

ELTÉRŐ BELVÁROSI MIKROKÖRNYEZETEK HATÁSA A HUMÁN BIOKLIMATIKUS KOMFORTÉRTZETRE

1. Bevezetés

A városi környezetben az emberi szervezetet számos stresszhatás éri, többek között a természetes felszínnekhez képest jelentősen megváltozott lokális és mikroklimatikus körülmények. Ennek oka elsősorban a beépítettségéből adódó eltérő felszíni struktúra, amely sajátos városklíma jelenségeket indukál (pl. városi hősziget*, megváltozott sugárzási fluxus).

A humán bioklimatológiai kutatások egyik központi témája a testet körülvevő termális és sugárzási környezetet fiziológiai szempontú értékelése, mert ennek a környezetnek a viszonyai alapvetően meghatározzák a test energiaegyenlegét (Höppe 1993). E fiziológiai szempontú értékeléshez olyan módszerek és indexek kifejlesztésére van szükség, amelyek képesek összekapcsolni a levegőkörnyezet paramétereit az emberi szervezetre vonatkozó személyes adatokkal (Mayer 1993, VDI 1998). Az ilyen módszerekkel készített humán komfort-*, illetve kvantitatív hőstressz* értékelés a városstervezésben is jól hasznosítható adatokat szolgáltat, segítve a komfortosabb környezet kialakítását. Ebből is következik, hogy a városi környezetben tapasztalható hősziget-jelenség nem közömbös fiziológiai szempontból a városban élők számára.

Vizsgálataink alapján a Szegeden jelenleg is folyó városklimatológiai, illetve a korábban zajló humán bioklimatológiai kutatások képezik. A napi maximális hősziget intenzitására vonatkozó eredmények szerint Szegeden a vizsgált időszakban (2002. április – 2003. március) az éves átlagos intenzitás $2,7^{\circ}\text{C}$ volt, ám ez az érték a kifejlődés szempontjából kedvező, szélcsendes, anticiklonális időjárás mellett akár $6,8^{\circ}\text{C}$ -ig is emelkedhet (Sümeghy

and Unger 2003). Ez jelentős hőterhelést jelent a városi ember szervezetére, különösen a nyári időszakban. A korábbi bioklimatológiai vizsgálatok a városi és a környező térség bioklimatológiai jellemzői közötti különbségeket elemezték (napi és éves szinten) különböző komfort indexek (például *effektív hőmérséklet*, *Thom-féle termohigrometrikus index*) segítségével az 1978-1980 közötti 3 éves adatbázis alapján (e.g. Unger 1999). Ezek szerint a városi módosító hatás nyáron inkább terhelő hatásként jelentkezik a nagyobb hőstressz miatt, míg a téli időszakban valamelyest javítja a komfortérzetet, mivel a kedvezőtlen hideg periódusok lerövidülnek.

Jelen esettanulmányunk célja az, hogy egy viszonylag kis szegedi belvárosi területen belül bemutassuk a különböző városi mikrostruktúráknak az emberi komfortérzetre történő eltérő hatását egy tiszta, szélcsendes és meleg nyári nappal folyamán (2003. augusztus 6.).

2. A módszer és a mintaterület bemutatása

2.1. A vizsgált bioklimatikus indexek

Az utóbbi évtizedekben számos modellt fejlesztettek ki, amelyek a radiációs fluxus*, illetve az emberi test energiaegyenlegének leírását

kísérlik meg. E modellek a számos paraméter (meteorológiai paraméterek, a felszín sugárzást módosító geometriája, albedó, stb.) figyelembe vételével megalkotott ún. bioklimatikus indexek segítségével a lehető legpontosabban próbálják megbecsülni a testet érő klimatikus terhelést (Fanger 1972, Gagge et al 1971, Höppe 1999, Matzarakis et al 2000, Spagnolo and de Dear 2003). Az 1. táblázat az utóbbi évtizedekben kifejlesztett legfontosabb bioklíma modellek és az általuk létrehozott bioklimatikus indexek összefoglalását mutatja. Az alkalmazott indexek közül a két leggyakrabban használt a PMV (Predicted Mean Vote: prediktált hőérzet index) és a PET (Physiological Equivalent Temperature: fiziológiailag equivalent hőmérséklet). Mivel a témában nem áll rendelkezésre magyar nyelvű szakirodalom, ezért az indexek magyar elnevezésére magunk teszünk kísérletet.

Mindkét index – és sok más bioklimatikus index is – az ún. átlagos sugárzási hőmérséklet (Mean Radiant Temperature – T_{mrt}) értékén alapul. A környezet sugárzási viszonyai, így az ezt kifejező T_{mrt} a legfontosabb input paraméterek egyike az emberi energiaegyenleg szempontjából, főleg napsütéses időben.

1. táblázat Az utóbbi évtizedek legfontosabb bioklíma modelljei és az általuk kifejlesztett bioklimatikus indexek

Modellek	Indexek
	Sörkerti napok
	ET: Effektív hőmérséklet
	THI: Termohigrikus index
	RSI: Relatív terhelési index
KMM: Klima-Michel-Modell ↓ UBIKLIM: Urban-Bioklíma Modell	PMV: Predicted Mean Vote (prediktált hőérzet index)
MEMI: Münchener Energiebilanz Modell for Individuen ↓ IMEM: Instationäres Münchener Energiebilanz Modell	PET: Physiologically Equivalent Temperature (fiziológiailag equivalent hőmérséklet)
OUT-MRT: Outdoor Radiant Environment Modell	OUT-SET: Outdoor Standard Effective Temperature (külső standard effektív hőmérséklet)

Definíciója szerint annak a fekete testnek tekintett (emissziós koeficiens $\epsilon = 1$) környezetnek a hőmérsékleti mérőszáma, ahol az emberi test olyan energiaterhelésnek van kitéve, amely ugyanolyan hőérzetet kelt, mint az adott pillanatban a testet körülvevő valós környezetnek a sugárzási viszonyai. Más szóval ez a mutató a külső környezet minden irányából érkező, az emberi szervezet hőháztartását befolyásoló összes energiabevételt (kiadást) fejezi ki °C-ban (Matzarakis et al. 1999, Matzarakis 2002).

A PMV egy eredetileg 7 fokozatú tapasztalati, ún. ASHARE komfort skálán (továbbfejlesztett változata már 8 fokozatú, -3,5 és +3,5 közötti értékekkel) mutatja be az emberi szervezetben a termális környezet hatására kialakuló hőérzetet (2. táblázat) (Fanger 1972, Höppe 1993, Mayer and Matzarakis 1998).

2. táblázat A PMV és PET index-értékek egymásnak megfelelő küszöbértékei, az emberi hőérzet és fiziológiai stressz szintjei alapján (standard feltételek mellett: belső hőtermelés = 80W, ruházat hőszigetelő képessége = 0,9 clo) (Mayer and Matzarakis 1998)

PMV	PET (°C)	hőérzet	fiziológiai stressz szint
-3,5	4	nagyon hideg	extrém hideg stressz
-2,5	8	hideg	erős hideg stressz
-1,5	13	hűvös	közepes hideg stressz
-0,5	18	kissé hűvös	gyenge hideg stressz
0,5	23	komfortos	nincs termikus stressz
1,5	29	kissé meleg	gyenge meleg stressz
2,5	35	meleg	közepes meleg stressz
3,5	41	forró	erős meleg stressz
		nagyon forró	extrém meleg stressz

A PET a legnépszerűbb bioklimatikus indexek egyike. Míg a PMV tapasztalati skálája és az eredetileg épületen belüli (indoor) klíma komfortérzet-meghatározásra kifejlesztett volta miatt kissé nehézkesen használható a mindennapi életben, addig a PET fiziológiailag

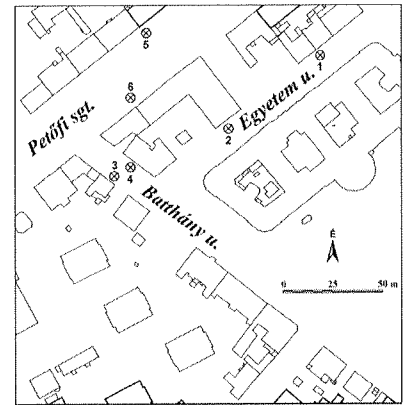
komplexebb és egysége (°C) könnyen értelmezhető a humán bioklimatológiai terminológiában kevésbé jártas felhasználók számára is, ezért jóval szélesebb körben alkalmazható. A PET mind épületen belüli, mind pedig épületen kívüli környezetek jellemzésére alkalmas. Definíció szerint annak a zárt helyiségnek a hőmérsékleteként értelmezhető, amely bizonyos klimatikus (gőznyomás, szélesebesség) és fiziológiai (fizikai aktivitás, ruházat) állandó paraméterek mellett ugyanazt a hőterhelést fejt ki az emberi szervezetre (azaz ugyanolyan fiziológiai reakciókat vált ki – pl. izzadási ráta, átlagos bőrfelszín hőmérséklet stb.), mint a testet éppen aktuálisan körülvevő (külső) környezet (Höppe 1999).

Az 2. táblázat a PMV 8 fokozatú és a PET értékek egymáshoz viszonyított küszöbértékeit is bemutatja aszerint, hogy az egyes fokozatok milyen hőérzetnek felelnek meg, illetve mekkora fiziológiai hőterhelést okoznak a szervezet számára.

2.2. A mintaterület jellemzése

A kiválasztott szegedi mintaterület a város viszonylag sűrűn beépített belvárosi régiójában helyezkedik el és általában 30 évesnél idősebb (20-30 m magas) lombhullató fákkal szegélyezett szűk utcák jellemzik (1. ábra). A 200x200 m-es területen egy forgalmasabb ÉK-DNY-i irányú út (Petőfi sgt.) és három szűk mellékutca halad át. A mellékutca egyike (Batthyány u.) ÉÉNY-DDK-i, míg a másik kettő (Egyetem u., Alföldi u.) a sugárúttal párhuzamosan ÉK-DNY-i irányú. A területet az egyetem háromemeletes épületgyüttes uralja. (A tőle délre elterülő, szintén többszintes új könyvtárpépület a vizsgálatunk időpontjában még nem épült meg, ezért nem szerepel az ábrán.)

A vizsgált területen hat mérőpontot jelöltünk ki, melyek különböző kitétségi és sugárzási viszonyokkal jellemezhetők. A kijelö-



1. ábra. A 200x200 m-es vizsgálati mintaterület a hat mérési ponttal Szeged belvárosában

léskor törekedtünk arra, hogy e kis mintaterületen belül is jól reprezentáljuk a változatos mikroklimatikus adottságokat. Az (1) és (2) mérőállomást az ÉK-DNY irányú Egyetem utcában, az utca északi oldalán jelöltük ki, ahol az állomásokot magas épületek veszik körül. Az (1) állomásnál a fák lombkoronája majdnem összefüggő, míg a (2)-nél a fák távolabb vannak egymástól, nem biztosítanak teljes árnyékolást. A (3) és (4) pont az ÉÉNY-DDK irányú Batthyány utca két oldalán található, itt alacsonyabbak az épületek, így a nap folyamán tovább éri direkt sugárzás a területet. Az (5) mérőhely a széles Petőfi sugárút északi, viszonylag nyílt területén, a (6) a sugárút déli oldalán található. A (6)-os pontban a fasor lombkorona szintje szinte teljesen zárt, gyakorlatilag az egész nap folyamán árnyékolást biztosít a mérőpontnak.

2.3. Az alkalmazott RayMan modell

Az említett indexek kiszámítására kifejlesztett modellek közül vizsgálatunkban a Matzarakis és munkatársai által kidolgozott ún. RayMan modellt használtuk (e.g. Matzarakis 2002). E modell megalkotásának nem elsősorban új bioklimatikus index kifejlesztése volt a célja (ezért nem szerepel az 1. táblázat modelljei között), hanem a meglévő indexek minél felhasználó ba-

rátább kiszámításának elősegítése. A modell nagy előnye, hogy igen árnyaltan veszi figyelembe a bonyolult felszíni struktúra (épületek, fás vegetáció) sugárzasmódosító hatását. Mivel a humán bioklimatológiai vizsgálatok során az egyik legfontosabb kérdés, hogy a megfigyelt objektumot vagy személyt éri-e direkt sugárzás vagy sem, így a RayMan modell segítségével jól kimutathatók a városi mikroklimatikus különbségek is. A modell bemeneti adatai felszínmorfológiai, meteorológiai és perszonális adatokra különíthetők el:

Morfológiai, geometriai adatok

A mintaterületen található épületek alapfelületének koordinátáit Szedged Város Önkormányzatának nagy méretarányú digitális felmérési tér-

Meteorológiai adatok

A meteorológiai adatok mérése mobil mérőműszerrel történt a nappal folyamán a hat mérőpontban, amely egy HWI típusú, Campbell szenzorokkal felszerelt, a WMO szabványának megfelelő eszköz, digitális adatrögzítővel. A méréseket a földfelszíntől 1,1 m magasságban végeztük, mivel – mint az emberi súlypont átlagos magassága – ez tekinthető humán bioklimatológiai standardnak. A mért meteorológiai adatok:

- léghőmérséklet, T_a , ($^{\circ}\text{C}$, 1 perces átlag),
- relatív páratartalom, RH (%), 1 perces átlag),
- szélesebesség, WS (ms^{-1} , 1 perces átlag),
- globálsugárzás, G (Wm^{-2} , 1 perces átlag).

Perszonális adatok

A vizsgált személy kora, neme, magassága, súlya, a ruházatra vonatkozó érték (clo egység – e.g. Mayer and Höppe 1987), a fizikai aktivitás mértéke, illetve az adott személy pozíciója (ülő vagy álló).

A modell kimeneteleként a fentiekből számított T_{mrt} , PMV, PET értékek mellett grafikus eredménye-

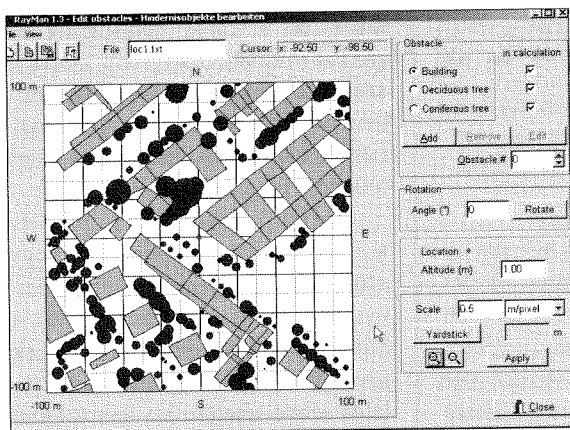
ket is kapunk. Többek között a modell a felszín morfológiai adataiból egy halszem-optika típusú képet ké-

szít (ha rendelkezésünkre áll ilyen felvétel, akkor ez bemeneti adat is lehet) a megfigyelési pontból, amin feltünteti a kísérleti napra vonatkozó Nap-járási és Nap-magassági értékeket, illetve segítségével égboltláthatósági indexet (sky view factor) számol. Ez szintén segít a megfigyelési pont sugárzási viszonyainak elemzésében.

3. Eredmények

A 6 megfigyelési pontban rögzített hőmérséklet és relatív nedvesség adatok jól jellemzik a mérési nap időjárási viszonyait (3. ábra). (A kérdéses nap szinte teljesen szélcsendes volt, így a szél hatása gyakorlatilag elhanyagolható volt bioklimatikus szempontból, ezért a szélre vonatkozó adatokat nem mutatjuk be.)

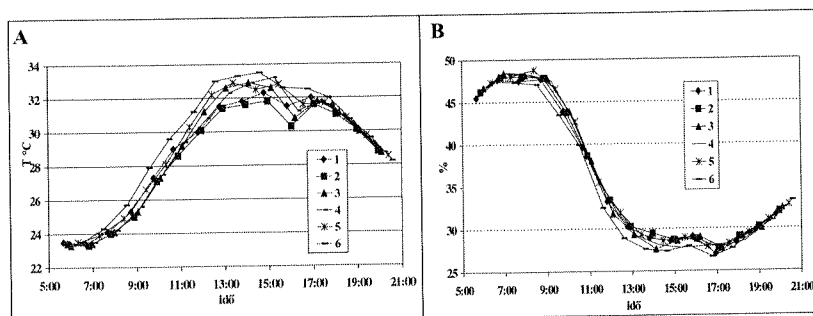
A hőmérséklet napfelkelte környékén közel azonos értékről indult valamennyi mérési pontban (23,3-23,5 $^{\circ}\text{C}$), majd a tiszta anticiklonális időnek köszönhetően gyorsan emelkedett (3.A ábra). A görbék lefutása nagyon hasonlóan alakult a nap során, az abszolút értékeit tekintve a kora délutáni órákban húzódott szét leginkább a „mezőny”, bár a maximális eltérés is csak 1,7 $^{\circ}\text{C}$ volt (a (6) és a (2) mérőpontok között). Egy kisebb, rövid ideig tartó felhősödés néhány tized fokos hőmérséklet visszaesést eredményezett 16 óra körül. Ezt követően a délutáni órákban naplementéig a hőmérsékleti értékek összetartanak és a mérési periódus végére ismét szinte azonos hőmérséklet jelle-



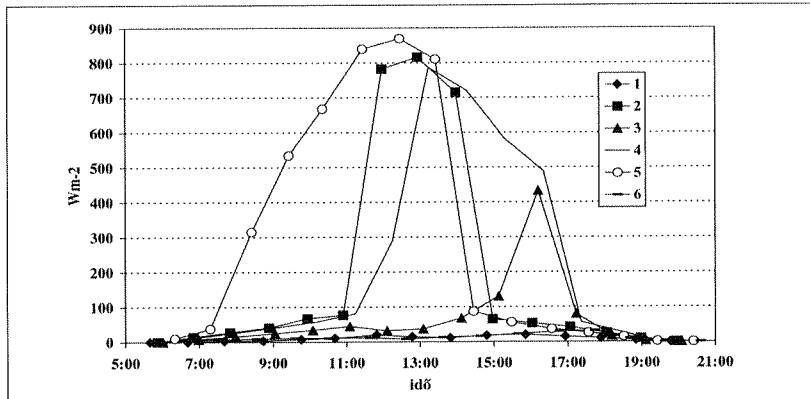
2. ábra. A RayMan modell által alkotott térkép a tereptárgyak pontos elhelyezkedésével

képe alapján, az épületek magasságát pedig az ERDAS IMAGINE fotogrammetriai szoftver segítségével határoztuk meg légifelvételekből készített digitális ortofotók felhasználásával (2. ábra).

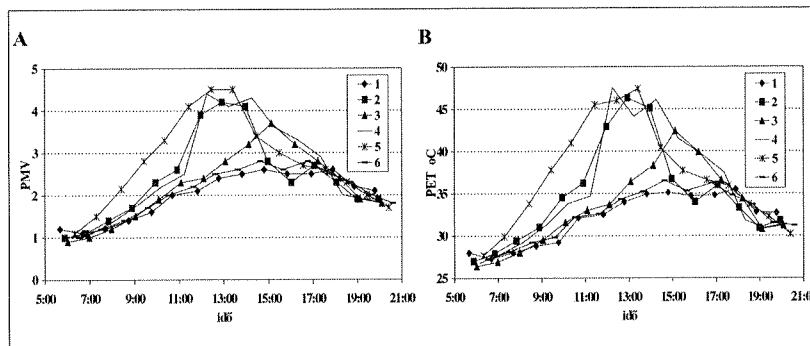
A területen feltérképeztük a fás vegetációt, amely során összesen 184 lombhullató fát jegyeztünk fel, amelyek közül a vizsgálati pontjainkat főleg nagylevelű hárs (*Tilia platyphyllos*) árnyékolja. A modellben beviteli adatként szerepel a fák pontos helyzete, magassága, törzsmagassága, a törzsátmérő és a lombkorona sugara.



3. ábra. A mintaterület hat mérőpontján (1-6), humán bioklimatológiai standard magasságban (1,1 m-re a felszíntől) mért hőmérséklet (A) és relatív páratartalom (B) 2003. augusztus 6-án



4. ábra. A mintaterület hat mérőpontján (1-6), humán bioklimatológiai standard magasságban (1,1 m-re a felszíntől) mért globálsugárzás, 2003. augusztus 6-án



5. ábra. A mintaterület hat mérőpontján (1-6), humán bioklimatológiai standard magasságban (1,1 m-re a felszíntől) számított PMV (A) és PET (B) értékek 2003. augusztus 6-án

mezte a 6 pontot. A hőmérséklethez hasonlóan a relatív nedvesség értékek is igen hasonlóan alakulnak a 6 pontban és a görbék lefutása a hőmérséklettel éppen ellentétes (3.B ábra). Itt is megfigyelhető az értékek csekély mértékű széthúzó-dása a déli órákban, illetve a délutáni rövid felhősödés kis mértékű emelő hatása. A mérési pontok között tapasztalt csekély különbségek azzal magyarázhatók, hogy a pontok között igen kicsi a távolság.

A globálsugárzás esetében már lényeges különbségek tapasztalhatók a mérőpontok között (4. ábra). Az (1) és (6) állomásokon egész nap alacsony értékeket mutatott a műszer, mert a fák és az épületek árnyékoló hatása miatt gyakorlatilag egyiket sem éri a nap során direkt sugárzás. A legnagyobb kilengést az (5) pont adatai mutatják, már röviddel napfelkelte után megugrik az érték, majd 13 óráig fokozatosan

emelkedik. Kora délután hirtelen lecsökken, mert a mérőpont 14 óra után a fák árnyékába kerül, később pedig már az épületek is árnyékolják a direkt sugárzást. A (2) mérőhely szintén igen magas értékekkel jellemezhető, de itt az épületek magassága és közelsége hamarabb fejti ki árnyékoló hatását, a sugárzás időtartama sokkal rövidebb, hirtelen emelkedik, majd hirtelen csökken. A (3)-as pontban csak délután mérhető jelentősebb mennyiségű közvetlen sugárzás, ám ez is csupán néhány órára korlátozódik.

Esettanulmányunk során a bioklimatikus indexeket olyan fiktív vizsgálati alanyra vonatkoztattuk, aki 35 éves, 175 cm magas, 75 kg testtömegű, laza nyári ruházatot viselő, könnyű ülő munkát végző (metabolikus hőtermelése az alapanyagcserén felül 80 W) férfi.

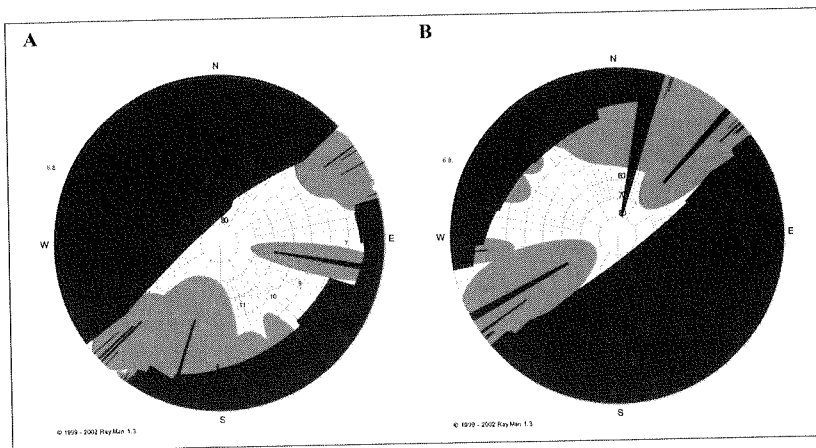
Az 5. ábra a két bioklimatikus index lefutását mutatja a mérési na-

pon a különböző pontokban. Az index számítások szerint a vizsgálati nap reggelén a termikus terhelés már minden pontban túllépte a komfortérzet határát, azaz már napfelkelte idején is gyenge hőstressz volt tapasztalható ($PMV > 0,5$; $PET > 23^{\circ}C$). A nap folyamán a terhelés mértéke természetesen minden pontban nő, ám igen nagy különbségek mutathatók ki az egyes pontok között. A legmarkánsabb emelkedést és az abszolút értéket tekintve is a legmagasabb terhelést ($PMV = 4,5$; $PET = 47,7^{\circ}C$) az (5) pontban tapasztaltuk. Ez a hőérzet szempontjából a nagyon forró, a fiziológiai stressz szintet tekintve az extrém terhelési határt is átlépi (1. táblázat).

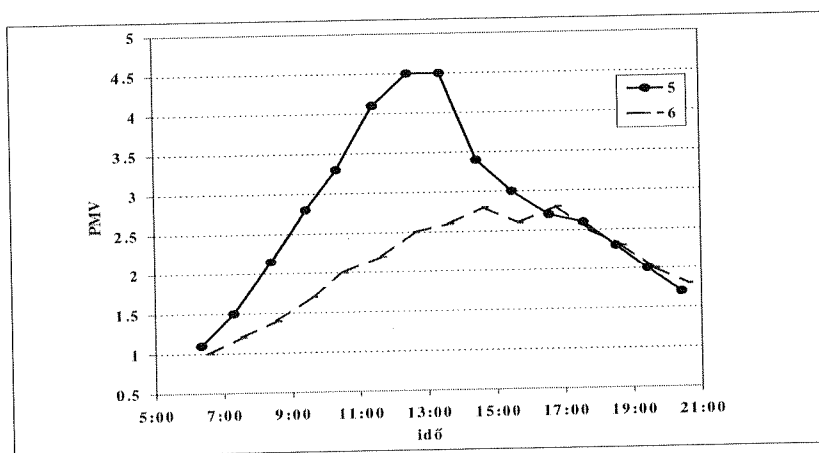
A szintén nyitottabb területen fekvő (2) pontnál is túlhaladta a maximális terhelés a $45^{\circ}C$ PET értéket, de a káros hatásoknak itt sokkal rövidebb ideig volt kitéve a szervezet, kora délután gyors csökkenés (a többi mérőponton tapasztalható csökkenés mértékét is meghaladó) figyelhető meg.

Azoknál a megfigyelési pontoknál, ahol a nap folyamán nem (vagy alig) éri a képzeletbeli kísérleti alanyunkat direkt sugárzás (1 és 6), a hőterhelést kifejező index-értékek jóval alacsonyabbak. Ennek szemléletesebbé tételére kiválasztottunk két, egymáshoz kis távolságra (25 m), lévő mérési pontot ugyanazon utca két oldalán (5 és 6). A 6.A és 6.B ábra a RayMan modell által alkotott halszem-optika jellegű képet mutatja be ebben a két pontban, amelyen jól követhető a Nap pályája a mérési napon, valamint a sugárzási viszonyokat befolyásoló mesterséges és természetes tereptárgyak (épületek, fák) árnyékoló hatása.

Az (5) pontot ÉNy-ről határolják épületek, amelyek csupán a késő délutáni órákban okozhatnak árnyékolást (6.A ábra). A direkt sugárzás ellen a nap első felében csak a fák lombkoronája jelenthet védelmet. Az ábrából az is jól látszik,



6. ábra. Az (5) és a (6) mérőpont felett látható 360°-os panoráma (halszem-optika jellegű) kép (a sötétebb szürke az épületeket, a világosabb a fákat, a vonal a Nap horizont felett megtett látható útját jelöli)



7. ábra. Az (5) és a (6) mérőpont PMV értékei 2003. augusztus 6-án

hogyan közvetlenül a mérőpont felett nincs fa, így délig szinte teljesen védtelen ez az utcaszakasz, csak kora délután kerül takarásba. A DK-i kitérség és a nyílt terep ad magyarázatot az extrém sugárzási értékekre és a hatásokra kialakuló igen magas hőterhelésre.

Kiragadva ennek a két pont PMV értékeit (7. ábra), látható, hogy bár napfelkeltekor csak mintegy 10%-os eltérés van a két pont terhelését kifejező index-értékei között, ez a déli órákra 60%-ra emelkedik, vagyis ennyivel nagyobb stressz éri az (5) pontban tartózkodót, mint a (6)-ban.

A vizsgálatokból kitűnik, hogy a két általunk számított bioklimatikus index alakulása igen szoros összefüggést mutat a vizsgálati pontokban mérhető globálisugárzás értékével. Ez az összefüggés sok-

kal erőteljesebb, mint a hőmérséklettel megfigyelhető, hiszen épp a kiragadott példában a nap folyamán szinte végig magasabb – igaz csak csekély mértékben – hőmérséklettel jellemezhető (6) pontban a sugárzási viszonyoknak köszönhetően jóval alacsonyabb terhelést tapasztaltunk, mint az (5) pontban.

Tapasztalataink egyértelműen bizonyítják a vegetáció jótékony hatását bioklimatikus szempontból, hiszen a fakorona árnyékolása jelentős csökkenést idéz elő a hőterhelésben.

4. Összegzés

A bioklimatológiai kutatások eredményei a gyakorlati életben közvetlenül is hasznosítható információkat szolgáltatnak a várostervezés számára. Vizsgálataink alapján a

következő legfontosabb következtetések vonhatók le:

- Az emberi testet körülvevő természetes és mesterséges tereptárgyak jelentősen befolyásolják a radiációs fluxust és ezzel a test energia-egyensúlyát.
- A sugárzási viszonyok megváltozása maga után vonja a termális komfortérzet megváltozását is.
- A vizsgált bioklimatikus terhelés kimutatására alkalmas indexek szoros kapcsolatban állnak a sugárzási viszonyokkal.
- Egy terület bioklimatológiai viszonyai nagymértékben javíthatók a vegetáció (elsősorban fás) sugárzás módosító hatásának kiaknázásával.

Köszönetnyilvánítás

A kutatást az Országos Tudományos Kutatási Alapprogram (OTKA T/034161) támogatta. Külön köszönet illeti Dr. Lakatos Lászlót (Debreceni Egyetem), aki a mérőműszert a rendelkezésünkre bocsátotta.

Irodalomjegyzék

- Fanger PO, 1972: *Thermal comfort*. Mc Graw-Hill, New York.
- Gagge AP, Stolwijk JAJ and Nishi Y, 1971: An effective temperature scale based on a simple model of human physiological regulatory response. *ASHRAE Trans* 77, 247–257
- Höppe PR, 1993: Heat balance modelling. *Experientia* 49, 741–745
- Höppe PR, 1999: The physiological equivalent temperature – a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. *Int J Biometeorol* 43, 71–75
- Matzarakis A, Mayer H and Iziomon M, 1999: Applications of a universal thermal index: physiological equivalent temperature. *Int J Biometeorol* 43, 76–84
- Matzarakis A, Rutz F and Mayer H, 2000: Estimation and calculation of the mean radiant temperature within urban structures. – In: *de*

Dear RJ, Kalma JD, Oke TR and Auliciems A (eds): Biometeorology and Urban Climatology at the Turn of the Millenium. Selected Papers from the Conference ICB-ICUC'99, Sydney, WCASP-50, WMO/TD No. 1026, 273-278

Matzarakis A, 2002: Validation of modelled mean radiant temperature within urban stuctures. *Am Meteorol Soc Symposium on Urban Environment*, Norfolk, USA, 7.3.

Mayer H, 1993: Urban bioclimatology. *Experientia* 49, 957-963

Mayer H and Höpfe P, 1987: Thermal comfort of man in dif-

ferent urban environments. *Theor Appl Climatol* 38, 43-49

Mayer H and Matzarakis A, 1998: Human-biometeorological assessment of urban microclimates' thermal component. *Proceed Int Symposium on Monitoring and Management of Urban Heat Island*, Fujisawa, Japan, 155-168

Spagnolo J and de Dear R, 2003: A field study of thermal comfort in outdoor and semi-outdoor environments in subtropical Sydney Australia. *Building and Environment* 38, 721-738

Sümeğhy Z and Unger J, 2003: Classification of the urban heat

island patterns. *Acta Climatol Univ Szegediensis* 36-37, 93-100

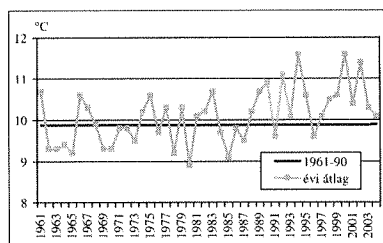
Unger J, 1999: Comparisons of urban and rural bioclimatological conditions in the case of a Central-European city. *Int J Biometeorol* 43, 139-144

VDI, 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

**Unger János, Gulyás Ágnes,
Szegedi Tudományegyetem
Andreas Matzarakis
Freiburgi Egyetem**

A 2004. ÉV IDŐJÁRÁSA

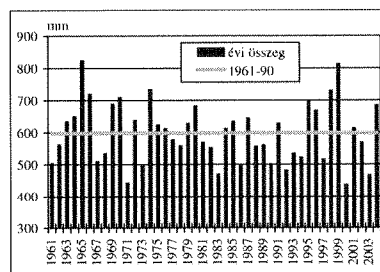
A 2004. év az átlagnál csapadékosabb volt, középhőmérséklete az átlag fölött alakult. Az egyes hónapok hőmérsékleti normálhoz viszonyított eltérése viszonylag kis intervallumon belül mozgott, csapadék tekintetében azonban jelentősebb (többnyire pozitív) anomáliák jellemezték az évet. Az országos évi középhőmérséklet 10,1 °C volt, ami 0,2°C-kal meghaladta az 1961-90-es 30 éves átlagot (1. ábra).



1. ábra. Az országos évi középhőmérsékletek és a sokévi (1961-90) átlag

Az elmúlt évben országos átlagban 686 mm csapadék hullott, ami az előző évhez képest 210 mm-rel több, a sokévi átlagot pedig mintegy 12%-kal haladja meg (2. ábra).

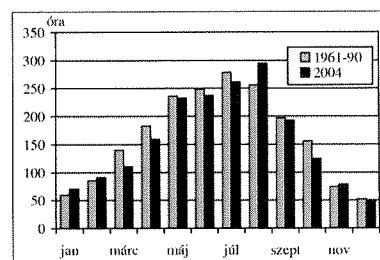
Kisebbszámban ugyan mint 2003-ban, de 2004 folyamán is előfordultak szélsőségek.



2. ábra. Az átlagos évi csapadékösszegek és a sokévi (1961-90) átlag

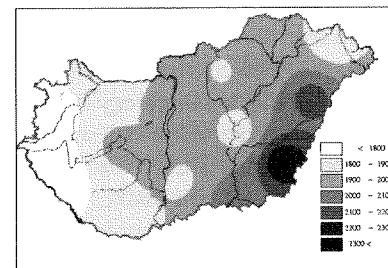
NAPFÉNYTARTAM

2004-ben az átlag 97 %-ában, 1903 órán át sütött a nap hazánkban. A napsütéses órák számának havi értékeit mutatja be a 3. ábra. Január, február, augusztus és november kivételével átlag alatti mennyiségű napsütésben volt részünk. A sokévi menet maximuma júliusban van, 2004-ben azonban augusztus volt a legnaposabb hónap.



3. ábra. A napsütéses órák havi összegei 2004-ben és 1961-90 között

Hazánk területén a napfénytartam éves összege átlagosan 1750 és 2050 óra között alakul. A napsütéses órák éves összege 2004-ben 1660 és 2310 óra közé esett az ország területén, az átlagos 1903 óra 3%-kal elmarad az 1961-90-es átlagértéktől. Általában a Dél-Alföldön és Baranyában éri el a maximumát a napfénytartam, míg minimuma az Alpoknál és az ország északkeleti részén van. A napsütéses órák számának 2004. évi eloszlását mutatja a 4. ábra. A legnaposabb területek a Tiszántúl délkeleti felében voltak, míg a legalacsonyabb értékeket a nyugati határ mentén mérték.



4. ábra. A napsütéses órák száma 2004-ben

HŐMÉRSÉKLET

A 2004. év borongós, hideg idővel köszöntött be. Január közepső har-