe	enyhe	nincs	nincs	enyhe	enyhe	mérsékelt	mérsékelt	erős	erős	erős	extrém	extrém	extrém	extrém
	hideg stressz				stressz				hőstressz									

2. ábra A termikus környezet által kiváltott hőérzet kategóriák és terhelési szintek a két legismertebb komfortindex értékeivel kifejezve

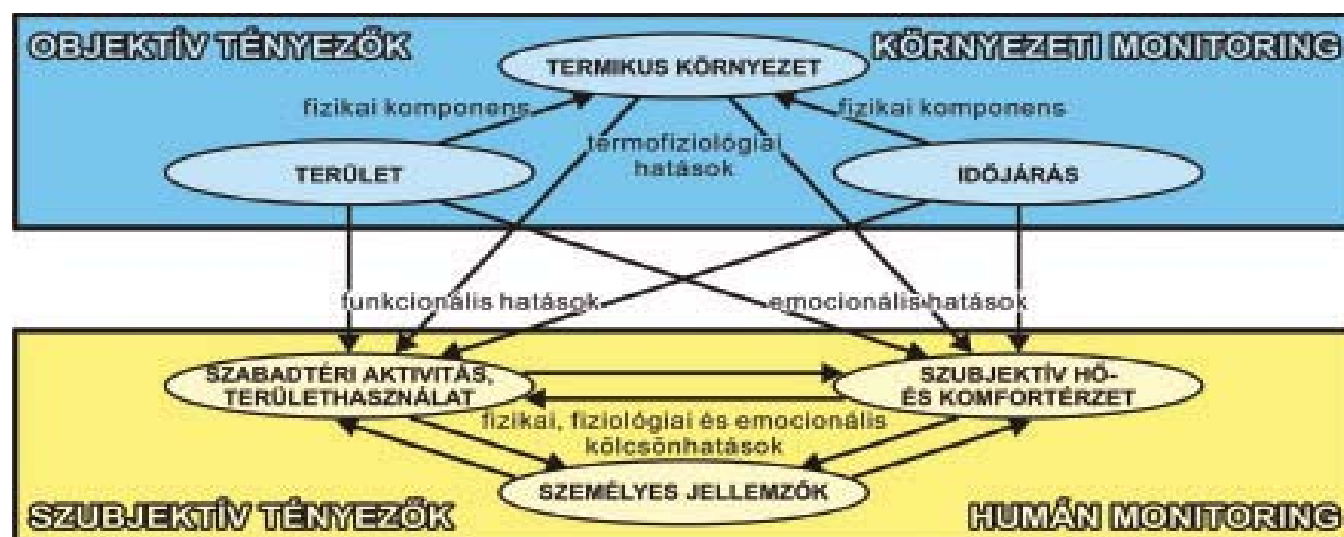
mok (indexek) segítségével tehetjük meg, melyek képesek kvantitatív módon leírni a termikus környezetnek az emberi szervezet hőszabályozására, következőképpen hő- és komfortérzetére kifejtett hatását. Eme indexek kiszámításához mindenekelőtt a léghőmérséklet, a légnedvesség, a légmozgás, valamint a (rövid- és hosszúhullámú) hőhatású sugárzás adataira van szükségünk. Az indexek kiszámításához szükséges meteorológiai alapadatokat ideális esetben közvetlenül a helyszínen mérjük (akár több mérőpontban is) mozgatható, az emberi test súlypontjának magasságban (1,1 m) mérő biometeorológiai műszer-együttes segítségével. A vizsgálatok alapadatbázisul szolgáló paraméterek – mobil mérőegység híján – sok esetben csupán egy adott helyre telepített (lehetőleg minél közelebbi) stacionárius klímaállomásról származnak, velük azonban nem lehetséges a termikus komfortviszonyok területi struktúrájának kimutatása. Megfelelő műszerpark hiányában, illetőleg a helyszíni/helyszínek közeli méréseket kiegészítve numerikus modellekkel is szimulálhatjuk a területen kialakuló termikus viszonyokat, feltéve, ha rendelkezünk a szimulációhoz szükséges részletes felszín-morfológiai adatbázissal.

Az utóbbi évtizedekben igen sok mérőszám látott már napvilágot, melyek a beltéri vagy szabadtéri termikus környezet emberi komfortérzetre kifejtett hatását, illetve a kiváltott termikus terhelés (hő- vagy

dell (Munich Energy-balance Model for Individuals) váltak a legismertebbekké. Az eredményül kapott komfortindexek, a PMV (Predicted Mean Vote) valamint a PET (Physiologically Equivalent Temperature), képesek az adott környezetben kialakuló hőérzet, illetve a szervezetet érő terhelés fiziológiai szempontból megalapozott értékelésére.

A PMV egy mértékegység nélküli index, melynek aktuális értéke az adott termikus viszonyok esetén az emberek többségében kialakuló hőérzetet fejezi ki. Értékei egy olyan (eredetileg) –3-tól +3-ig terjedő skálán mozognak, melyen a 0 érték jelzi a neutrális állapotot, a pozitív értékek hőség, míg a negatív értékek hideg általi diszkomfortot jeleznek (2. ábra). Az alapjául szolgáló komfortegyenletet beltéri viszonyok leírására vezették le, de miután (Jendritzky et al. 1979) beépítették saját, szélesebb körben alkalmazható modelljükbe (Klima-Michel Model), az eredményül kapható PMV alkalmassá vált különféle szabadtéri termikus környezetek értékelésére is (Mayer 1993). Ezzel párhuzamosan a skála értelmezési tartománya is szélesebbé vált.

A másik legismertebb mérőszám a °C dimenziójú fiziológiailag ekvivalens hőmérséklet (PET), melynek már a kifejlesztésénél is fontos szempont volt, hogy szabadtéri környezetek értékelésére is alkalmas legyen (Mayer and Höppe 1987). A PET értelmezését segítő alapötlet a következő: vonatkoztassuk az



3. ábra. A szabadtéri területhasználatot, valamint a termikus komfortérzetet kialakító legfontosabb objektív és szubjektív tényezők közötti kölcsönhatások vázlatja

aktuális (szabadtéri) termikus környezetet egy légmozgás, légnedvesség és hősugárzás tekintetében standardizált ($v = 0,1 \text{ ms}^{-1}$, $VP = 12 \text{ hPa}$, $T_{mrt} = T_a$) beltéri környezetre, melyben ugyanaz a termikus terhelés érné egy fiktív alany szervezetét (így annak ugyanolyan átlagos bőrhőmérséklete és verejtékezési rátája alakulna ki), mint a valóságos esetben. Ekkor az index ennek a képzeletbeli beltéri környezetnek a lég hőmérsékleteként értelmezhető ($PET = T_a$). A PET 20°C körüli értéke indikálja a hőérzet szempontjából semleges, komfortos állapotot, amikor a szervezetet nem éri sem hőség, sem hideg okozta fiziológiai terhelés (2. ábra). Az említett fiktív személy, akire az indexszámítás történik, minden esetben egy 35 éves, 1,8 m magasságú, 75 kg tömegű, könnyű ülő tevékenységet végző ($M/A_{Du} = 1,5 \text{ met}$), vékony öltönyt viselő ($I_{cl} = 0,9 \text{ clo}$) férfi.

A különböző szabadtéri területek igénybevétele szempontjából igen fontosak az általuk nyújtott komfortviszonyok, jóval magasabb látogatottságra lehet ugyanis számítani, amennyiben egy nyilvános terület termofiziológiai szempontból kellemes mikroklimával szolgál (3. ábra). Számos nemzetközi tanulmány kimutatta azonban, hogy a nyílt téren kialakuló komfortérzetet (így a területhasználatot) sokkal több tényező befolyásolja, mint zárt helyiségekben. A szabadban kialakuló komfortérzet ugyanis nem csak a korábban említett, fizikai-fiziológiai úton ható mikrometeorológiai és személyes faktoroktól (lég hőmérséklet, légnedvesség, szélsebesség, hősugárzás, ruházat hőszigetelő képessége, aktivitás szintje) függ, számos egyéb személyes jellemző is közrejátszik a hő- és komfortérzet alakulásában. Ilyenek például a nem, a kor, az akklimatizációs, illetve az egészségi állapot, az erőnlét, a kultúra, a korábbi termikus tapasztalatok, az elvárások, az emocionális állapot stb., melyek közül több tényező olyan úton fejti ki hatásait, melyek egzakt módon nem számszerű-

síthatóak (Höppe 2002, Nikolopoulou and Steemers 2003, Thorsson et al. 2004, Knez and Thorsson 2006, 2008, Mayer 2008).

A kültéri területek látogatottságának időbeli és térbeli mintázata (vagyis az, hogy az emberek milyen gyakran keresnek fel egy adott területet, és ott mennyi időt töltenek el, továbbá hogy ennek milyen az évszakos eloszlása) a terület mikroklimatikus viszonyaira adott (tudatos és tudatalatti) szubjektív reakcióktól függ (3. ábra). A helyszín kialakítása (vegetáció, természetes és mesterséges tereptárgyak, felszínborítás), kölcsönhatásban a nagyobb léptékű légköri folyamatokkal, fizikailag felelős az ott kifejlődő mikro-bioklimatikus viszonyokért (termikus környezetért), másfelől meghatározza a terület funkcióját. Utóbbi azt takarja, hogy az adott közterület rekreációs helyszínül szolgál-e (és ha igen, akkor elsősorban aktív vagy inkább passzív tevékenységformákhoz), vagy főként útvonalként veszik igénybe az emberek (Nikolopoulou et al. 2001).

A terület kialakításán túl a másik funkcionális komponens, amely közvetlenül lehetővé teszi vagy épp gátolja az egyes szabadtéri aktivitásformákat, maga az aznapi időjárás (3. ábra). Itt a pusztán termikus hatású légköri paramétereken túl fontos szerepet kapnak a csapadékjelenségek (az esőzés a nyílt téri tevékenységet szinte kivétel nélkül megakadályozza), a szél- és az égboltviszonyok (a szeles és szélcsendes, valamint a napsütéses és felhős időszakok más-más tevékenységformának kedveznek). Ezeken a direkt hatásokon túl mind a terület által nyújtott esztétikai élmény, mind a légköri viszonyok (pl. légkör átlátszósága, napfény, felhőzettség) számos emocionális reakciót válthatnak ki, melyek komoly befolyással lehetnek az emberek komfortérzetére, következésképp a területhasználat alakulására (de Freitas 1990, Knez 2005, Eliasson et al. 2007, Knez et al. 2009).

Ha egy tanulmány célja tehát annak felmérése, hogy egy nyilvános városi helyszín megfelelő viszonyokkal szolgál-e a felfrissüléshez, egyfelől részletes objektív információkkal kell rendelkezniünk magáról a vizsgált területről, illetve az ott kialakuló termikus viszonyokról (környezeti monitoring). Másrészt, a vizsgálat szubjektívebb felében a területet használó emberekről gyűjtünk információkat (humán monitoring), megfigyelés vagy interjúk, kérdőívek útján. Az észrevétlen megfigyelések során adott időintervallum alatt sokkal több emberről szerezhetünk adatokat, főleg ami a viselkedési adaptációt illeti. Ezzel szemben az interaktívabb kérdőívezésnek köszönhetően részletesebb információk birtokába juthatunk, ami jóval többértévé teheti az adatok későbbi feldolgozását (Thorsson et al. 2004). A klímáparaméterek helyszíni mérésével párhuzamosan végzett humán monitoring lehetővé teszi a helyszín – klíma – emberi viselkedési komplex kapcsolatrendszerének tanulmányozását, melynek segítségével a várostervezés-rendezés gyakorlatában hasznosítható összefüggésekre világíthatunk rá.

4. Városi környezetben történő humánkomfort vizsgálatok nemzetközi példái. A fentebb említetteknek megfelelően igen sok tanulmány született a témához kapcsolódóan szerte a világon, melyeket többnyire mobil meteorológiai állomásokkal vagy több mérőegység különböző területekre történő kihelyezésével végeztek. A mobil berendezés alkalmazásának igen nagy előnye, hogy a méréssel egyidejű kérdőíves felmérés esetén az interjúalany pontos termikus környezetét rögzíthetjük, így lehetőség nyílik annak – komfortindexek általi – realisabb jellemzésére. Sok tanulsággal szolgál az így számított indexek összevetése a kérdezett egyén tényleges, szubjektív hőérzetével (rendszerint ASV – Actual Sensation Vote, vagy TSV – Thermal Sensation Vote néven említik). Ugyancsak sokféle következtetés vonható le, amennyiben ennek a saját hőérzeti értéknek és számos egyéb, az interjú során gyűjtött információnak az összefüggéseit vizsgáljuk.

Egy 1997-es cambridge-i vizsgálat (1431 interjú, mobil állomással történő adatrögzítés) alapján megerősítést nyert, hogy a termikus környezet jelentősen befolyásolja a szabadtéri területek igénybevételét. E pihenőhelyeken folytatott vizsgálati eredményeik alapján megpróbálták felbecsülni a szabadtéri termikus komfortérzet kialakulása szempontjából legfontosabbnak ítélt pszichológiai faktorok relatív szerepét, illetve feltárni a köztük lévő kapcsolatrendszer. Megállapítást nyert, hogy a változatos körülményeket nyújtó szabadtéri területek mind a fizikai, mind pedig a pszichológiai alkalmazkodást megkönnyíthetik (Nikolopoulou and Steemers 2003).

Egy 1998 júliusa és 2000 augusztusa közt zajló,

ausztrál tanulmány mintaterületétül Sydney néhány természetes és ún. féltermészetes városi környezete (felszíni vasútállomás, focipálya, buszpályaudvar, utcakanyon, több park) szolgált (Spagnolo and de Dear 2003). A mintegy 1018 alannal kitöltött kérdőív kiértékelése rávilágított, hogy a pszichológiai tényezők kardinális szerepet játszanak a szabadtéri termikus környezet megítélésében. Ennek egyik megnyilvánulása, hogy a kültéri területek esetén számított ún. *neutrális hőmérséklet* (valamely index segítségével kifejezett azon hőmérsékleti érték,elynél az emberek semlegesnek érzik az adott mérőszámmal jellemzett termikus környezetet) magasabbnak adódott, mint zárttéri megfelelője. Ezek szerint a szabadban tartózkodó emberek – az elméleti neutralitáshoz képest – a valamivel melegebb körülményeket preferálják. Kimutatták továbbá, hogy az emberek szabadtéri elvárásai sokkal változékonyabbak mind térben és időben, hiszen tisztában vannak vele, hogy a természetesen változó kültéri termikus viszonyokat nincs módjuk kontrollálni (szemben például egy klimatizált beltéri helyiséggel). Ez a komfortzónák jelentős kiszélesedéséhez és következtetésképpen – a szokásos értelemben vett képest – kisebb szintű diszkomforthoz vezet a szabadban.

Egy városi park igénybevétele szempontjából a termikus környezeten túl fontos szerepet játszhat a park kialakítása, továbbá megközelíthetősége – derül ki a göteborgi (Svédország) Slottskog parkban végzett, 2002. július és október közé eső kutatásokból. A rögzített helyű állomással történő mérések, valamint a megfigyelések segítségével (Thorsson et al. 2004) kimutatták, hogy az emberek tudatosan vagy sem, de javítanak a körülményeken, amennyiben túl meleggé vagy hideggé válnak a feltételek: megváltoztatják a ruházatukat, illetve a park kedvezőbb termikus viszonyokkal szolgáló részeit választják. A mobil mérésekkel kísért interjúk kiértékelése alapján az elvárások jelentősen befolyásolják a terület szubjektív megítélését, illetve a vele való elégedettséget. Abban az esetben, ha az emberek önként teszik ki magukat a szabadtéri körülményeknek, akkor elfogadhatóbbnak érzik az amúgy terhelőnek számító termikus környezetet is.

2001 és 2002 között 5 európai ország 7 városának (Athén (GR), Thesszaloniki (GR), Milánó (I), Fribourg (CH), Kassel (D), Cambridge (UK), Sheffield (UK)) részvételével zajlott az ún. RUROS (Rediscovering the Urban Realm and Open Spaces) projekt, ami az EU5-ös keretprogram „Energia, Környezet és Fenntartható Fejlődés” alprogramjának részét képezte. A városi környezet jobbá tételét, illetve a szociális élet revitalizálását célzó projekt – ez idáig példa nélkül álló – széles körű összefogáson és az egyes országokban azonos szempontrendszer és módszer-

tan szerint kivitelezett terepi felméréseken alapult (Nikolopoulou and Lykoudis 2006, 2007). A vizsgálatok nemcsak a városi környezet szabadtéri termikus komfort viszonyainak jobb megismerésére, térképezésére és modellezésére irányultak, hanem olyan eddig nem vagy kevéssé érintett szegmenseket is vizsgáltak, mint a városi terek vizuális vagy akusztikus komfortja.

A hatalmas adatbázis (9189 kérdőív – mobil mérés) feldolgozása meglepő eredményre vezetett. Annak ellenére, hogy a termikus viszonyok ezt nem minden esetben indokolták, a megkérdezettek több mint 75%-a érezte összességében kellemesen magát, s több mint 92%-a ítélte a környezetet közel neutrálisnak (enyhén hidegnek, semlegesnek, vagy enyhén melegnek) hőérzet szempontjából. Az eredmények az alkalmazkodás evidens, fizikai formái (ruházat és aktivitásforma évszakos változása) mellett számos pszichológiai aspektusra is felhívták a figyelmet. A tapasztalatok, illetve elvárások szerepét jelzi a neutrális hőmérséklet helyszíntől függő évszakos, az adott szezon átlagos léghőmérsékletének megfelelő változása. A lakóhely földrajzi fekvésének megfelelően az emberek más és más klímához vannak szokva, s az eltérő évszakok esetén eltérő termikus viszonyokra számítanak (Nikolopoulou and Lykoudis 2006).

E projekt athéni vizsgálatairól megjelent publikációjában a mediterrán városok közterületeinek területhasználati mintázatáról olvashatunk (Nikolopoulou and Lykoudis 2007). A mikroklimatikus viszonyok területhasználatot alakító szerepével összefüggésben különös figyelmet érdemelnek azok a társadalmi csoportok (például idős emberek), melyeknél egyrészt a napi rutin részét képezi a vizsgált nyilvános terek látogatása, ugyanakkor nyári hőséggel szembeni érzékenységük következtében a terhelő termikus viszonyok messzemenően rontják nemcsak komfortérzetüket, de akár egészségi állapotukat is.

A fent vázolt nagyszabású RUROS projektből sajnálatos módon kimaradt, 50° szélességnél északabbra elhelyezkedő városok projektszerű tanulmányozása sem váratott magára sokáig. 2003-ban kezdetét vette az Urban Climates Spaces elnevezésű multi- és interdiszciplináris kutatási projekt, mely egyedülálló abban a tekintetben, hogy három tudományterület (klimatológia, pszichológia és építészet) kutatóinak közös munkáján alapult. A projekt fókuszában a klíma és az emberi viselkedés komplex kapcsolatrendszerének tanulmányozása, s ennek a fenntartható várostervezésben való alkalmazási lehetőségeire irányuló ismeretanyag integrálása és bővítése állt. A kutatások eredendően két észak-európai városban zajlottak (Göteborg és Luleå) de egy párhuzamos japán vizsgálatnak (Matsudo) köszön-

hetően a projekt internacionális jelleget öltött. Mintaterületül 9, tipikusan szabadtéri közterület szolgált (parkok, terek, vízparti sétányok) (Thorsson 2008). A kérdőíves formában kivitelezett interjúk, a megfigyelések és a mikrometeorológiai mérések a szabadtéri aktivitás, az emberek időjárásra és helyszínre vonatkozó szubjektív értékeléseinek (percepció), továbbá a kialakult érzelmeiknek kutatására irányultak. A 60 mérési nap során mintegy 6000 interjúra és 620 megfigyelésre került sor (Thorsson et al. 2007).

Eredményeik alapján a szabadtéri területhasználatra szignifikáns hatással bír az időjárás, a látogatottság varianciájának 47%-ért tehető felelőssé (Eliasson et al. 2007). A vizsgált helyszínek igénybevétele általában emelkedett a hőmérséklet növekedésével és a tisztább égboltviszonyokkal, viszont a szél erősödésével csökkenést mutatott. Minden területre meghatároztak egy-egy léghőmérsékleti küszöbértéket (8–15 °C), mely felett a terület igénybevétele hirtelen megemelkedett, s mely felett e paraméter domináns szerepét átvették az égboltviszonyokat leíró CI (Clearness Index), valamint a szélsebesség.

Fontos következtetések egyike, hogy a különböző klimatikus régiók lakosai eltérően ítélik meg a hasonló (vagy ugyanolyan) termikus viszonyokat, mely tény fontos figyelembe venni a különböző bioklimatikus indexekkel kifejezett eredmények értelmezésekor. Magasabb léghőmérséklet esetén általában szebbnek ítélték a látogatók az egyes helyszíneket, a szélesebb hatása viszont helyszíntől függőnek bizonyult (Eliasson et al. 2007). Az emberek a fizikai környezet változásaival szemben toleránsabbnak bizonyultak olyan esetekben, mikor nagyarányú, természetes elem (pl. sok fa) volt a területen, feltéve, ha az említett változások természetes módon következtek be. Az időjárás és az érzelmek összefüggései közül kiemelendő, hogy az emberek sokkal jobb kedvűek voltak magasabb léghőmérséklet és tiszta égboltviszonyok esetén (Eliasson et al. 2007, Knez et al. 2009).

A svéd, illetve a japán kutatási eredmények összevetésével feltárult a kulturális különbség, valamint az emberek eltérő attitűdjének (városi-vidéki) hatása bizonyos szabadtéri területek (egy svéd és egy japán tér, valamint egy svéd és egy japán park) és azok termikus környezetének megítélésére. Mindezt olyan, termikus szempontból hasonlóan tekinthető körülmények esetén, amikor a PET index értékei a komfortos (18–23 °C) tartományba estek. Ezek szerint a területek megítélésében, a pszichológiai faktorok mellett a szocio-kulturális tényezőknek is fontos szerepük van, nem tanácsos tehát az eddig ismert termikus indexek, különböző klímazónák, illetve eltérő kultúrájú népek esetében történő, módosítás nél-

küli alkalmazása (Thorsson and Knez 2006, Knez and Thorsson 2006, 2008).

Az elméleti háttér és a gyakorlati alkalmazás kapcsolatát erősíti a klímaváltozás városi népességre gyakorolt várható hatásainak előrejelzésére és a kedvezőtlen hatások mérséklésére alakított németországi kutatási program, a 2006-ban indult KLIMES („Planerische Strategien und städtebauliche Konzepte zur Reduzierung der Auswirkungen von klimatischen Extremen auf Wohlbefinden und Gesundheit von Menschen in Städten“) projekt is. A kutatási programban nagy hangsúlyt kap a hőhullámok városi környezetben tapasztalt hatásainak vizsgálata. Célul tűzi ki a humán bioklimatológiai szempontok bevezetését a várostervezési stratégiák kidolgozásánál, amely lehetővé teszi a komfort viszonyok optimalizálását olyan módon, hogy az ne járjon a környezet túlzott megterhelésével (Katzschner et al. 2007, Mayer et al. 2008).

Köszönetnyilvánítás. A kutatást az OTKA (K-67626) és a TÁMOP-4.2.1/B-09/1/KONV-2010-0005 támogatta.

Irodalom

- Bartholy J, Pongrácz R, 2006. Comparing tendencies of some temperature related extreme indices on global and regional scales. *Időjárás* 110: 35–48
- Eliasson I, Knez I, Thorsson S, Westerberg U, Lindberg F, 2007. Climate and behavior in a Nordic city. *Landsc. Urban. Plan.* 82: 72–84
- Fanger PO, 1972. *Thermal Comfort*. McGraw–Hill Book Company, New York, 244 p
- de Freitas CR, 1990. Recreation climate assessment. *Int. J. Climatol.* 10, 89–103
- Gulyás Á, Unger J, Matzarakis A, 2006. Assessment of the microclimatic and thermal comfort conditions in a complex urban environment: modelling and measurements. *Build. Environ.* 41: 1713–1722
- Höppe PR, 1984. *Die Energiebilanz des Menschen*. Dissertation. Wissenschaftlicher Mitteilung Nr. 49. Universität München, 171 p
- Höppe PR, 1993. Heat balance modelling. *Experimenta* 49: 741–745
- Höppe P, 2002. Different aspects of assessing indoor and outdoor thermal comfort. *Energy Build.* 34: 661–665
- Jendritzky G, Sönning W, Swantes HJ, 1979. Ein objektives Bewertungsverfahren zur Beschreibung des thermischen Milieus in der Stadt- und Landschaftsplanung (Klima-Michel-Modell). *ARL Beiträge* Nr. 28, 85 p
- Katzschner L, Bruse M, Drey C, Mayer H, 2007. Untersuchung des thermischen Komforts zur Abpufferung von Hitze mittels eines städtebaulichen Entwurfs. *Ber. Meteorologischen Instituts der Albert-Ludwigs Universität Freiburg* 16: 37–42
- Knez I, 2005. Attachment and identity as related to a place and its perceived climate. *J. Environ. Psychol.* 25: 207–218
- Knez I, Thorsson S, 2006. Influences of culture and environmental attitude on thermal, emotional and perceptual evaluations of a square. *Int. J. Biometeorol.* 50: 258–268
- Knez I, Thorsson S, 2008. Thermal, emotional and perceptual evaluations of a park: Cross-cultural and environmental attitude comparisons. *Build. Environ.* 43: 1483–1490
- Knez I, Thorsson S, Eliasson I, Lindberg F, 2009. Psychological mechanisms in outdoor place and weather assessment: towards a Conceptual Model. *Int. J. Biometeorol.* 53: 101–111
- Lin TP, 2009. Thermal perception, adaptation and attendance in a public square in hot and humid regions. *Build. Environ.* 44: 2017–2026
- Mayer H, Höppe P, 1987. Thermal comfort of man in different urban environments. *Theor. Appl. Climatol.* 38: 43–49
- Mayer H, 1993. Urban bioclimatology. *Experimenta* 49: 957–963
- Mayer H, 2008. KLIMES – a joint research project on human thermal comfort in cities. *Ber. Meteorologischen Instituts der Albert-Ludwigs Universität Freiburg* 17: 101–117
- Mayer H, Holst J, Dostal P, Imbery F, Schindler D, 2008. Human thermal comfort in summer within an urban street canyon in Central Europe. *Meteorol. Zeitschrift* 17: 241–250
- Nikolopoulou M, Baker N, Steemers K, 2001. Thermal comfort in outdoor urban spaces; understanding the human parameter. *Solar Energy* 70: 227–235.
- Nikolopoulou M, Steemers K, 2003. Thermal comfort and psychological adaptation as a guide for designing urban spaces. *Energy Build.* 35: 95–101
- Nikolopoulou M, Lykoudis S, 2006. Thermal comfort in outdoor urban spaces: Analysis across different European countries. *Build. Environ.* 41: 1455–1470
- Nikolopoulou M, Lykoudis S, 2007. Use of outdoor spaces and microclimate in a Mediterranean urban area. *Build. Environ.* 42: 3691–3707
- Oliveira S, Andrade H, 2007. An initial assessment of the bioclimatic comfort in an outdoor public space in Lisbon. *Int. J. Biometeorol.* 52: 69–84
- Spagnolo J, de Dear R, 2003. A field study of thermal comfort in outdoor and semi-outdoor environments in subtropical Sydney Australia. *Build. Environ.* 38: 721–738
- Thorsson S, Lindqvist M, Lindqvist S, 2004. Thermal bioclimatic conditions and patterns of behaviour in an urban park in Göteborg, Sweden. *Int. J. Biometeorol.* 48: 149–156
- Thorsson S, Knez I, 2006. Influences of culture, and environmental attitude on thermal, emotional and perceptual evaluations of outdoor places. *Preprints 6th Int Conf on Urban Climate, Göteborg, Sweden*, 205–208
- Thorsson S, Honjo T, Lindberg F, Eliasson I, Lim EM, 2007. Thermal comfort and outdoor activity in Japanese urban public spaces. *Environment and Behaviour* 39: 660–684
- Thorsson S, 2008. Urban Climate Spaces – a multi- and interdisciplinary research project. 18th Int. Congress of Biometeorology (ICB2008), Tokyo, Japan
- Unger J, Sümeghy Z, 2002. *Környezeti klimatológia. Kisléptékű éghajlatok, városklíma*. SZTE TTK, JATEPress, Szeged, 202 p
- WHO, 2004. Heat-waves: risks and responses. Series, No. 2, WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark, 124 p

KOMPLEX HUMÁNKOMFORT VIZSGÁLATOK VÁROSI KÖRNYEZETBEN – II. RÉSZ

COMPLEX HUMAN COMFORT STUDIES IN URBAN ENVIRONMENT – PART II.

Kántor Noémi, Gulyás Ágnes, Égerházi Lilla és Unger János

SZTE Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék, 6701 Szeged Pf. 653, kantor.noemi@geo.u-szeged.hu,
agulyas@geo.u-szeged.hu, egerhazi@geo.u-szeged.hu, unger@geo.u-szeged.hu

Összefoglaló. Kétrészes tanulmányunk e részében áttekintjük a szegedi humánkomfort kutatások előzményeit lokális és mikroléptéken, utóbbi esetében pedig a vizsgálatok során alkalmazott megközelítés (pusztán objektív, avagy objektív és szubjektív módszerekre alapozott) jellege szerint. A második rész elsődleges célja, hogy metodológiát ajánljon kis és közepes méretű zöld területek (terek, parkok) termikus komfort szempontú elemzésére városi környezetben. A hangsúly az ArcView GIS 3.3 geoinformaticai szoftver alkalmazásában rejlő lehetőségekre kerül, mely komoly segítséget nyújt a terepi vizsgálatok során gyűjtött adatok feldolgozása, illetve az eredmények vizualizálása terén. E szoftver felhasználásából fakadó lehetőségeket egy konkrét, Szeged belvárosában kivitelezett vizsgálatosorozaton keresztül mutatjuk be, melyhez az adatokat egyrészt környezeti monitoring (mintaterület előzetes felmérése, mikrometeorológiai paraméterek helyszíni mérése), másrészt humán monitoring (emberek megfigyelése) útján gyűjtöttük. A 2008 tavaszi időszakában kivitelezett vizsgálatok bemutatását követően a nemzetközi trendek tükrében kitekintést teszünk a jelenleg zajló szegedi vizsgálatok, illetve azok jövőbeli irányvonalai felé is.

Abstract. The second part of our study describes human comfort investigations carried out in Szeged. Before the comprehensive demonstration of the current project, the article reviews the earlier local and micro scale investigations; the latter from the point of view of the applied investigation design (only objective or simultaneous objective and subjective aspects). The main goal of the present paper is to recommend a methodology for thermal comfort investigations of small and medium sized resting places (parks and squares) in urban environments. The focus is on the benefits derived from adaptation geoinformatic software ArcView GIS 3.3, which eases the data processing and the representation of results. The examinations in 2008 spring consisted of a preliminary survey of the sample area in the inner city of Szeged, meteorological measurements of the thermal comfort variables near the site (environmental monitoring) and simultaneous observations of the visitors who came to the area (human monitoring). In the end future steps of our project will be discussed in line with the international trends of thermal comfort studies.

1. Humánkomfort vizsgálatok Szegeden

1.1. Lokális léptékű vizsgálatok.

A nemzetközi humánkomfort kutatások már a 60-as 70-es években elkezdtek kibontakozni a humán bioklimatológia egy új irányzataként, Magyarországon azonban csak a 90-es években nyertek teret részletesebb humánkomfort vizsgálatok. Elsők között a Szegeden 1977–1980 között működött városklíma-mérőhálózat adatainak felhasználásával történtek megállapítások a város humánkomfort viszonyokra kifejtett módosító hatásáról, lokális léptékben (*1. táblázat*). A város és a külterület eltérő bioklimatológiai viszonyainak napi és éves szintű jellemzésére Unger (1995, 1999) a termohigrometrikus indexet (ThermoHygrometric Index – THI) és a relatív terhelési indexet (Relative Strain Index – RSI) alkalmazta. Ezek az empirikus mérőszámok ugyan egyszerűbbek, mint az első részben bemutatott (és napjainkban szinte kizárólagosan alkalmazott) PMV és PET, viszont megvolt az az előnyük, hogy kiszámításukhoz elegendőek voltak az akkoriban rendelkezésre álló – csupán a léghőmérsékletre és a légnedvességre vonatkozó – adatok. A vizsgálatok kimutatták, hogy

Szeged összességében kedvezően módosította a klimatikus viszonyokat, ami a komfortos időszakok magasabb gyakoriságában mutatkozott meg. A módosító hatás azonban évszakos megoszlást mutatott aszerint, hogy az emberi szervezet számára kedvezőnek számított-e: nyáron a magasabb szintű hőstressz következtében a városi környezet terhelőbbnek adódott, míg a téli időszakban valamelyest javította a komfortérzetet azáltal, hogy lerövidítette a kedvezőtlen „hideg” periódusok hosszát.

A későbbiek folyamán megszületett a belvárost és a nyílt területet reprezentáló mérőpontok humánkomfort szempontú összevetése egy racionális index, a fiziológiailag ekvivalens hőmérséklet (PET) értékeiben kifejezve is (Gulyás és Unger 2009, 2010, Gulyás et al. 2009, 2010). Az elemzések először a március 1. és november 30. közötti, mint a szabadtéri aktivitás szempontjából legjelentősebb időszakokra vonatkoztak a két állomás 2003. évi adatainak felhasználásával, majd egy 10-éves adatsor (1999–2008) alapján történtek. Abszolút értékben valamivel magasabbnak adódott a hőterhelés mértéke a városban, azonban az extrém hideg vagy meleg hőérzeti kategóriákba tartozó időszakok a vidéki te-

rületen voltak hosszabbak. A város termikus szélsőségeket mérséklő hatása a nagyon erős hidegterheléssel járó időszakokban sokkal jelentősebbnek adódott, de kis mértékben a hőstresszel jellemezhető időszakok hosszát is redukálta. A város fiziológiai terhelést mérséklő hatása (nappal csökkentek, éjszaka emelkedtek a PET értékek) csak a nappali időszakban tekinthető pozitívnak, éjjel negatív hatásként értelmezendő, hiszen a nagy hőstresszel járó nyári nappal után rontja a szervezet termikus regenerációjának lehetőségét.

alapján (Gulyás *et al.* 2004, 2006, Gulyás 2005, Unger *et al.* 2005). A vizsgálat világosan demonstrálta, hogy az összetett városi környezetben a változatos mikroklimatikus adottságokból adódóan az emberi szervezetet pontról pontra különböző mértékű fiziológiai stressz éri, ami elsősorban (különösen a nyári időszakban) a sugárzási viszonyok módosulásából adódik. A tereptárgyak (épületek, fás vegetáció) által létrejött komplex felszíni geometria jelentősen befolyásolja az emberi szervezet sugárzási energiabevételét, ami megváltozott hőérzetet ered-

1. táblázat A legjelentősebb szegedi humánkomfort vizsgálatok áttekintése

	Mintaterület	Vizsgált adatsor vizsgálat ideje	Termikus komfort-indexek	Humán monitoring	Referencia
Lokális lépték	Szeged belvárosa és külterülete	1978–1980	THI [°C], RSI	–	Unger 1995, 1999
		2003. március–november	PET [°C]	–	Gulyás <i>et al.</i> 2009, Gulyás és Unger 2009
		1999–2008	PET [°C]	–	Gulyás és Unger 2010, Gulyás <i>et al.</i> 2010
Mikrolépték	Ady tér	2000. augusztus 4.	PET [°C]	–	Gulyás <i>et al.</i> 2003
	Petőfi sgt. Egyetem u. Batthyány u.	2003. augusztus 6.	PET [°C]	–	Gulyás <i>et al.</i> 2004, 2006, Gulyás 2005, Unger <i>et al.</i> 2005
	Aradi vértanúk tere	2006. 08. 17., 08. 22., 09. 12.	PMV, PET [°C]	kérdőívek	Kántor <i>et al.</i> 2007, 2008, 2009d, Unger <i>et al.</i> 2008
	Ady tér	2008. tavasz április 10.–május 15.	PMV	megfigyelések	Gál <i>et al.</i> 2008, Kántor <i>et al.</i> 2009a, 2009b, 2009c, 2009e

1.2. Mikroléptékű vizsgálatok

A városi komfortvizsgálatokat a lokális lépték mellett célszerű kisebb skálán is elvégezni, hisz csak így nyerhetünk reális képet az igen változatos városi környezet mikro-bioklimatikus viszonyairól. A kisebb térbeli léptékhez természetesen kisebb időbeli lépték tartozik (órák-napok), így az eredmények – szemben a lokális vizsgálatok hosszabb adatsorai alapján tett általános következtetésekkel – igen specifikusak, egy-egy kiválasztott vizsgálati helyszín időben is igen változékony jellemzésére alkalmasak. Az efféle tanulmányoknak fontos szerepük van az olyan városi struktúrák felderítésében, melyek – megfelelő kialakításuk következtében – még terhelő időjárási viszonyok (pl. hőhullámok) esetén is képesek komfortos vagy aközeli termikus viszonyokkal szolgálni, ezáltal csökkenteni a városlakók szervezetét érő fiziológiai terhelés mértékét.

Az első mikroléptékű szegedi esettanulmány a felszíngeometriai paraméterek változtatásának humán bioklimatikus komfortérzetre kifejtett hatásait vizsgálta a RayMan szoftver segítségével (Gulyás *et al.* 2003). A következő mérésorozatban egy forró nyári nap során (2003. augusztus 6.) hat, különböző kitettségű és árnyékolási viszonyokkal bíró, de egymástól nagyon kis távolságra lévő pont termikus jellemzői kerültek összehasonlításra a PET index

ményez. A nappali órákban a humán komfortérzetet elsősorban az határozza meg, hogy éri-e a testet direkt sugárzás, ezért a szervezetet érő fiziológiai terhelés nagymértékben csökkenthető a vegetáció (elsősorban a fák) sugárzás módosító hatásának kiaknázása révén.

Az alkalmazott módszerek, illetve a vizsgált változók tekintetében a legújabb humán bioklimatológiai trendeknek megfelelő termikuskomfort-vizsgálatok 2006-ban vették kezdetüket Szegeden, három késő nyári napon kivitelezett mérésorozat keretein belül (Kántor *et al.* 2007, 2008, 2009d, Unger *et al.* 2008). A korábbi módszerekhez képest a legnagyobb különbséget az jelentette, hogy a mintaterület (Aradi tér) termikus komfortviszonyainak PMV-re alapozott objektív értékelését kiegészítette egy szubjektív, kérdőíves formában kivitelezett társadalmi felmérés is. Ennek köszönhetően lehetőség nyílt a látogatók szubjektív termikus komfortérzetének és az azt feltehetőleg befolyásoló személyes paraméterek (nem, kor, pozíció, tevékenység, frissesség, hangulat, idegesség, környezeti attitűd) vizsgálatára. A felsorolt hatótényezők közül a tevékenység, a pozíció, valamint az interjúalanyok fáradtsága esetében adódott szignifikáns kapcsolat a szubjektív hőérzettel. A mikroklimatológiai mérésekkel egy időben zajló interjúkészítés lehetőséget nyújtott az objektív mé-

rési eredmények és az emberek szubjektív reakcióinak összevetésére, melynek legérdekesebb vetületét a PMV indexszel jellemzett hőérzet, valamint a látogatók saját hőérzetének összevetése jelentette. Utóbbiak ugyanis jóval komfort közelebbiek voltak, ellentétben a gyakran extrém termikus viszonyokat jelző PMV értékekkel. Ez az embereknek a kültéri viszonyokkal szembeni magasabb toleranciájára irányítja a figyelmet, köszönhetően egyrészt az emberek fizikai alkalmazkodásának (ruházat, tevékenység és napfénynek való kitettség változtatása a termikus viszonyoknak megfelelően), másrészt

feltehetőleg a szabadtéri terület által kiváltott pszichológiai reakcióknak.

2008 tavaszán egy több hetes kísérleti vizsgálat-sorozat vette kezdetét az egyetemi (belvárosi) automata mérőállomás szomszédságában fekvő Ady téren. A kutatómunka elsősorban a szabadtéri terület-használat (PMV-ben kifejezett) termikus viszonyoktól függő mintázataira fókuszált a téren fekvő kis park igénybevételének felmérése révén (Gál et al. 2008, Kántor et al. 2009a, 2009b, 2009c, 2009e). Az előző bekezdésben tárgyalt kérdőíves felmérés helyett ez esetben észrevétlen megfigyelések alkották a vizsgálat szubjektív részét, melynek nagy előnye, hogy ezzel nem akadályozzuk a látogatókat természetes viselkedésükben. A következő fejezetben ezt, a mára projektté duzzadt belvárosi vizsgálat-sorozatot mutatjuk be részletesen.

2. Vizsgálatsorozat a szegedi Ady téren.

A rekreációs szempontú terület-használat termikus viszonyoktól való függésének értékeléséhez a 2008. április 10. és május 15. közé eső hathetes időszak során gyűjtöttünk adatokat, déli 12 és délután 3 óra között, minden keddi, szerdai és csütörtöki napon. E vizsgálatsorozat bemutatásán keresztül szeretnénk metodológiával szolgálni kis és közepes méretű városi zöld területek termikus komfort szempontú elemzéséhez.

2.1. Mintaterület.

Mintaterületül az SZTE Ady téri épülete, valamint a Tanulmányi és Információs Központ között elhelyezkedő, mintegy 5500 m²-es zöld terület szolgált (1. ábra), melyet szép számban látogatnak az emberek, szorgalmi időszakban elsősorban az egyetem hallgatói. A területen díszburkolatos járda vezet keresztül,

mely középtáiban kör alakúvá szélesedik, egyébként legnagyobb része fűvel borított, s rajta csupán néhány fiatal fa szolgál gyér árnyékkal. E füves rész, köszönhetően a körülölelő tereplépcsőnek, kb. 1 méterrel alacsonyabban fekszik a környező területeknél. Az ÉNy-i oldalon számos idős fa található, melyek a napállástól függően



1. ábra. Az egyetem Ady téri épülete és a Tanulmányi és Információs Központ közötti mintaterület

az említett tereplépcső egy részét is beárnyékolják. Tíz pad szolgál ülőhellyel a látogatók számára, nyolc a járda mentén, további kettő pedig a füves terület széleին.

Környezeti monitoring (1) – vizsgált terület előzetes felmérése. A konkrét megfigyeléseket megelőzően szükség volt a terület pontos feltérképezésére a helyszín számítógépes területmodelljének felépítése érdekében. Ez magában foglalta a mesterséges és természetes tereptárgyak, valamint a különböző felszínborítási típusok pontos koordinátáinak rögzítését (SOKKIA geodéziai mérőállomással), valamint az épületek és a fás vegetáció magasságának felmérését (Vertex III. ultrahangos famagasságmérővel). A fák esetében a törzs- és teljes magasságot, a törzskerületet, valamint a lombkorona sugarát is feljegyeztük. Ennek akkor vehetjük igazán hasznát, mikor helyszíni mérések hiányában vagy azokat kiegészítve numerikusan szimuláljuk a területen kialakuló meteorológiai paramétereket, illetve komfortviszonyokat, olyan mikro-skálájú modellek segítségével, mint például az ENVImet vagy a RayMan (Bruse 2003, Matzarakis et al. 2007).

Az első pont, ahol egy geoinformatikai szoftvernek hasznát vehettük, a mintaterület geokódolt térképének elkészítése volt. A felmért objektumokat az ArcView programban jelenítettük meg grafikusán: az egyes felszínborítási típusokat, valamint az épületek pontos határait poligonok reprezentálják, a fák helyét csillag alakú pontmarkerek jelölik a később bemutatásra kerülő 2. ábrán. E poligonokat és pontokat tartalmazó réteg(ek)hez tartozó attribútumtáblázat tartalmazza minden egyes objektum pontos koordinátáit, illetve az ezen kívül felmért adatokat.

2.2. Terepi vizsgálatok (megfigyelések és mérések)

Humán monitoring – látogatók megfigyelése. Területünk komplex humánkomfort vizsgálata során az objektív mikrometeorológiai mérésekkel párhuzamosan információkat gyűjtöttünk a terület látogatottságáról, illetve a mintaterület látogató emberekről. Fontos megemlíteni, hogy csupán a rekreációs célból ott tartózkodó látogatókat figyeltük meg, s eltekintünk azoktól, akik csak átkeltek a területen. A humán monitoring során félórás periódusokban, kumulatív módon mértük fel a területen időző embereket. Ez magában foglalta minden olyan egyén elhelyezkedésének térképi rögzítését, aki az adott félóra alatt legalább pár percre a területen tartózkodott. Ennek eredményeként minden 12 és 15 óra közötti félórás időintervallumra rendelkezünk egy térképpel, melyen a sorszámmal (ID) ellátott látogatók pontos helyét ábrázoltuk, illetve egy táblázattal, ami a térképre vitt személyek nemét, korát, ruházatát, aktivitását és pozícióját tartalmazta. Ezek a számok minden félórában 1. sorszámmal indultak, ezáltal rögtön megkaptuk, hány látogatója volt a mintaterületnek az adott periódusban.

Megfigyelésekről lévén szó, a táblázatban a következő, ránézésre megállapított korkategóriák szerepeltek: gyerek / fiatal / középkorú / idős. Az emberek ruházatát a humán bioklimatológiában e téren használatos „*ruházati hőszigetelés mértéke*” alapján soroltuk három csoportba: $< 0,45 \text{ clo}$ / $0,45\text{--}0,9 \text{ clo}$ / $0,9 \text{ clo}$. Viszonyításképpen, 1 clo ($0,155 \text{ km}^2\text{W}^{-1}$) nagyjából egy könnyű öltöny hőszigetelőképességének felel meg, és olyan mértékű szigetelést jelent, amely egy átlagos, egészséges, nyugodtan ülő személy számára komfortos közérzetet biztosít egy meghatározott paraméterekkel (léghőmérséklet $18\text{--}22^\circ\text{C}$, relatív nedvesség $60\text{--}70\%$, szélcsend) rendelkező (belső) környezetben (WMO 1992). A látogatókat tevékenység (aktivitás) alapján két nagyobb csoportba soroltuk: aktívnak számítottak a területen sétáló, játszó emberek, míg passzívnak az ott pihenő (egyhelyben álló, ülő és fekvő) látogatók. A pozíció (napfénynek való kitettség) szerinti kategorizálás a pontos tartózkodási hely aktuális árnyékolási viszonyainak feljegyzését jelentette (nap / félárnyék / árnyék), ami természetesen csak napsütéses helyzetben volt értelmezhető. Mindent összevetve, a mérési időszak végére 2448 látogató komplett adatsorát jegyeztük fel.

Környezeti monitoring (2) – mikrometeorológiai paraméterek mérése. A termikus jellemzéshez felhasznált meteorológiai paramétereket (a léghőmérséklet (T_a), relatív légnedvesség (RH), szélsébség (v) és globálsugárzás (G) 10-perces átlagértékeit) a mintaterület közvetlen közelé-

ben elhelyezkedő QLC 50 típusú automata állomás biztosította. A léghőmérséklet és légnedvesség mérése 2 m magasságban, míg a szélsébség és a globálsugárzás értékeinek rögzítése az egyetemi épület tetején történt (talajszint felett mintegy 26 m magasságban).

2.3. Adatfeldolgozás

Komfortindex-számítás. Az említett meteorológiai adatokból a RayMan nevű sugárzás- és bioklimamodell segítségével számítottuk ki a humán hőérzet, illetve komfortérzet objektív mérőszámául szolgáló PMV indexet (Matzarakis et al. 2007). Standard humán bioklimatológiai vizsgálatok során a komfortindexek kiszámítása az európai nagyrassz testfelépítésének megfelelő átlagos súlypont magasságára ($1,1 \text{ m}$) történik (VDI 1998). A meteorológiai alapadatok ezen a magasságon történő mérése viszont esetünkben – a telepített mérőállomás technikai adottságaiból kifolyólag – nem valósulhatott meg.

A városi határreteg (különösen annak az utca szintjében található, alsóbb régiójának) hatékony átkeveredése következtében a hőmérsékleti és légnedvességi mező homogénnek tekinthető ilyen kis magasságkülönbségen ($1,1 \text{ m} - 2 \text{ m}$) belül (Nunez and Oke 1977). A tetőn mért szélsébségadatokat azonban a következő összefüggés alapján $1,1 \text{ m}$ -es magasságra kellett redukálni:

$$v_{1,1} = v_h (1,1 \times h^{-1})^\alpha \quad \alpha = 0,12 \times z_0 + 0,18$$

ahol v_h a $h = 26 \text{ m}$ magasságban mért szélsébség (ms^{-1}), α egy empirikus kitevő, ami a felszíni érdesség függvénye, z_0 pedig az érdességi magasság. Mérőpontunk a sűrűn beépített belvárosi régióban található, magas fákkal a környezetében, ennek következtében a $z_0 = 2,0$ értéket alkalmaztuk (Lee 1979, Probáld 1981).

Az egyetem tetején, gyakorlatilag 100% -os égboltláthatóság ($SVF = 1$) mellett mért globálsugárzás értékeket az alkalmazott bioklimamodell (RayMan) képes a felszíngeometriai, a Nap járására vonatkozó, és szükség esetén a topográfiai adatok alapján az előírt magasságra redukálni. A vizsgálat során azonban nem éltünk a szoftver eme lehetőségével, mivel a stacionárius meteorológiai

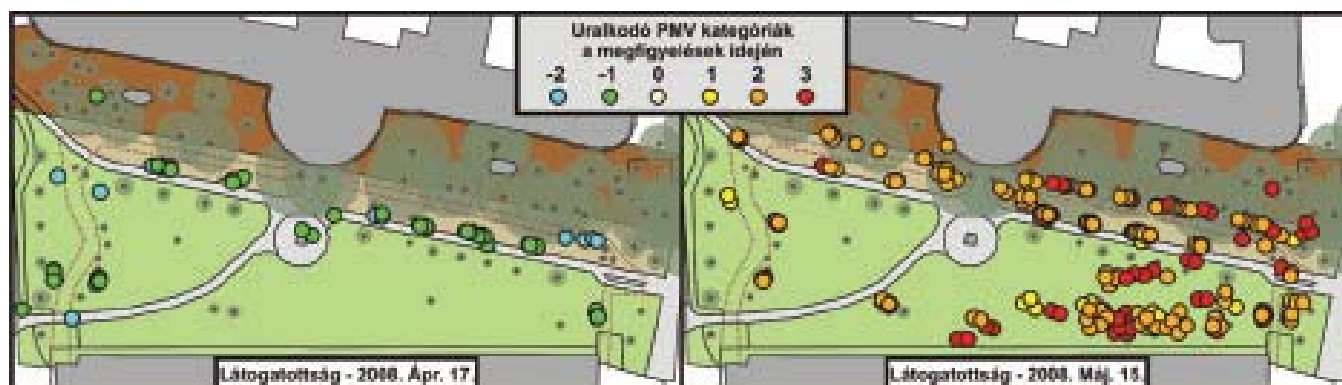


2. ábra. A vizsgált terület ArcView-ban megjelenített képe: pontok mutatják a látogatók területi elhelyezkedését, s a csatolt attribútumtáblázat tartalmazza a megfigyelt és mért adatokat

állomás adatsorát a megfigyelés típusú szubjektív adatokkal való összevetésre akartuk használni. Egész pontosan arra voltunk kíváncsiak, miként alakul a szabadtéri területhasználát, a látogatók nem és kor szerinti összetétele, valamint viselkedési alkalmazkodása (pozíció, aktivitás, ruházat), s mindezek térbeli megoszlása az aktuális időjárás által kialakított termikus viszonyok függvényében.

Objektív és szubjektív adatok összekapcsolása, integrált adatkezelés. A félórás periódusokban gyűjtött szubjektív jellemzők táblázatát Microsoft Excel munkafüzetbe másoltuk, majd csatoltuk hozzájuk az objektíven mért (T_a , RH , v , G), illetve számított (PMV) paraméterek félórás átlagértékeit.

A látogatók elhelyezkedését tartalmazó felmérési térképeket mérési periódusonként az ArcView-ban digitalizáltuk, majd összekapcsoltuk az Excel táblázatban egyesített objektív és szubjektív adatokkal. Végül valamennyi, a mérési periódusok látogatottságára és termikus viszonyaira vonatkozó információt (összesen 2448 megfigyelt látogató adatsora) egy, az ArcView-val kezelhető fájlba mentettük.



3. ábra. A mintaterület látogatottsága két kiválasztott mintanapon (a látogatók helyét jelölő markerek az aktuális termikus viszonyok szerint vannak színezve)

Ennek az integrált adatfeldolgozásnak köszönhetően bármely látogatót kiválaszthatjuk, s meg tudjuk róla mondani, hogy milyen személyes tulajdonságokkal rendelkezett (nem, kor, ruházat, pozíció, aktivitás), mikor volt a területen (melyik nap mely félórájában), és az adott időszakot a termikus mérőszámok (T_a , RH , v , G , PMV) milyen értékei jellemezték (2. ábra).

A szoftver lehetőséget ad arra, hogy az attribútumtáblázatban található bármely tulajdonság vagy ezek bizonyos kombinációi alapján látogatókat jelöljünk ki, csoportosítsuk, leválogassuk őket az ezt követő statisztikai vizsgálatokhoz. Ez történhet a látogatókat jelölő markerek egyenkénti vagy csoportos kijelölésével is. Az adatok statisztikai analíziséhez a Microsoft Excel és az SPSS 11.0 szoftvereket használtuk.

Eredmények megjelenítése. Egy geoinformatikai program – az eddigiek mellett – komoly segítség az eredmények megjelenítése terén is. A statisztikai eredmények szemléltetésének szokásos formáit (grafikonokat, táblázatokat, kapcsolat meglétét, erősségét jelző mérőszámokat) ugyanis igen informatívvá tehetjük, amennyiben a szoftver segítségével készített területhasználati térképeket mellékelünk hozzájuk.

Városi humánkomfort vizsgálatok esetén különösen érdekes a területhasználat mintázatának tanulmányozása mind térben, mind pedig időben. Ennek vizsgálatához szektorokat alakítunk ki a területen, akár többféle kategorizálás szerint is (például árnyékolás, felszínborítás, égtáj, funkció). A mintaterület látogatóit reprezentáló pont-markereket színezzük, vagy alakíthatjuk bármely, az attribútumtáblában szereplő tulajdonság szerint. Ezáltal szem-

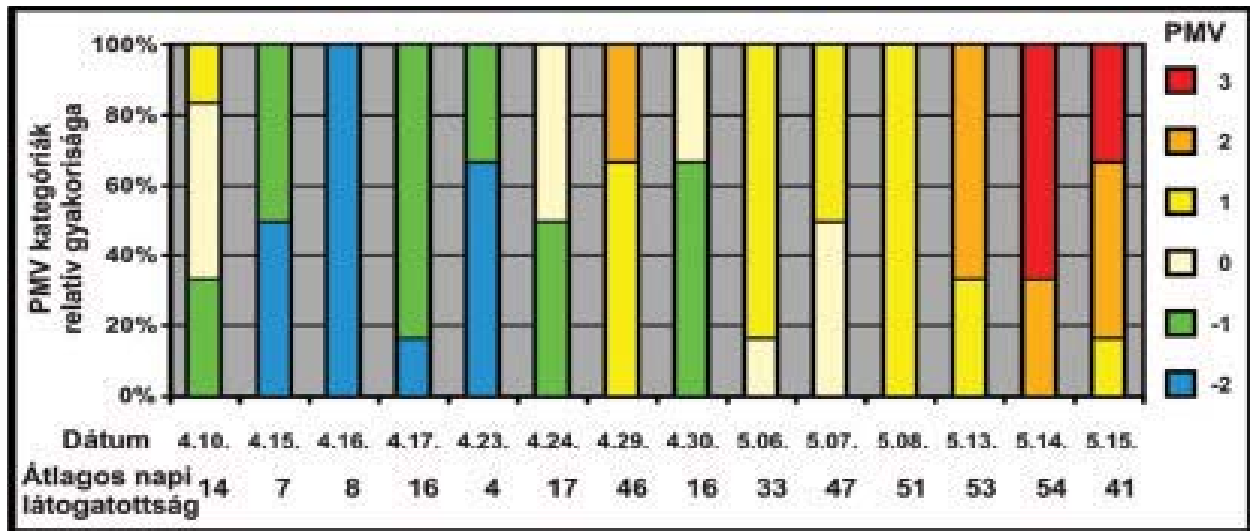
léletesen bemutatatható, hogy mikor, illetve milyen mikrobioklimatikus viszonyok mellett, és milyen személyes jellemzőkkel bíró látogatók vették igénybe a terület különböző szektorait.

2.4. Eredmények a területhasználat mintázatára vonatkozóan

A terület látogatottsága a termikus komfortviszonyok függvényében. Az emberek jelenlétét a mintaterületen többféle módon is szemléltethetjük tér és/vagy idő szerinti megoszlásban. Az adott napok összesített látogatottsága előállítható és megjeleníthető a használt szoftver segítségével egy adott nap valamennyi (6)

mérési periódusának kijelölése révén. Az eredményül kapott kép egyfajta területhasználati térkép, melyen megvizsgálhatjuk, hogy a látogatók a terület mely részeit preferálták az adott napon. Továbbá, a látogatókat jelölő markerek színezhetőek bármely, az attribútumtáblázatban szereplő jellemzőnek, így akár az adott időszakra jellemző PMV értékeknek megfelelően. Például az enyhén hűvös-hűvös termikus viszonyokkal bíró április 17-én igen alacsony volt a mintaterület látogatottsága, s az ott tartózkodó emberek elsősorban a padokon foglaltak helyet (3. ábra). Ezzel szemben május 15. magasabb PMV értékekkel jellemezhető, s a területen jóval többen voltak jelen. Szép számban találtunk látogatókat a nagy, füves területen (ülve vagy fekve), s a padokon túl a tereplépcső tetején is sokan foglaltak helyet.

A 4. ábra a mérési napokat jellemző PMV kategóriák százalékos arányát, valamint az átlagos napi látogatószámot (a hat félórás periódus kumulatív látogatottságának átlaga) mutatja. Az emberek száma hirtelen megugrott olyan esetekben, mikor a megelőző napnál jelentősen melegebb termikus viszonyok uralkodtak (pl. ápr. 17., 29. és máj. 7.), feltehetőleg a korábbi, szabadtéri aktivitásra kedvezőtlen (általában borús) viszonyok elmúlásának köszönhetően. A létszám érdekes módon a fiziológiai szempontból terhelőnek számító, meleg-forró ($PMV = 2$ és 3) termikus viszonyokkal jellemezhető május 13-án és 14-én adódott a



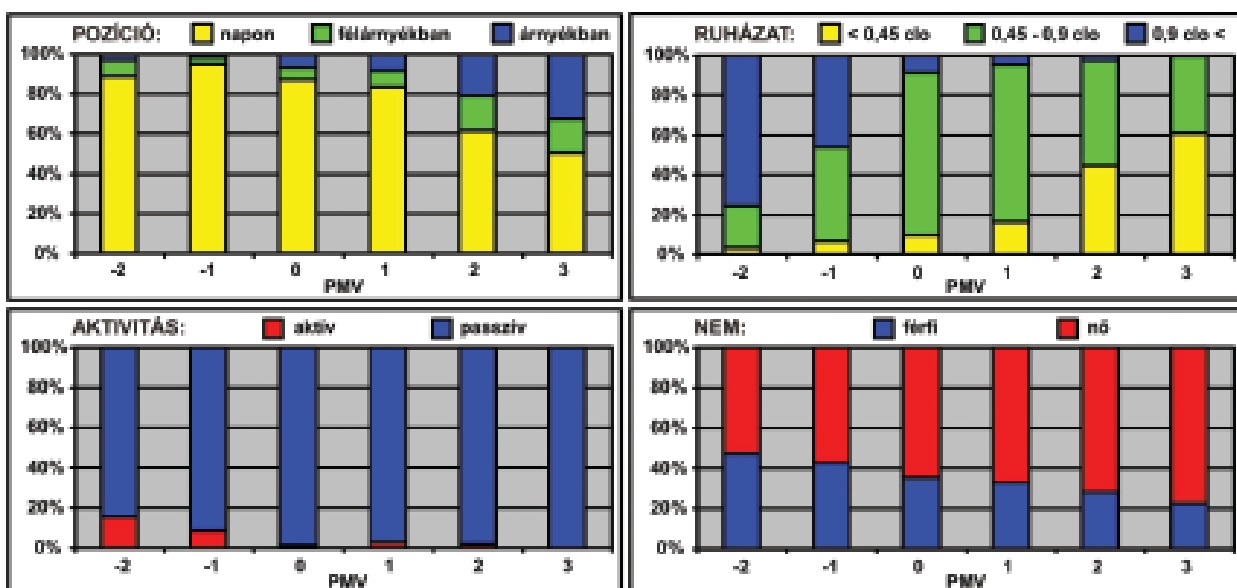
4. ábra. A megfigyelési időszak napjainak termikus viszonyai, illetve a terület átlagos napi látogatottsága

legmagasabbnak. Ez az ellentmondás az emberek fizikai és pszichológiai alkalmazkodási mechanizmusaival magyarázható (Nikolopoulou and Steemers 2003, Thorsson et al. 2004).

A fizikai alkalmazkodás különböző megnyilvánulási formáit ábrázoltuk az 5. ábrán, mely a PMV kategóriák függvényében illusztrálja az egyes látogatócsoportok relatív arányát a területen. Ilyen alkalmazkodási mechanizmus eredménye a napos területrészeken helyet foglaló emberek arányának csökkenése a termikus viszonyok melegebbé válásával. A szervezetet érő hőstressz csökkentésére irányul – az árnyékba húzódáson kívül – a ruházat, illetve az aktivitás intenzitásának (tevékenységforma) megváltoztatása is: emelkedő PMV értékekkel párhuzamosan egyre könnyebb, egyre vékonyabb a ruházat, valamint a területen egyébként is domináló passzív tevékenységformák (pihenés) szinte kizárólagossá válnak (a sétáló és játszó látogatók teljesen eltűnnek for-

ró (PMV = 3) szituációk esetén). Vizsgálataink a nemek esetében érdekes eredményt hoztak: a területen tartózkodó férfiak aránya a PMV értékek emelkedésével lecsökkent. A fizikai alkalmazkodás témájához kapcsolódva érdemes megjegyezni, hogy mintaterületünk a magas látogatottságát a kedvező, változatos mikroklimatikus viszonyokkal szolgáló kialakításán túl frekventált (egyetemi épületek melletti) helyzetének, könnyű megközelíthetőségének is köszönheti. Másrészt, tavaszi vizsgálatsorozatról lévén szó, hosszabb ideig tartó hőséggel jellemezhető időperiódusok ritkán fordultak elő, s a kiváltott rövid idejű fiziológiai stresszt valószínűleg jócskán felülmúlta a szabad levegőn való tartózkodás iránti igény, melyre a meleg, napfényes időszakok kiváló lehetőséget nyújtottak (szemben a tél szabadterei aktivitásra alkalmasabb körülményeivel).

A területhasználat térbeli mintázatára vonatkozó eredmények. A mintaterület igénybevételének tanul-



5. ábra. Bizonyos személyes tulajdonságok alapján kialakított látogatócsoportok relatív jelenléte a területen a termikus viszonyok függvényében

mányozásakor öt alterületet különítettünk el: 3 „természetes” és 2 „mesterséges” szektort. Előbbiek közt szerepel a DK-i oldalon fekvő nagy, füves terület, az ÉNy-i oldalon elhelyezkedő, idős fák árnyékában lévő rész, és a tereplépcső azon része (ÉNy), amely fölé árnyékot vet az előbb említett magas fák lombkoronája. A területen átvezető járdát, valamint a 10 padot – merőben eltérő jellegük, funkciójuk miatt – is érdemes volt külön szektorokként kezelni.

Valamennyi szektor esetén derült ég és meleg termikus viszonyok esetén mértük

fel a legtöbb látogatót, az egyes alterületek relatív látogatottsága azonban jelentős tendenciát mutatott az égboltviszonyoknak, illetve a PMV értékeknek megfelelően (5. ábra). Felhős-borult, valamint hidegebb körülmények esetén egyértelműen a padok relatív igénybevétele dominált. Az égbolt kitisztulásával és a termikus viszonyok melegebbé válásával ($PMV > 0$) azonban a füves szektor látogatottsága vette át a vezető szerepet. Ezzel egy időben az árnyékosabb tereplépcsőn, illetve az idős fák alatti részen is egyre több látogatót mértünk fel. A padok relatív igénybevételének visszaesése a melegebb szituációk alkalmával (amikor a terület összlátogatottsága magasabb) annak köszönhető, hogy szemben a többi szektorral, korlátozott ülőkapacitással szolgálnak az emberek számára.

A füves egység egyrészt annak köszönheti népszerűségét a napfényes, meleg időszakokban, hogy sokan kifejezetten napfürdőzés céljából jöttek a területre, másrészt e szektor természete és kiterjedése lehetővé tette a látogatók nagyobb csoportokban történő letelepedését is (6. és 7. ábra). Ezeket az eredményeket illusztrálja egy olyan területhasználati térkép is a 7. ábrán, melyen a mintaterület valamennyi látogatóját (2448) feltüntettük, s markereiket az ott tartózkodásuk idejére jellemző PMV érték alapján színeztük. Az emberek meleg-forró viszonyokhoz való fizikai alkalmazkodása magyarázza az árnyékos-fél-

árnyékos szektorok (idős fák által árnyékolt ÉNy-i rész és tereplépcső) relatív látogatottságának $PMV = 2$ és 3 értékeknél tapasztalt megemelkedését. Az említett tendenciák $PMV = -2$ (legalacsonyabb) értéknél tapasztalt enyhe torzulását az akkori igen alacsony abszolút látogatószám magyarázza (6. ábra).

A PMV értékek és az egyes szektorok látogatottsága közötti kapcsolat statisztikai leírására a Cramer-fé-

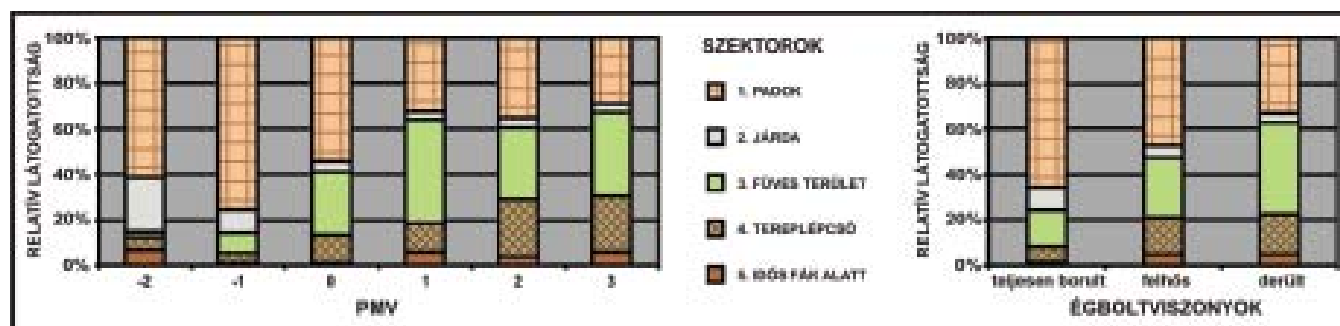
le V, valamint a kontingencia koefficiens (C) értékeit számítottuk ki (2. táblázat). E két mérőszám szerint a kapcsolat mérsé-

2. táblázat. Statisztikai mérőszámok értékei, melyek az egyes szektorok igénybevételében lévő szignifikáns különbségek meglétét és erősségét mutatják a különböző felmért személyes jellemzők alapján

		PMV	Ruházat	Aktivitás	Kor	Nem	Pozíció
Cramer-féle V	V	0,212	0,196	0,299	0,113	0,064	0,415
Kontingencia koefficiens	C	0,391	0,267	0,286	0,191	0,064	0,506
Szignifikanciaszint	α	0,000	0,000	0,000	0,000	0,038	0,000

keltlen gyenge ($V=0,212$ és $C=0,391$), azonban szignifikáns ($\alpha=0,00$). Az ArcView lehetőséget ad rá, hogy az emberek helyét jelölő markereket bármely felmért jellemzőjük alapján átszínezzük. Az így készített – 7. ábrához hasonló – térképeken könnyen bemutathatjuk, van-e valamiféle különbség az egyes emberek területhasználatában, pl. nem, kor, ruházat, vagy aktivitás szerint. A módszer jól használható a C és V értékeket alkalmazó statisztikai elemzés eredményeinek szemléltetésére (2. táblázat).

A 8. ábra, illetve a 2. táblázat alapján az említett alterületek igénybevétele szignifikáns, viszont nem túl erős kapcsolatban áll a látogatók ruházatával. A vastagabb, illetőleg több ruházatot (0,9 clo <) viselő emberek főként a terület padjain foglaltak helyet, s alig vették igénybe a terület „természetes” szektorait. Ennek a legkézenfekvőbb magyarázata az, hogy hűvösebb viszonyok esetén (amikor az emberek jobban felöltöztek), a talajfelszín túl hideg (esetenként még nedves is) volt ahhoz, hogy letelepedjenek rajta. Másrészről pedig, ilyenkor sokkal kevesebb látogatója volt a területnek. Az aktív és passzív egyének területhasználatának jelentősebb különbségéről tanúskodnak az előbbinél kicsit magasabb C és V értékek, minthogy az aktív látogatókat főleg a járdán sétálgató, vagy a füves területen játszó emberek tették ki. Az idősebb (középkorú, öreg) látogatók többsége a padokon foglalt helyet, vagy a járdán, illetőleg annak



6. ábra. A mintaterület különböző részeinek relatív látogatottsága a termikus viszonyok, valamint az égboltviszonyok függvényében

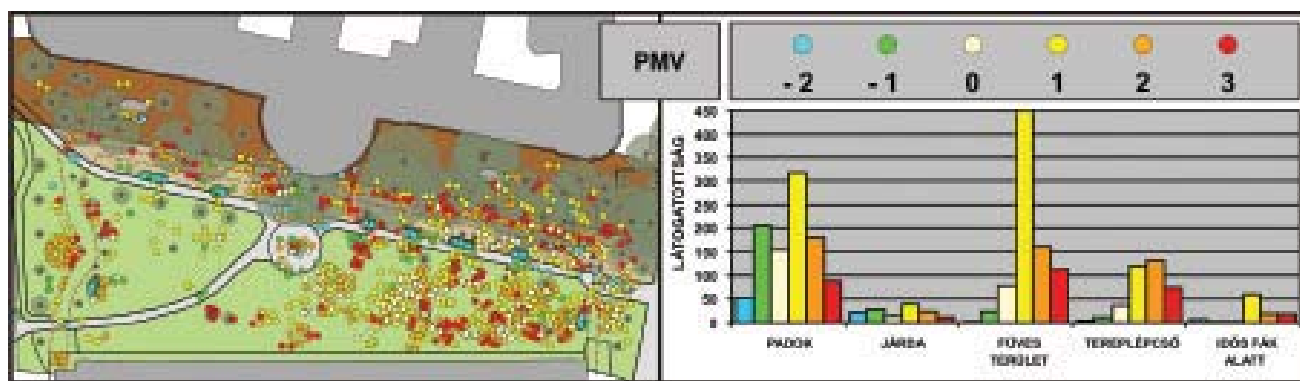
közvetlen közelében állt, minthogy gyakran a területen átvezető járda központi, kiszélesedő részén játszó gyerekek kísérőiként érkeztek a területre.

A leggyengébb területhasználatbeli különbség a nemek szerinti csoportosítás esetén mutatkozott (igen alacsony C és V értékek), míg a legerősebb összefüggés – nem meglepő módon – a látogatók pozíciója (napon / árnyékban / félárnyékban) esetén adódott (2. táblázat). Az egyes szektorok napnak való kitettsége ugyanis nagymértékben különbözik, így eltérő árnyékolási viszonyokkal szolgáltak a látogatók számára. A pozíció szerinti területhasználati térképen valamennyivel kevesebb marker szerepel, hiszen a mérési időszak során többször fordult elő olyan eset, mikor az égbolt borultsága következtében nem lehetett megállapítani a látogatók tartózkodási helyének fényviszonyait (8. ábra).

A termikus környezettel kapcsolatos fizikai és pszichés alkalmazkodásnak a területhasználat mintázatában megmutatkozó bizonyítékai. Környezeti és humán monitoringot alkalmazó vizsgálataink egy Sze-

badtéri humán komfortérzetet befolyásoló pszichológiai faktorok jelentőségére hívja fel a figyelmet.

Ilyen pszichés tényező például, hogy az emberek a termikus környezet (illetve az azt alakító mikro-meteorológiai paraméterek) nagyobb változatosságára és változékonyságára vannak felkészülve a szabadban, tisztában vannak vele, hogy ezeket nem áll módjukban oly módon kontrollálni, mint például egy lakó- vagy irodaépületbeli klimatizált helyiségben (Höppe 2002). Az egyetemi épületek közt található terület látogatóinak zöme a hallgatók soraiból került ki, akik óráik közti szabadidejükben érkeztek a területre. Tavaszi időszokról lévén szó, terhelő termikus viszonyok ($PMV > 2$) csupán rövid ideig álltak fent, s a látogatók önként választották a szabadtéri tartózkodást, annak minden előnyével (friss levegő, napfény, változatos környezeti ingerek, nagyobb személyes mozgástér) és hátrányával (időszakosan kellemetlen légköri viszonyok feletti kontroll hiánya) együtt. Mindazok, akik saját döntésükből kifolyólag tartózkodnak egy területen és önként teszik ki ma-



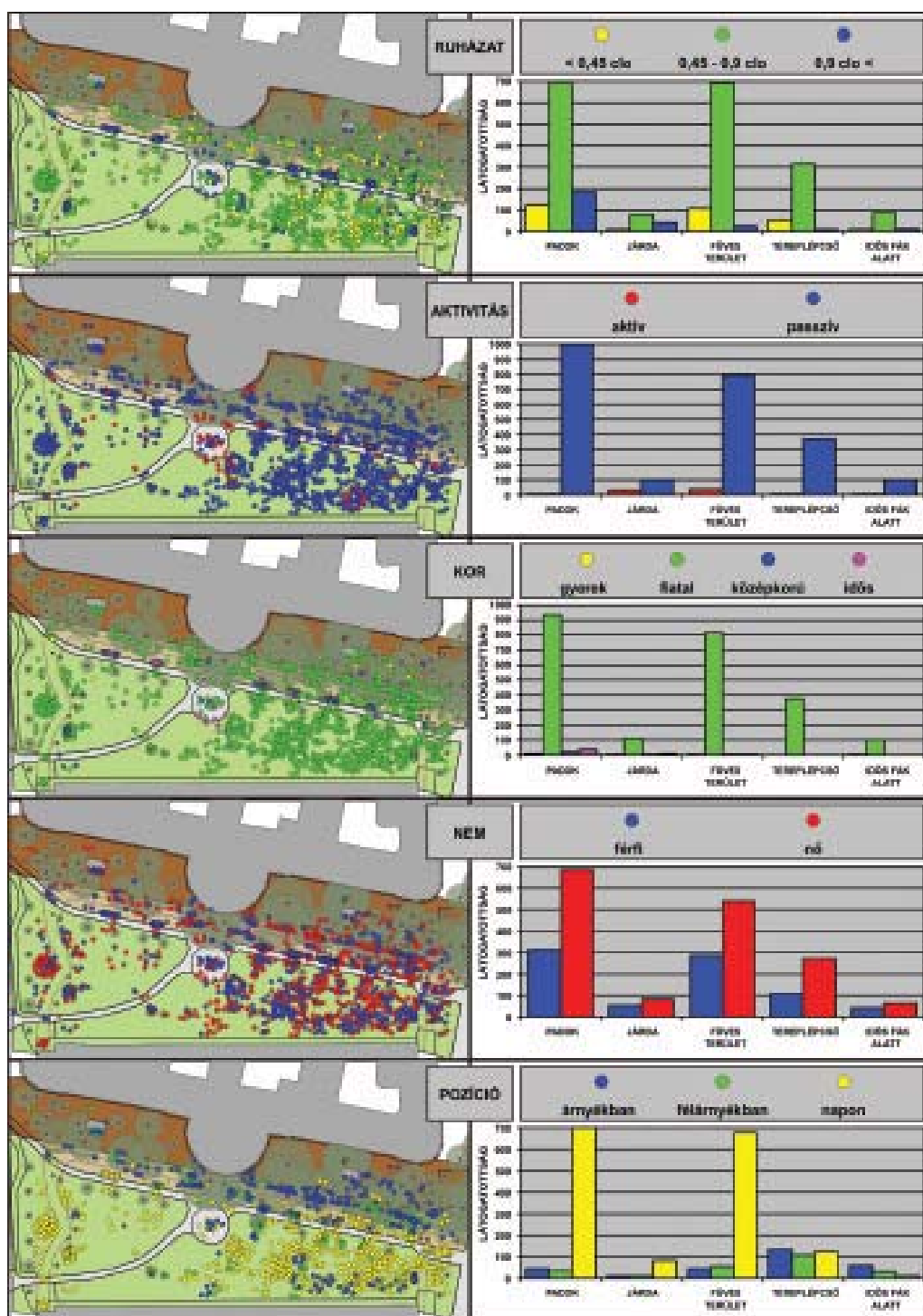
7. ábra. A területhasználat térbeli mintázata (a mintaterület egyes szektorainak abszolút látogatottsága) a termikus viszonyok szerint

ged belvárosában található zöld terület termikus viszonyoktól függő látogatottságának tanulmányozására irányultak. A személyes jellemzők, illetve a humán reakciók növekvő PMV értékekkel való változása világosan példázza az emberek szabadtéri tartózkodásának elnyújtását szolgáló fizikai (viselkedési) alkalmazkodási mechanizmusokat. Konkrétabban, a termikus környezet melegebbé válásával az emberek által viselt ruházat mennyisége és vastagsága (a ruházat hőszigetelő képessége) csökken, a látogatók az árnyékosabb területrészekre húzódnak, valamint egyre ritkábbá válnak a kapcsolódást, rekreációt szolgáló tevékenységek aktív formái.

Sok embert motivál szabadtéri tartózkodásra a napfény stimuláló hatásának élvezete, a fizikai és szellemi feltöltődés lehetősége, sőt mintaterületünk látogatói közül többen kifejezetten napfürdőzés céljából fekdtek ki a füves részre. Még az erős direkt sugárzással együtt járó meleg-forró termikus viszonyok esetén is sokan helyezkedtek el a napon, ami a sza-

gukat az ottani termikus viszonyoknak (akkor hagyják el a területet, amikor csak akarják), sokkal hosszabb ideig és nagyobb mértékben toleránsak az adott termikus viszonyokkal szemben, még ha azok fiziológiai szempontból terhelőnek is számítanak. Ugyanez érvényes azokra is, akiknek lehetőségük van a helyszín által kínált változatos mikroklimatikus lehetőségek közül szabadon választani (Nikolopoulou and Steemers 2003, Thorsson et al. 2004).

Mintaterületünk kiválóan példázza, miként képes egy megfelelően kialakított, esztétikus zöldterület megnövelni a városiak szabadban eltöltött idejét. Sikerének titka – frekvenciált elhelyezkedésén kívül –, hogy a termikus viszonyokhoz való alkalmazkodás mind fizikai, mind pszichés mechanizmusait megkönnyíti. Látogatói számára adott a lehetőség, hogy a terület azon szegmensét válasszák tartózkodási helyül, mely pillanatnyi ruházatuk és aktivitásformájuk mellett számukra a legkedvezőbb mikroklimatikus viszonyokkal szolgál.



8. ábra. A mintaterület igénybevételének térbeli mintázata különböző látogatócsoportok esetén

2.5. A bemutatott tanulmány jelentősége

Vizsgálatsorozatunk a mintaterület előzetes felmérésén, a termikus komfortérzetet befolyásoló meteorológiai paraméterek telepített állomással történő helyszíni mérésén (környezeti monitoring), valamint a terület látogatóinak megfigyelésén (humán monitoring) alapult. A viszonylag rövid (félórás) mérési periódusok alatt igen nagy mennyiségű információ gyűjthető a terület látogatóiról, köszönhetően a személyes jellemzők táblázatos formában történő rögzítésének. Az adatok feldolgozására és az eredmények bemutatására vonatkozó lehetőségeink meg-

sokszorozódtak azáltal, hogy a szubjektív adatok mellett pontosan rögzítettük a területen időző emberek térbeli helyzetét is.

Az adatok digitalizálásához szükséges volt egy geoinformatikai szoftver (ArcView GIS). A tavaszi mérésből származó valamennyi (mind a termikus környezetre, mind a látogatókra vonatkozó) adatot az emberek elhelyezkedését jelölő markerekhez kapcsoltuk ID számaik és a felvételezés félórás periódusának megfelelően. A programbeli integrált adatkezelés elősegítette az adatok analízisét, valamint az eredmények szemléletes megjelenítését.

Ennek köszönhetően a látogatottságot nemcsak összességében ábrázolhatjuk, hanem bemutathatjuk bármiféle objektív (mérési nap, időszak, mért meteorológiai paraméter és számított termikus komfortérzet) vagy szubjektív (nem, kor, pozíció, aktivitás, ruházat) jellemző szerinti bontásban. Ezáltal a különböző csoportok tér- és időbeli jelenléte, valamint az egyes alterületek mikrometeorológiai viszonyoktól függő igénybevétele könnyen elemezhetővé válik. A program lehetővé teszi, hogy az egyes látogatókat elhelyezkedésük vagy a hozzájuk tartozó adathalmaz bármely eleme szerint leválogassuk, ezáltal segítve az ezt követő statisztikai feldolgozást.

A 7. és 8. ábrák világosan illusztrálják, hogy a kapott térképek milyen nagymértékben megkönnyíthetik a statisztikai eredmények értelmezését. Az ilyen területhasználati térképekkel kombinált grafikonok ugyanis sokkal kifejezőbbek, mint a pusztán önmagukban álló, grafikus illusztráció nélküli statisztikai mérőszámok. Eme illusztrációknak igen nagy súlyuk lehet a várostervezőkkel, -rendezőikkel történő – a komfortosabb köztéri területek, élhetőbb városi környezet kialakításáról szóló – megbeszélések során.

3. A komplex humánkomfort vizsgálatok értékelése és jövője

3.1. Tovább lépés Szegeden

A bemutatott metodológia (terepi és adatfeldolgozási módszertan) számos további lehetőséget rejt magában, ezért érdemesnek láttuk a vizsgálatsorozat kiterjesztését mind térben, mind időben. Ez egyrészt a meglévő mintaterületen megismételt újabb vizsgálatokban, másrészt a vizsgálatba bevont mintaterületek körének bővítésében nyilvánult meg. Az eddigi módszerek szubjektív részről kérdőívekkel, objektív oldalról mobil mikro-bioklimatológiai állomással kivitelezett helyszíni mérésekkel egészültek ki.

A mozgatható állomásnak köszönhetően lehetőségünk van a hőérzetet befolyásoló meteorológiai paraméterek több pontban történő rögzítésére. Kis-, illetve közepes méretű városi terek vagy parkok esetén így

rövid (1 órás), egymást követő időperiódusokban felmérhetjük az egész területet, majd az adatok bedigitálásával a korábban vázolt programban ún. hőérzet-térképeket szerkeszthetünk, így sokkal árnyaltabb képet kaphatunk egy-egy terület komfortviszonyairól.

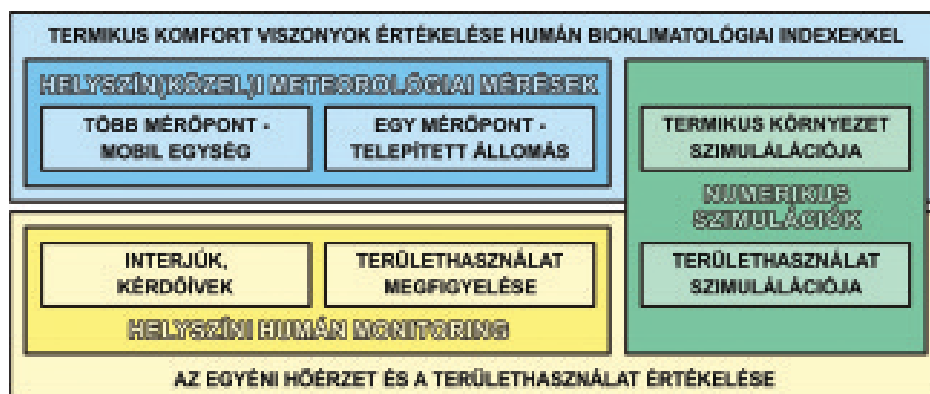
A területhasználat korábban vázolt megfigyelésén kívül az irányított beszélgetéseknek köszönhetően részletesebb kép rajzolódik ki a terület által az egyes emberekben kiváltott emocionális reakciókról. A kérdések köre, melyekre választ remélünk, igen tág. Pl. „Milyen érzetet kelt a látogatóban a mintaterület kialakítása, az általa nyújtott esztétikai élmény? Miként vélekednek az egyes emberek annak megközelíthetőségéről, funkciójáról? Változtatnának-e valamit a területen, hogy kellemesebb környezettel szolgáljon?” stb.

Ezen felül, a látogatók nyilatkoznak aktuális hőérzetükről (Actual Sensation Vote – ASV), általános komfortérzetükről is, s a kérdőív segítségével felmérjük az ezek háttérében álló személyes tényezőket (nem, kor, súly, magasság, ruházat, aktivitás, pozíció). Utóbbiak, illetve az interjúalany közvetlen közelében mért meteorológiai paraméterek alapján előállítjuk a kérdezett személy hőérzetének saját paraméterei alapján számított objektív mérőszámát (PMV). A szabadtéri termikus komfort háttérében álló számos hatótényezőre, illetve folyamatokra fény derülhet a hőérzet objektív és szubjektív mérőszámának eltérései (PMV vs. ASV), illetőleg ezek egyéb felmért szubjektív jellemzőkkel (egészségi állapot, állóképesség, hangulat, kultúra, területen tartózkodás oka) történő összevetése alapján.

3.2. Áttekintés, kitekintés

Az eddigiek során tárgyalt konkrét (már kivitelezett vagy még folyamatban lévő) szegedi vizsgálatok után végezetül visszatérünk a téma általános áttekintéséhez, összegzéséhez. A 9. ábra a mikroléptékű humánkomfort vizsgálatok leggyakrabban alkalmazott módszertani csoportjait szemlélteti napjaink jellemző nemzetközi irányvonalainak megfelelően.

Objektív oldalról megközelítve a kérdést, egy adott környezet termikus komfortviszonyainak (vagy



9. ábra. Komplex termikus humánkomfort vizsgálatok főbb módszertani elemei

stresszviszonyainak) értékeléséhez olyan mutatószámokat számítunk, melyek képesek a légköri viszonyoknak az emberi szervezet hőszabályozási rendszerére kifejtett (fiziológiai válaszokat kiváltó) hatásainak leírására. Az ehhez szükséges meteorológiai alapadatokat általában a helyszínen mérjük, vagy a kiválasztott területhez legközelebb eső telepített automata adatbázisából töltjük le.

A mérések önmagukban történő alkalmazásával pusztán objektíven, egy standard személyre vonatkoztatva értékelhetjük a kültéri (vagy épp beltéri) környezet termikus viszonyait. Az uralkodó mikro-bioklimatikus jellemzőket, valamint ezek időbeli és térbeli változékonyságát különféle grafikonokkal vagy hőérzet-térképekkel szemléltethetjük. Hiteles hőérzettérképek elkészítéséhez azonban szükséges a terület több pontján mért meteorológiai adathalmaz, amihez csak mobilizálható műszeregyüttes által juthatunk.

Mobil mérőműszert alkalmazó humánkomfort kutatások több városban is folynak napjainkban rekreációs célú közterületeken (*Nikolopoulou and Lykoudis 2006, 2007, Knez and Thorsson 2006, 2008, Mayer 2008*). A városi terek, illetve parkok ugyanis jelentős mértékben javíthatják a városlakók életminőségét, attól függően, hogy megfelelő viszonyokkal szolgálnak-e a fel-frissüléshez. E kérdés megválaszolásához azonban nem elegendő a vizsgált terület termikus viszonyainak pusztán objektív értékelése, emellett minél pontosabb és több információval kell rendelkezniünk az adott terület látogatottságáról, illetve magukról a látogatókról is.

A megfigyelés alapú humán monitoring lehetővé teszi az emberi reakciók helyszín-, illetve időjárásfüggő tanulmányozását, melynek segítségével a várostervezés, -rendezés gyakorlatában hasznosítható összefüggésekre világíthatunk rá. Több ilyen terület adott időszakra vonatkozó hőérzettérképeinek és látogatottsági mintázatainak az összevetése által kimutatható a köztük lévő kapcsolat erőssége, így rögtön szemléltethető milyen területhasználatot eredményez egy-egy terület megfelelő vagy épp előnytelen kialakítása a rajta kialakuló mikro-bioklimatikus viszonyok folytán.

A helyszínen időző emberekkel folytatott interjúk (kitöltött kérdőívek) alapján számos olyan személyes tényezőre deríthetünk fényt, melyek az emberek viselkedésének és területhasználatának eltérő mintázataihoz vezetnek különböző termikus viszonyok esetén. Az interjúalanyok szubjektív hő-, illetve komfortérzetét, általános közérzetét és hangulatát összevetve a termikus környezet (az interjú ideje alatt, a kérdezett személy közvetlen közelében) mért értékeivel, ugyancsak érdekes következtetésekre juthatunk. Bár a látogatók kérdőíves formában való felmérésével egységnyi idő alatt sokkal kevesebb emberről szerezhetünk információkat, viszont az így gyűjtött adatok sokkal többértékeket, feldolgozásuk több lehetőséget rejt magában.

Nem ejtettünk még szót cikkünkben a pusztán objektív vizsgálatok egy igen jelentős oldaláról, a termikus komfortviszonyoknak az őket befolyásoló paraméterek (lég hőmérséklet, légnedvesség, szél, sugárzási viszonyok) numerikus szimulációja alapján történő értékeléséről, mely az alkalmazott városi humán bioklimatológia egyik legjelentősebb irányvonalaként szerepel külföldön. Ilyen vizsgálatok során létező vagy fiktív városi környezeteket részletes, 3 dimenziós modellterületeit készítjük el, s eme modellkörnyezetben futtatjuk le a meteorológiai (és komfortviszonyokat jelző) paraméterek szimulációját adott időszakra (pl. az év legforróbb napjára).

Egy-egy pontra vonatkozó futtatásokat a korábban említett RayMan szoftverrel végezhetünk (*Matzarakis et al. 2007*), melyeknek nagy előnye, hogy a modellkörnyezet felépítése egyszerű (az épületek, és a fás vegetáció paramétereit, továbbá a terepviszonyokra vonatkozó adatokat tartalmazza), s hosszabb időszak adatsorait is gyorsan előállítja. Ezzel szemben az ENVI-met (*Bruse 2003*) szoftver (az előbbinél sokkal több paraméterre kiterjedő) modellkörnyezetének felépítése hosszabb időt vesz igénybe, s a futtatási idő akár több napig is eltarthat. Ez az ára ugyanis annak, hogy az igen részletes 3 dimenziós modellterület minden egyes cellájára az egyes meteorológiai paraméterek komplett adatsorával rendelkezünk, melyek a szomszédos cellák értékeivel kölcsönhatásban fejlődnek ki a szimulált időszakban.

Várostervezési szempontból nagyon nagy jelentősége van ennek a szimulációs lehetőségnek, hisz még a konkrét javaslatok (pl. felszínborítás megváltoztatása, új épület felépítése, különböző fajtájú fasorok ültetése) megvalósítása előtt „leellenőrizhetők” és összehasonlíthatók azok mikro-bioklimatikus viszonyokra kifejtett hatásai. A terepen töltött vizsgálati időt jelentősen lerövidíthetik a jövőben az olyan modellfuttatások (BOTworld), melyek a termikus viszonyok függvényében kialakuló területhasználat szimulálására tesznek erőfeszítéseket (*Bruse 2002, 2009, Dostal et al. 2009*).

Cikkünk zárásaként valamennyi, az alkalmazott városklimatológia területén dolgozó, humán bioklimatológiával foglalkozó szakember nevében kijelenthetjük: célunk az olyan – meglévő vagy csak terv szintjén létező – városi struktúrák feltárása, melyek az ott élők számára optimális termikus viszonyokkal szolgálnak, elősegítik, illetve fokozzák a városi közösség tagjainak szociális érintkezését és szabadtéri aktivitását, teret nyújtanak rekreációra, egyszerűen javítják a városi élet minőségét.

Köszönetnyilvánítás. A kutatást az OTKA (K-67626) és a TÁMOP-4.2.1/B-09/1/KONV-2010-0005 támogatta.

Irodalom

- Bruse M, 2002. Multi-Agent Simulations as a tool for the assessment of urban microclimate and its effects on pedestrian behaviour. Proceedings of the iEMSs Conference 2002, Lugano, 6 p
- Bruse M, 2003. Stadtgrün und Stadtklima – Wie sich Grünflächen auf das Mikroklima in Städten auswirken. LÖBF-Mitteilungen 1: 66–70
- Bruse M, 2009. Analysing human outdoor thermal comfort and open space usage with the Multi-Agent System BOTworld, The 7th International Conference on Urban Climate ICUC-7, 29 June–3 July 2009, Yokohama, Japan, 4 p
- Dostal P, Katzschner A, Bruse M, Huttner S, 2009. Quantifying the human thermal heat-stress in central european cities with BOTworld and on site-interviews as analysing tools to estimate the thermal sensation of pedestrians. The 7th International Conference on Urban Climate ICUC-7, 29 June–3 July 2009, Yokohama, Japan, 4 p
- Gál T, Kántor N, Unger J (témavezető), 2008. Egy belvárosi zöld terület látogatottsága a termikus viszonyok függvényében a szegedi Ady tér példáján. Egyetemi Meteorológiai Füzetek 22, ELTE Meteorológiai Tanszék, Budapest: 146–149
- Gulyás Á, Unger J, Balázs B, Matzarakis A, 2003. Analysis of the bioclimatic conditions within different surface structures in a medium-sized city (Szeged, Hungary). Acta Climatologica et Chorologica Univ. Szegediensis 36–37: 37–45
- Gulyás Á, Unger J, Matzarakis A, 2004. A városi környezet mikroklimatikus jellemzőinek bioklimatológiai szempontú elemzése Szeged példáján. 2. Magyar Földrajzi Konferencia, Szeged CD-ROM ISBN 963-482-687-3
- Gulyás Á, 2005. Differences in human comfort conditions within a complex urban environment: A case study. Acta Climatologica et Chorologica Univ. Szegediensis 38–39: 71–84
- Gulyás Á, Unger J, Matzarakis A, 2006. Assessment of the microclimatic and thermal comfort conditions in a complex urban environment: modelling and measurements. Build. Environ. 41: 1713–1722
- Gulyás Á, Unger J, 2009. A humán bioklimatikus viszonyokra gyakorolt városi módosító hatások. In: Szabó V, Fazekas I (szerk): Települési környezet: 167–172
- Gulyás Á, Matzarakis A, Unger J, 2009. Differences in the thermal bioclimatic conditions on the urban and rural areas in a Southern Hungarian city (Szeged). Berichte des Meteorologischen Instituts der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg 18: 229–234
- Gulyás Á, Unger J, 2010. Különböző léptékű humán komfort vizsgálatok Szeged példáján. In Unger J (szerk.): Geoszférák 2009. A Szegedi Tudományegyetem Földtudományok Doktori Iskolájának eredményei. GeoLittera, SZTE TTIK Földrajzi és Földtani Tanszékcsoport, Szeged: 151–192
- Gulyás Á, Matzarakis A, Unger J, 2010. Comparison of the urban-rural comfort sensation in a city with warm continental climate. Ber Meteor Inst Albert-Ludwigs-Univ Freiburg 20: 473–478
- Höppe P, 2002. Different aspects of assessing indoor and outdoor thermal comfort. Energy Build. 34: 661–665
- Kántor N, Unger J, Gulyás Á, 2007. Human bioclimatological evaluation with objective and subjective approaches on the thermal conditions of a square in the centre of Szeged. Acta Climatologica et Chorologica Univ. Szegediensis 40–41: 47–58
- Kántor N, Gulyás Á, Unger J, 2008. Humánkomfort-vizsgálatok Szegeden. VI. Kárpát-medencei Környezettudományi Konferencia (Debrecen, 2008. március 28–29.) kiadványa – II. kötet, 355–361
- Kántor N, Gulyás Á, Unger J, 2009a. A térinformatika alkalmazási lehetőségei a szabadterei humánkomfort-vizsgálatok során. In: Szabó V, Fazekas I (szerk): Települési környezet: 265–271
- Kántor N, Égerházi L, Gulyás Á, Unger J, 2009b. Attendance of a green area in Szeged according to the thermal comfort conditions. Acta Climatologica et Chorologica Univ. Szegediensis 42–43: 57–66
- Kántor N, Égerházi L, Gulyás Á, Unger J, 2009c: The visitors' attendance on a square according to the thermal comfort conditions – case study in Szeged (Hungary). Proceed of the Seventh Int. Conference on Urban Climate, Yokohama, Japan
- Kántor N, Gulyás Á, Égerházi L, Unger J, 2009d. Objective and subjective aspects of an urban square's human comfort – case study in Szeged (Hungary). Berichte des Meteorologischen Instituts der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg 18: 241–246
- Kántor N, Gulyás Á, Gál T, Unger János, 2009e. Humán bioklimatikus komfortvizsgálatok – Parktervezés tudományosan. Élet és Tudomány 2009/13: 394–397
- Knez I, Thorsson S, 2006. Influences of culture and environmental attitude on thermal, emotional and perceptual evaluations of a square. Int. J. Biometeorol. 50:258–268
- Knez I, Thorsson S, 2008. Thermal, emotional and perceptual evaluations of a park: Cross-cultural and environmental attitude comparisons. Build. Environ. 43:1483–1490
- Lee DO, 1979. The influence of atmospheric stability and the urban heat island on urban-rural wind speed differences. Atmos. Environ. 13:1175–1180
- Matzarakis A, Rutz F, Mayer H, 2007. Modelling radiation fluxes in simple and complex environments – application of the Ray-Man model. Int. J. Biometeorol. 51:323–334
- Mayer H, 2008. KLIMES – a joint research project on human thermal comfort in cities. Berichte des Meteorologischen Instituts der Albert-Ludwigs Universität Freiburg 17:101–117
- Nikolopoulou M, Steemers K, 2003. Thermal comfort and psychological adaptation as a guide for designing urban spaces. Energy Build. 35:95–101
- Nikolopoulou M, Lykoudis S, 2006. Thermal comfort in outdoor urban spaces: Analysis across different European countries. Build. Environ. 41:1455–1470
- Nikopoulou M, Lykoudis S, 2007. Use of outdoor spaces and microclimate in a Mediterranean urban area. Build. Environ. 42: 3691–3707
- Nunez M, Oke TR, 1977. The energy balance of an urban canyon. J. Appl. Meteorol. 16:11–19
- Probáld F, 1981. A városi levegőkörnyezet humánkomfortjának tervezése. In: Szepesi D (szerk): A levegőkörnyezet tervezése. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 155–197
- Thorsson S, Lindqvist M, Lindqvist S, 2004. Thermal bioclimatic conditions and patterns of behaviour in an urban park in Göteborg, Sweden. Int. J. Biometeorol. 48:149–156
- Unger J, 1995. Szeged városklímájának bioklimatológiai értékelése. Légekör 40:29–33
- Unger J, 1999. Comparisons of urban and rural bioclimatological conditions in the case of a Central-European city. Int. J. Biometeorol. 43, 139–144
- Unger J, Gulyás Á, Matzarakis A, 2005. Eltérő belvárosi mikrokörnyezetek hatása a humán bioklimatikus komfortérzetre. Légekör 50, 9–14.
- Unger J, Kántor N, Gulyás Á, Gál T, 2008. Thermal comfort investigation of an urban square in summer. In Klysik K, Wibig J, Fortuniak K (eds): Klimát I bioklimat miast (Urban climate and bioclimate). Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Katedra Meteorologii i Klimatologii, Łódź, Poland, 179–190.
- VDI 3787, 1998. Methods for the human-biometeorological assessment of climate and air hygiene for urban and regional planning. – Part I: Climate. VDI guideline 3787. Beuth, Berlin, 29 p
- WMO, 1992. Climatic impacts and applications. No. 726, Chapter 6, 72–80

ÉVFORDULÓK – 2010

ANNIVERSARIES IN 2010

Mezősi Miklós

Országos Meteorológiai Szolgálat, 1525 Budapest, Pf. 38., mezosi.m@met.hu

Összefoglalás. A beszámoló megemlékezik a 150, illetve 100 éve született, egykori neves kollégáinkról.

Abstract. The report is devoted to the memory of those noted former colleagues, who were born 150 and 100 years ago, respectively.

150 éve született

Róna Zsigmond

Turdosin (Árva vm.), 1860. december 13.–Budapest, 1941. október 22.

Előrejelző, klimatológus, éghajlati szakértő, igazgató, a Magyar Meteorológiai Társaság alapítója és első elnöke, kiadványszerkesztő

Matematika-fizika tanári oklevél birtokában 1888-ban lép az OMFI állományába, ahol 1890-től kezdve naponta készíti „táblázatos időjelentést” 27 hazai és 27 külföldi állomás megfigyelései alapján. Ő a Prognózis Osztály első vezetője; 1894-től adjunktus, 1899-től pedig aligazgató, *Konkoly-Thege Miklós* helyettese, [kortársi vélemények szerint] szinte „a jobb keze”. 1909-ben királyi tanácsos, 1912-ben Ferenc József király kinevezi igazgatóvá. Megindítja a hazai magaslégköri (aerológiai) kutatásokat: 1912-ben létrehozza az Aerológiai Osztályt *Marczell György* vezetésével. 1913. január 3-án bocsátják fel az első műszeres léggömböt, „ballonszondát”; a mérések azonban 1914-ben megszakadnak az I. világháború kitörése miatt. Igazgatói működésének nagyobbik részét beárnyékolja a háború és annak politikai, valamint gazdasági következményei: a trianoni békeszerződés az ország területét harmadára csökkenti s ezzel arányosan leépül a megfigyelőhálózat is. Emiatt – Róna kiváló képességei ellenére – a háborút követő években a magyar meteorológia (is) visszafejlődik. Róna elmélyült, lelkiismeretes éghajlatkutató és tudós, a hazai klimatológiai irodalom megindítója. Legfontosabb munkái: „A légnymás a Magyar Birodalomban 1861-től 1890-ig” (1897), „A hőmérséklet évi menete Magyarországon” (1900), és „Magyarország hőmérsékleti viszonyai” (1904, Fraunhofferrel közösen), továbbá az éghajlatkuta-

tásban határkövet jelentő kétkötetes munkája „Éghajlat”, illetve „Magyarország éghajlata” címmel (1907/1909), amely hazánk első teljes körű éghajlati leírása. 1894-ben adják ki a megfigyelőhálózat észlelői számára írt első „Útmutató”-ját (amelyet további tíz követ). 1925-ben jelenik meg „A meteorológiai megfigyelések kézikönyve” című munkája. További 88 eredeti értekezés, 34 kisebb közlemény szerzője. Élete során számos állami kitüntetésben részesül (Ferenc József Rend lovagkeresztje és arany érdemkeresztje, Signum Laudis arany fokozata stb.). 1925-ben – javaslatára – megalakul a Magyar Meteorológiai Társaság (MMT), amelynek első elnökévé választják, és ezt a funkciót 15 éven át tölti be, amellet az IDŐJÁRÁS szerkesztője. Róna Zsigmond rendkívül szerény, puritán és önzetlen személy hírében állt: egyetlen cikkéért sem fogadott el tiszteletdíjat, és a szerkesztésért járó honoráriumot is az MMT-nek vagy jótékony célra adományozta. 1927-ben (67 éves korában) nyugdíjazták; 1941. október 22-én hunyt el Budapesten. Emlékét a Magyar Meteorológiai Társaság „Róna Zsigmond Ifjúsági Köre” őrzi. 1978-ban leánya, *Szabó Józsefné Róna Rózsa* alapítványt hozott létre édesapja emlékére; a Társaság az alapítvány kamatait évente fiatal, pályakezdő meteorológus(ok)nak ítéli oda, szakmai tevékenységük elismeréseként. 1979-től napjainkig 44 fő részesült a díjazásban.

100 éve született

Flórián Endre

Tolmács, 1910. április 19.–Budapest, 1984. augusztus 26.

Légelektromos, ionoszféra- és radioaktív mérések megindítója, kutató, szakíró

A Budapesti Tudományegyetemen szerzett mennyiségtan-természettan tanári oklevéllel 1934-ben lépett az OMFI szolgálatába, előbb mint észlelő, majd ÁDOB gyakornok. *Réthy Antal* igazgató rábízta a – két évtizede szünetelő – légelektromos mérések újraindítását, először a székházunk tornyában, majd a Felvidék 1938-as visszacsatolása után Ógyallán, még a *Konkoly-Thege Miklós* által létesített obszervatóriumban. Flórián 1942 februárban elhagyja Ógyallát és az OMFI-t is: egy hadiüzembe kerül, a Dunai Repülőgépgyárba, ahol előrejelzőként dolgozik, és az ott gyártott Me-210-es vadászgépek teljesítményértékelését végzi. E munkához Németországban kapott kiképzést és pilótavizsgát is kellett tennie. [A Messerschmitt Me-210 típusjelű kétmotoros gépet német licenz alapján gyártották hazánkban; összesen 272 db készült belőle]. A hadiüzemből azonban egy év múlva kilépett, és 1943 áprilisától már polgári alkalmazottként a Honvéd Légiórk Repülő Időjelző Központ

előrejelzője a budaörsi reptéren, részt vesz a magassági időjárás-felderítő repülésekben is. 1944-ben a mobil rádiószondázó egység katonája *Csaplak Andor* parancsnoksága alatt. A háború után 1945 májusától ismét Budaörsön szolgál, előrejelzőként, az OMFI állományában. 1948-ban doktorál „Az időjárás hatása a 20 méteres rádióhullámok terjedésére” című dolgozatával. 1950-ben kapott megbízást – közvetve a HM-től – a hazai ionoszféra-mérések megindítására. A pestlőrinci obszervatóriumban szinte a semmiből barkácsolta össze az első kísérleti berendezést, amellyel 1954-től megindultak a rendszeres, óránkénti mérések, majd kísérletei nyomán az Elektromechanikai Vállalat (EMV) 1955-re elkészíti a félautomata ionszondát. 1958-ban a Budapesti Rádiótechnikai Gyár (BRG) már egy teljesen automatizált berendezést szállít, s ezt kiállítja a *Briüsszeli Világkiállításon* is, ahol aranyérmert nyer; a típusból további 25 db készül exportra. A nemzetközi siker nyomán az EMV

mérnökei Kossuth-díjat kapnak, a kitüntetésből azonban Flórián sajnálatos módon kimarad. Az aranyérmes ionoszondát – amely 1964-től 1978-ig Békéscsabán is szolgált – jelenleg az OMSZ Múzeuma őrzi. 1954-ben Flóriánt megbízták a légköri radioaktivitás-mérések országos bevezetésével. Az alkalmazott mérési módszert a debreceni ATOMKI-től vette át, és előbb az Observatóriumban, majd a kijelölt főállomásainkon is megindultak a rendszeres méré-

sek. Ionoszféra témájú kandidátusi értekezését 1962-ben védte meg; akadémiai értekezése is elkészült, de megvédésére – szívbetegsége miatt – már nem került sor. 1970 decemberében nyugdíjazták; utána még évekig dolgozott akadémiai és OMSZ megbízásokon. 1984-ben hunyt el; szülőfalujában, Tolmácson helyezték végső nyugalomra. Az OMSZ, az MMT és más szervek 2000 júniusában emléktáblát helyeztek el Flórián Endre budai lakóházának falán.

100 éve született

Zách Alfréd

Budapest, 1910. augusztus 20.–Budapest, 2003. május 22.

Repülésmeteorológus, előrejelző, igazgatóhelyettes, igazgató, szervező, szakíró

Született meteorológus: már 10 éves korában otthoni meteorológiai állomást barkácsolt össze, bejárta az Intézetbe napijelentésekért, segített észlelni, cserkészként pedig megtanulta a különleges időjárás események megfigyelését. Két év katonai szolgálat után került egyetemre; földrajz szakos tanári diplomával 1936-ban vették fel az OMFI-ba, „kisegítő szakmunkás” beosztásba, bennlakásos észlelőnek. Ezek után gyorsan emelkedett a hivatali ranglétrán: 1939-ben „m. kir. kísérletügyi gyakornok”, majd asszisztens (1940), illetve adjunktus (1941). 1942-től Kolozsvárott repülésmeteorológus, ott szerzi meg doktorátusát is „*A felhőzet eloszlása Magyarországon*” c. dolgozatával. A háborús években repülésmeteorológusként szolgált, többnyire Budaörsön, részt vesz a meteorográfus magassági repülésekben is. 1945-ben Tóth Géza helyettese a Prognózis osztályon, 1948-ban pedig már annak vezetője. 1950-ben az OMI a Honvédséghez kerül Dési Frigyes alezredes parancsnoksága alatt, a HM ekkor Zách Alfrédot nevezi ki polgári helyettesének. Ezt a beosztását 20 éven át megtartja; felelősségi körébe tartozik a költségvetés, technikai eszközök beszerzése, beruházások irányítása. Felügyelete alatt épültek az OMI obszervatóriumai (Siófok, Martonvásár, Kecskemét, Keszthely, Kékestető, Bék-

csaba [ionoszféra], Szeged [rádiószondázó állomás]. Gondoskodott róla, hogy neves művészek alkotásai díszítsék új létesítményeinket (*Borsos Miklós, Kovács Margit*). Nevéhez fűződik a balatoni viharjelzés újraindítása 1951-ben, majd az egyedülállóan reprezentatív Siófoki Obszervatórium felépítése; (amelynek állítólagos „pazarló kiviteléért” feljelentették az akkori Országos Tervhivatalnál, de a vizsgálat tisztázta szerepét). Utolsó és egyben legnagyobb beruházása a Központi Előrejelző Intézet (KEI) felépítése volt a Tatabánya téren. Sok küzdelmet folytatott a tervezőkkel, majd kivitelezőkkel; elvileg Zách lett az új intézmény első igazgatója, azonban nem költözött ki, mert az építkezés csúszott, ő viszont közben nyugdíjba vonult. 1960-ban kandidátus „*Budapest borultsági viszonyai*” c. dolgozatával. Szívéigye volt a meteorológiai tudomány népszerűsítése: több száz írása jelent meg az Élet és Tudományban, a LÉGKÖR-ben és másutt. Lelkesen támogatta a még Konkoly-Thege Miklós által 1896-ban létesített, de a háború végén szinte megsemmisült Meteorológiai Múzeum újbóli felállítását. Számos kitüntetésben részesült; a jelentősebbek: Steiner Lajos Emlékérem (1963), MTESZ Díj (1975), Magyar Köztársaság Csillagrendje (1989), Schenzl Guido Emlékérem (1996).

100 éve született

Fáthy [Fábiánics] Ferenc

Újpest, 1910. december 24. – Budapest, ????

Éghajlatkutató, előrejelző, agrometeorológus, fizikus

Mennyiségtan-természettan szakos tanári diplomával 1937-ben lépett az OMFI szolgálatába; elsőként az Éghajlatkutató, majd – széles körű nyelvismerete folytán – az Elnöki Osztályon tevékenykedett. Részt vett az esti prognózisok készítésében, helyettesített a Csapadékhálózati Osztályon is. A Felvidék visszatérése (1938) után az Ógyallai Obszervatóriumba helyezték. 1943-ban „agrometeorológiai ösztöndíj” keretében Rómában doktorált (a felhők szerkezetével foglalkozó dolgozatával), olyan jó eredménnyel, hogy az olaszok egy évvel meghosszabbították ösztöndíját. 1944-ben itthon megbízták az Agrometeorológiai Osztály vezetésével.

1950-ben, amikor az OMFI a Honvédelmi Minisztérium [HM] felügyelete alá került, a HM személyzeti vezetője nagyon kedvezőtlen minősítést adott Fáthyról [„*Klerikális beállítottságú, párnapokon részt nem vesz... Ellenségesen viselkedik minden felvilágosító munkával szemben. A munkáján és a valláson kívül semmi nem érdekli*”]. Ezután Fáthyt az Intézetből elbocsátották, később Gyulai Zoltán fizika professzor mellett tűnt fel a Debreceni Egyetemen, ahol mint adjunktus tűrkristályok szakítószilárdságát vizsgálta. 1952-ben beválasztották az Eötvös Loránd Fizikai Társulat Választmányába is. További sorsát nem ismerjük.

Irodalom

- Ambrózy, P. és Kozma Fné., 1985: Interjú dr. Zách Alfréddal. *Légkör* 30(1).
Csaplak, A. és Simon, A., 1985: Flórián Endre, 1910–1984. *Időjárás* 89, 53.
Flórián, E., 1970: A légköri elektromosság és az ionoszféra kutatásának története; In: Fejezetek a magyar meteorológia történetéből 1870–1970. OMSZ, Bp.

- Gyuró, Gy., 1989: A Róna Zsigmond Alapítvány 20 éves. *Légkör* 43(4), 4.
Mersich, I., 2003: Dr. Zách Alfréd ny. igazgató 1910–2003. *Légkör* 48(3).
Réthly, A., 1942: Róna Zsigmond (1860–1941). *Időjárás* 46,
Simon, A., 1984: Flórián Endre 1910–1984. *Légkör*, 29(4).
Simon Antal, 2004: Magyarországi meteorológusok életrajzi lexikonja. OMSZ – Bp.
Zách, Alfréd, 1961: Dr. Róna Zsigmond; *Légkör*, 6(4).

KISLEXIKON POCKET ENCYCLOPAEDIA

Tóth Katalin

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

Biohőmérséklet a növényi zónák kialakulására és jellemzésére Holdridge által 1947-ben bevezetett index. Értéke megegyezik a 0 Celsius-fok fölötti hőmérséklet értékekkel. A 0 Celsius-fok alatti hőmérséklet a számítások során 0 Celsius-foknak tekinthető, mivel fagyponthoz alatti vegetáció nyugvó állapotban van. Holdridge feltételezése szerint a növényi zónák nem a tengerszint feletti magasság függvényében jönnek létre, hanem a biohőmérséklet függvényében (Ács F., Breuer H., Szelepcsényi Z. és Kozma I.: *Köppen és Holdridge éghajlati osztályozásának összehasonlító vizsgálata egy globális léptékű adatbázison*).

Evapotranszpiráció a talaj és a növényzet együttes párolgása/párolgatatása. Az evaporáció és a transzspiráció szavak összevonásából származik. Az evaporáció a különböző élettelen felületek passzív párolgása, a transzspiráció a növények aktív párolgatatása (Ács F., Szelepcsényi Z., Breuer H.: *Köppen és Thornthwaite éghajlat-osztályozásának összehasonlító vizsgálata egy globális léptékű adatbázison*).

Éghajlat-osztályozás, klímaklasszifikáció a földi éghajlatok besorolása egymással érintkező régiók rendszerébe, amelyben a régiók mindegyike az éghajlati elemek viszonylagos egyöntetűsége alapján határozható el. Az első éghajlati osztályozást az ókori görögök végezték. A modern osztályozások alapja különböző növényföldrajzi térképek. A legismertebb osztályozások Köppen, Thornthwaite, Trewartha és Alsizov nevéhez kapcsolódnak. Az éghajlatváltozás vizsgálatának előterbe kerülésével a Köppen-Geiger osztályozás terjed (Ács F., Szelepcsényi Z. és Breuer H.: *Köppen és Thornthwaite éghajlatosztályozásának összehasonlító vizsgálata egy globális léptékű adatbázison*).

Geoinformatika az a tudomány, illetve technológia, amely térbeli információk szerkezetével, jellemzésével, osztályozásával foglalkozik. Feladatai közé tartozik az adatok tárolása, rendszerezése, illetve felhasználóbarát megjelenítő rendszerek kifejlesztése, például dom-

borzatmodell, ortofotó, jármű-navigációs adatbázisok elkészítése. Számos társtudomány kapcsolódik a geoinformatikához, többek között a térképészet, a geodézia, a távérzékelés, a GPS technológiák és a fotogrammetria (Kántor N., Gulyás Á. és Unger J.: *Komplex humánkomfort vizsgálatok városi környezetben II. rész*).

Hipotalamusz a központi idegrendszernek egy viszonylag kis része, ugyanakkor életfontosságú agyterület, több alapvető életfolyamat szabályozásában is részt vesz. Sajátos receptorsejtjei érzékelik a rajta átáramló vér változásait, például annak hőmérsékletét, a hormonok mennyiségét vagy az ozmotikus nyomást. Ennek következtében közreműködik többek között a testhőmérséklet szabályozásában, a testfolyadékok viszonylagosan állandó összetételének biztosításában, de még az érzelmi élet alakításában is (Kántor N., Gulyás Á. és Unger J.: *Komplex humánkomfort vizsgálatok városi környezetben I-II. rész*).

Komfortindex, humánkomfort index: a klimatológiában használt mérőszám, amely az emberi környezeti érzet szempontjából fontos meteorológiai elemekből, esetleg az emberre jellemző paraméterekből képzett dimenzió nélküli, esetleg dimenziós mennyiség. Ez utóbbi esetben sokszor fizikai tartalom nélkül. Az indexek alkalmasak az adott környezetben kialakuló érzet vagy fiziológiai terhelés értékelésére (Kántor N., Gulyás Á. és Unger J.: *Komplex humánkomfort vizsgálatok városi környezetben I-II. rész*).

Ökoszisztéma a növény- és állatársulások, valamint élettelen környezetük teljes kapcsolatrendszere, beleértve a biológiai, kémiai és fizikai folyamatok összességét is. Önszabályozás és sajátos faji összetétel jellemzi. A fontosabb növényzeti típusok és élőviláguk egy-egy ökoszisztémának felelnek meg (például sivatag, tundra, mocsár, trópusi esőerdő stb.). Ezek sora alkotja a bioszférát (Ács F., Breuer H., Szelepcsényi Z. és Kozma I.: *Köppen és Holdridge éghajlati osztályozásának összehasonlító vizsgálata egy globális léptékű adatbázison*).

A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG HÍREI NEWS OF MMT – HUNGARIAN METEOROLOGICAL SOCIETY

Balogh Beáta

Országos Meteorológiai Szolgálat, 1675 Budapest Pf. 39., balogh.b@met.hu

Rendezvényeink 2010. április 1.–szeptember 30.

Our programmes 1 April–30 September 2010

Április 13.

Hetesi Zsolt: A növekedés szerepe és belső kapcsolata a klíma és fenntarthatóság viszonyában (Róna Zsigmond Ifjúsági Kör rendezvénye)

Április 19.

Éghajlatváltozás fizikus szemmel – Rácz Zoltán: Klímaváltozás és az idomított ész kritikája; **Jánosi Imre:** Előrejelzés és döntéshozatal: mennyit segítenek a tudományos módszerek? (A Légekördinamikai Szakosztály rendezvénye)

Április 20.

Tóth Zsombor: Egy vidéki világváros (A Szombathelyi Csoport rendezvénye)

Április 27.

Puskás János: Konferenciákkal a Föld körül (A Szombathelyi Csoport rendezvénye)

Április 29.

Klímaügy és a meteorológusi tudományos közösség. Vitaülés – **Major György:** Felvezetés; **Maller Aranka:** A nem meteorológus szakemberek meteorológiailag nem korrekt véleményére történő reagálást vizsgáló felmérés eredményei; **Czelnai Rudolf:** Vitaindító előadás a meteorológusok közötti véleményekről, más tudományterületek képviselői közötti véleményekről, a politika és az etika szerepéről stb.; Kérdések, hozzászólások

Május 4.

Kristóf Gergely: A skálaadaptív modellezés kérdéseiről; **Gál T., Unger J., Rakonczai J., Mucsi L., Szatmári J., Tobak Z., van Leeuwen B., Fiala K:** Kapcsolat a lég- és felszínhőmérséklet között városi környezetben; **Kántor N., Égerházi L., Gulyás Á., Unger J.:** Terület-használat vs. humán komfort városi környezetben: egy szegedi mintaterület igénybevétele a termikus komfortviszonyok függvényében; **Dobi Ildikó:** Beszámoló a városklímával kapcsolatos tevékenységekről (Az Agro- és Biometeorológiai Szakosztály rendezvénye)

Május 6.

A Magyar Meteorológiai Társaság Tisztújító Közgyűlése.

A közgyűlés megnyitása, határozatképesség megállapítása, határozatképeltelenség esetén előadás tartása; Mészáros Ernő ismerteti „A levegő megismerésének története” című könyvét; Az újra összehívott közgyűlés megnyitása, jegyzőkönyvvezető és hitelesítők felkérése; A 2010. évi társasági díjak átadása; Közhasznúsági jelentés 2009-ről és a 2010-es költségvetés; Főtitkári beszámoló; Az Ellenőrző Bizottság jelentése; Vita, Szavazás, Tisztújítás, A közgyűlés bezárása

Május 11.

Küti Zsuzsanna: A párizsi történelem helyszínei (A Szombathelyi Csoport rendezvénye)

2010 NYARÁNAK IDŐJÁRÁSA

WEATHER OF SUMMER 2010

Németh Ákos

Országos Meteorológiai Szolgálat, 1525 Budapest, Pf. 38.; *nemeth.a@met.hu*

Júniusban az ilyenkor szokásosnál kissé melegebb volt. A havi középhőmérséklet országszerte általában 18 és 21 fok között alakult. A magasabb értékeket az ország déli részén, illetve a főváros térségében találjuk. Középhegységeinkben ugyanakkor ennél kissé hűvösebb volt, a Mátrában például a havi középhőmérséklet nem érte el a 14 fokot. A pozitív hőmérsékleti anomália hazánk jelentős részére jellemző volt, mértéke azonban nem volt jelentős, általában nem érte el a másfél fokot. Az ország egyes pontjain mindeközben kevéssel az átlagos érték alatt maradt a havi középhőmérséklet. Bár összességében június a szokásosnál kissé melegebb volt, a kűszöbnapok tekintetében nagyjából megfelelt a sokévi átlagnak.

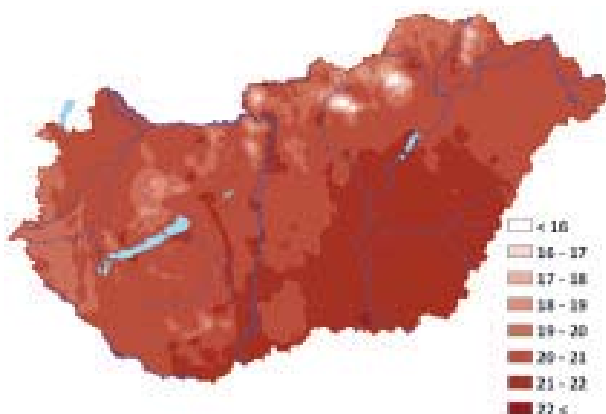
A nyári napok száma 14 volt a szokásos 15-tel szemben; a hőségnapok száma 5 volt szemben az ilyenkor megszokott 3 nappal.

24 óra alatt lehullott maximális csapadék:

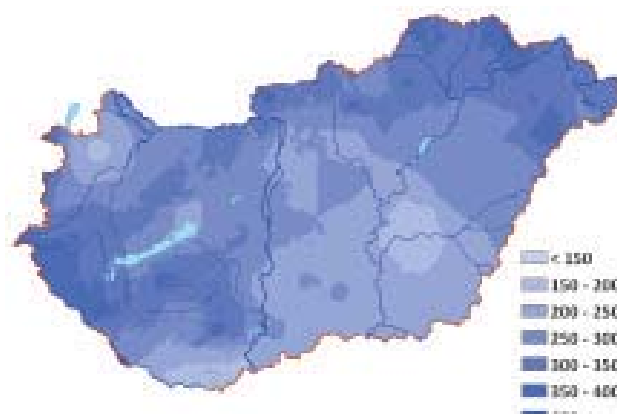
158,3 mm, Kurd (Tolna megye), június 21.

Júliusban a középhőmérsékletek havi átlaga az ország nagy részén 21 és 24 fok között volt. Középhegységeink magasabb régióiban ugyanakkor a 15 fokot sem érte el a középhőmérséklet. A legmelegebb ebben a hónapban is az Alföld déli részén, az Alsó-Tisza-vidéken volt. A júliusi középhőmérséklet hazánk teljes területén meghaladta a sokévi átlagot. A pozitív anomália északnyugaton elérte a 3 fokot, míg az ország déli és északkeleti részén helyenként mindössze 0,5–1 fok volt.

Ebben a hónapban országosan a sokévi átlag szerint 21 nyári, 8 forró nap szokott előfordulni. Ezzel szemben 2010. júliusában országosan 24 nyári, 13 forró és 1 hőségnapot regisztráltak. Mindez megerősíti, hogy a hónap az átlagosnál melegebb volt.



1. ábra. A nyár középhőmérséklete °C-ban



2. ábra. A nyár csapadékösszege mm-ben

A hónap során mért legmagasabb hőmérséklet:

35,8 °C Kelebia (Bács-Kiskun megye) június 12.

A hónap során mért legalacsonyabb hőmérséklet:

5,3 °C Zabar (Nógrád megye) június 6.

Az első nyári hónapban a szokásosnál több csapadék hullott. A csapadék havi összege általában 100 és 200 mm között volt. 100 mm alatti csapadékot mértek a Körösök mentén, illetve a Mátraalján és a Bükkalján. A Mecsekben és a Külső-Somogy egyes részein mindeközben a 200 mm-t is meghaladta a havi csapadék összege. A csapadékanomáliát vizsgálva megállapítható, hogy a Körösök mentén, illetve a nyugati határszélen átlag körüli, vagy kevéssel az alatti volt a csapadékösszeg. A középső országrészben ugyanakkor az átlagos mennyiség kétszeresét, sőt helyenként a háromszorosát is mérték. Júniusban országszerte az 5-től 12-ig tartó pár napot kivéve gyakorlatilag minden nap volt csapadék. A legtöbb eső a hónap első napjaiban hullott, a másodmaximum 16. és 21. között volt.

A hónap legnagyobb csapadékösszege:

293,1 mm, Szálka (Tolna megye)

A hónap legkisebb csapadékösszege:

46,6 mm, Szarvas (Békés megye)

A hónap során mért legmagasabb hőmérséklet:

36,8 °C Paks (Tolna megye) július 17.

A hónap során mért legalacsonyabb hőmérséklet:

7,4 °C Zabar (Nógrád megye) július 9.

Júliusban a havi csapadékösszegek igen tág határok között, általában 20 és 200 mm között alakultak. A legtöbb csapadék (100 mm felett) Északkelet-Magyarországon, illetve a Vasi-hegység térségében volt. Különösen kevés csapadék hullott mindeközben a Balaton-felvidéken, a Rábaközben, valamint a Maros vidékén. A havi csapadékösszegek az ország nagyobbik részén meghaladták az ilyenkor szokásos értékeket. Az északkeleti országrészben a sokévi átlag kétszeresét, de a Nyírségben helyenként a négyszeresét mérték. A Dunántúl középső részén ugyanakkor a havi csapadékösszeg nem érte el a szokásos mennyiség felét. Országos átlagban, júliusban mindössze két nap volt, amikor nem hullott csapadék. Különösen a hónap második felében volt országos átlagban is jelentősebb csapadéktevékenység. A csapadék maximuma 24-én és 25-én volt, ekkor átlagosan 12–14 mm csapadékot mértek naponta.

A hónap legnagyobb csapadékösszege:

254,2 mm, Nyírlugos (Szabolcs-Szatmár-Bereg megye)

A hónap legkisebb csapadékösszege:

14,1 mm, Magyarcsanak – Bökény (Csongrád megye)

24 óra alatt lehullott maximális csapadék:

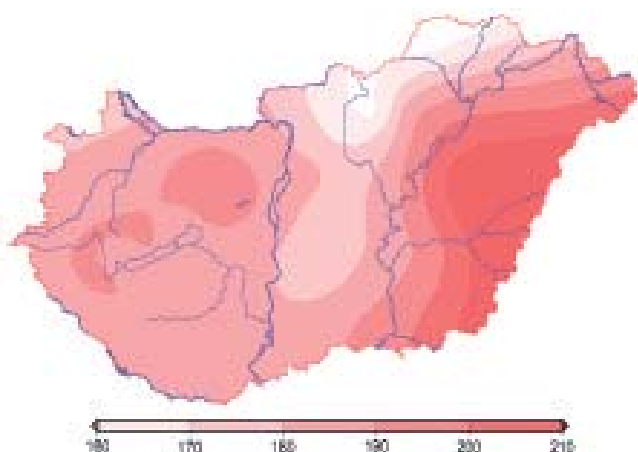
106,8 mm, Nyírlugos (Szabolcs-Szatmár-Bereg megye), július 24.

Augusztusban a középhőmérséklet hazánk nagy részén 19 és 22 fok között volt. Általában északnyugatról délkelet felé növekvő értékeket figyelhetünk meg. Ennek megfelelően a legmelegebb a Tisza vonalától délkeletre eső területeken, illetve a déli határ mentén volt. Mindeközben a Dunántúl nyugati és északi részén, valamint középhegységeinkben a havi középhőmérséklet nem érte el a 15 fokot. Az ország nagy részén az átlagosnál magasabb volt a középhőmérsékletek havi átlaga. A legnagyobb pozitív eltérés a Tiszántúlon volt, itt az anomália értéke megközelítette az 1,5–2 fokot. Az átlagosnál kissé hűvösebb volt ugyanakkor délnyugaton, az északnyugati országrészben, illetve a Gödöllői-dombság és a Cserhát térségében.

Augusztusban országosan 22 nyári napunk és 5 hőségnapunk volt, forró napot ugyanakkor nem jegyeztek fel. A nyári napok száma meghaladta a sokévi átlagot, míg a másik két adat elmaradt a szokásos értéktől.

A hónap során mért legmagasabb hőmérséklet:

35,3 °C Körösszakál (Hajdú-Bihar megye) augusztus 15.



3. ábra: A nyár globálisugárzás összege KJ/cm²-ben

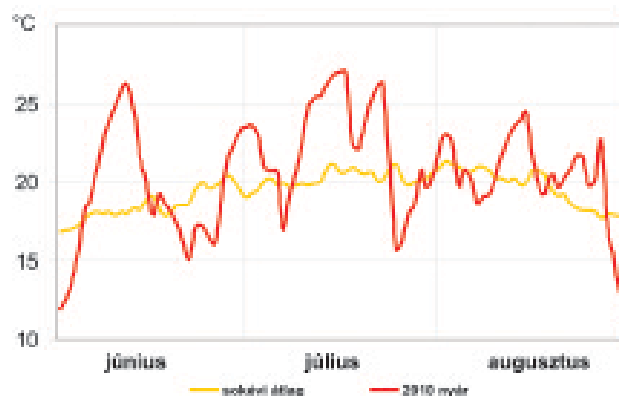
A hónap során mért legalacsonyabb hőmérséklet:

4,1 °C Zabar (Nógrád megye) augusztus 30.

Augusztusban az ország nagy részén folytatódott a csapadékos időjárás. A csapadékösszegek országsszerte igen tág határok közt, általában 35 és 170 mm között mozogtak. A 100 mm feletti értékek a Dunántúl túlnyomó részén, a Nagy-Sárrét vidékén, illetve a Zempléni-hegység térségében voltak jellemzőek. A legkevesebb csapadék (35-60 mm) a déli országrészben hullott. Augusztusban az ország nagy részén az ilyenkor szokásosnál több csapadék hullott. A legnagyobb pozitív anomália a Dunántúl középső részén, illetve a Nagy-Sárrét vidékén volt. Itt nem egy helyen a szokásos mennyiség 2,5-szeresét mérték. Az ország déli részén ugyanakkor az augusztusi csapadékösszeg nem érte el a sokévi átlagos mennyiséget. Augusztusban három egészen jól elkülöníthető csapadékos időszak volt. Az első ilyen időszak augusztus 3-tól 6-ig tartott, ekkor a napi csapadékok országos átlaga 10 mm körül volt. Átmeneti szünet után augusztus 12. és 16. között ismét sok csapadék hullott. Ezt egy hosszabb száraz periódus követte, aminek csúcspontján (20. és 23. között) országsszerte nem volt csapadék. A hónap végén ismét csapadékosra fordult az idő; 27-én, 30-án és 31-én ismét 10 mm-t megközelítő napi csapadékösszegek voltak.

A hónap legnagyobb csapadékösszege:

235,1 mm, Mesztegnyő (Somogy)



4. ábra: A nyár napi középhőmérsékletei és a sokévi átlag

A hónap legkisebb csapadékösszege:

34,5 mm, Pécs - Pogány (Baranya)

24 óra alatt lehullott maximális csapadék:

87,5 mm, Celldömök (Vas), augusztus 13.

2010. nyár

Állomások	Napsütéses óra		Hőmérséklet (°C)						Csapadék (mm)			Szél
	Évsz. össz.	Eltérés	Évsz. közép	Eltérés	Absz. max.	Napja	Absz. min.	Napja	Évsz. össz.	Átlag%-ában	1 mm<napok sz.	Viharos napok
Szombathely	754,9	40,1	20,1	1,3	34,9	2010. 07. 14.	6,1	2010. 08. 31.	289,1	129,2	29	11
Nagykanizsa	–	–	20,0	1,0	34,7	2010. 07. 15.	6,8	2010. 08. 31.	353,6	141,8	29	5
Győr	777,8	0,1	20,6	1,0	35,8	2010. 07. 17.	8,3	2010. 08. 30.	292,0	168,4	28	8
Siófok	843,5	28,5	21,9	1,3	33,9	2010. 07. 15.	11,2	2010. 08. 30.	225,2	122,7	27	18
Pécs	841,8	24,9	21,1	1,0	33,5	2010. 07. 23.	8,3	2010. 08. 31.	210,0	101,2	23	9
Budapest	837,1	45,9	21,5	1,1	35,2	2010. 07. 15.	8,3	2010. 08. 30.	256,0	161,7	25	4
Miskolc	814,9	95,3	20,4	1,1	32,6	2010. 07. 17.	8,0	2010. 08. 30.	336,8	161,4	33	10
Kékestető	688,7	–67,9	15,3	0,9	25,5	2010. 07. 17.	4,7	2010. 08. 31.	374,5	149,4	35	16
Szolnok	789,2	–19,7	21,6	61,2	34,9	2010. 06. 12.	8,3	2010. 08. 30.	271,9	161,8	29	–
Szeged	863,4	70,3	21,6	1,3	34,6	2010. 06. 12.	7,3	2010. 08. 30.	226,4	127,4	23	7
Nyíregyháza	–	–	20,6	1,0	33,8	2010. 07. 17.	8,0	2010. 08. 30.	378,8	212,9	28	12
Debrecen	873,8	89,5	21,1	1,3	34,8	2010. 08. 15.	6,8	2010. 08. 30.	256,8	137,2	28	9
Békéscsaba	871,0	47,1	21,5	1,5	34,2	2010. 07. 23.	8,3	2010. 08. 30.	218,8	116,8	25	5

