

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 vizgálatosorozaton 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.

alaján (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 et al. 2009, Gulyás és Unger 2009
		1999–2008	PET [°C]	–	Gulyás és Unger 2010, Gulyás et al. 2010
Mikrolépték	Ady tér	2000. augusztus 4.	PET [°C]	–	Gulyás et al. 2003
	Petőfi sgt. Egyetem u. Batthyány u.	2003. augusztus 6.	PET [°C]	–	Gulyás et al. 2004, 2006, Gulyás 2005, Unger et al. 2005
	Aradi vértanúk tere	2006. 08. 17., 08. 22., 09. 12.	PMV, PET [°C]	kérdőívek	Kántor et al. 2007, 2008, 2009d, Unger et al. 2008
	Ady tér	2008. tavasz április 10.–május 15.	PMV	megfigyelések	Gál et al. 2008, Kántor et al. 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 városiak 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 kitettséggel 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,



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

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

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 sorszám (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 $18\text{-}22 \text{ }^\circ\text{C}$, relatív nedvesség $60\text{-}70\%$, szélcsend) rendelkező (beltéri) 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), szélesség (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 szélesség 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 szélességadatokat 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 szélesség (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

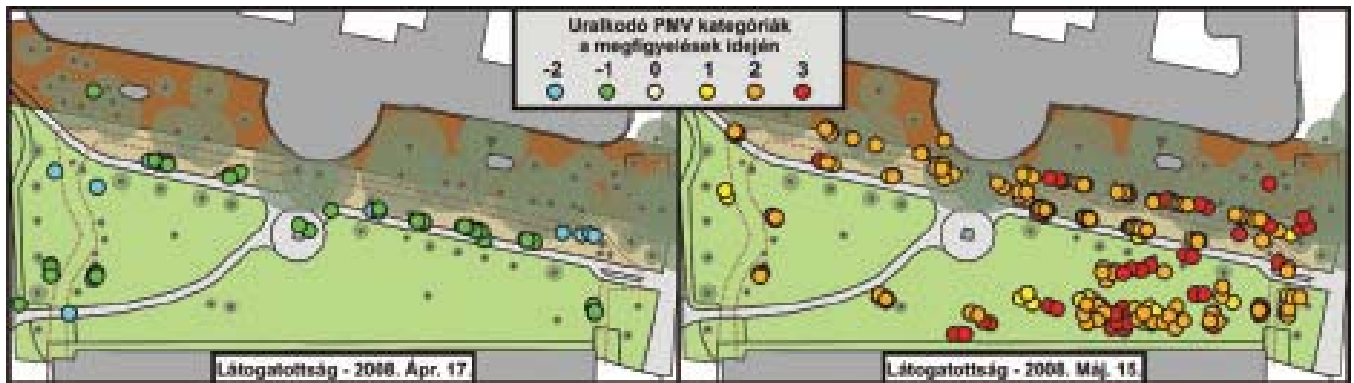


2. ábra. A vizsgált terület ArcView-ban megjelenített képe: pontok mutatják a látogatók területi elhelyezkedését, s a csatolt attribútumtáblázat tartalmazza a megfigyelt és mért adatokat

állomás adatsorát a megfigyelés típusú szubjektív adatokkal való összevetésre akartuk használni. Egész pontosan arra voltunk kíváncsiak, miként alakul a szabadtéri területhasználat, 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-

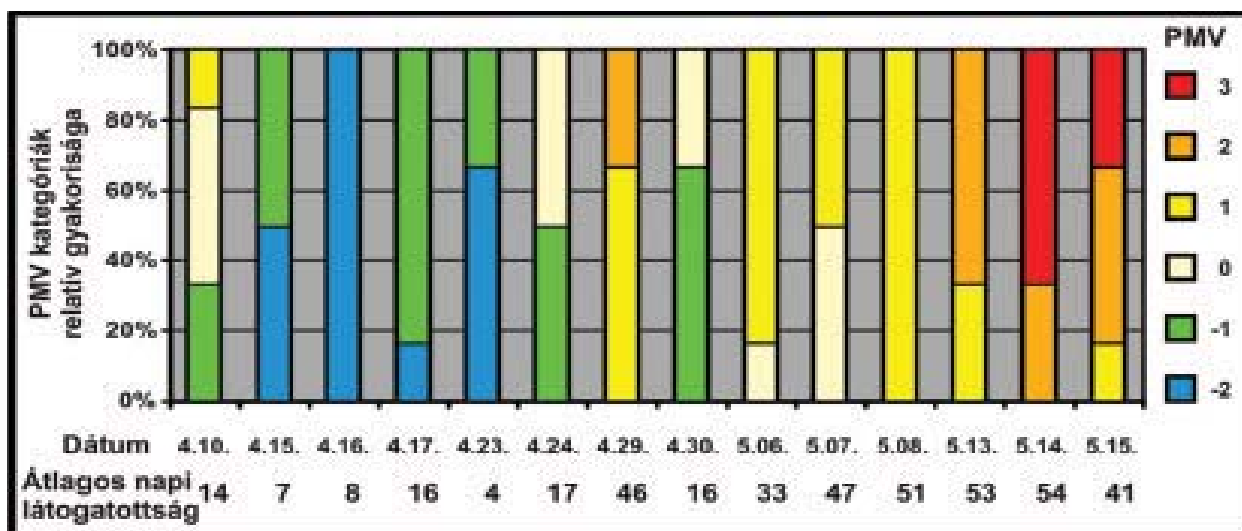
léletesen bemutatható, hogy mikor, illetve milyen mikroklimatikus viszonyok mellett, és milyen személyes jellemzőkkel bíró látogatók vették igénybe a terület különböző szektorait.

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



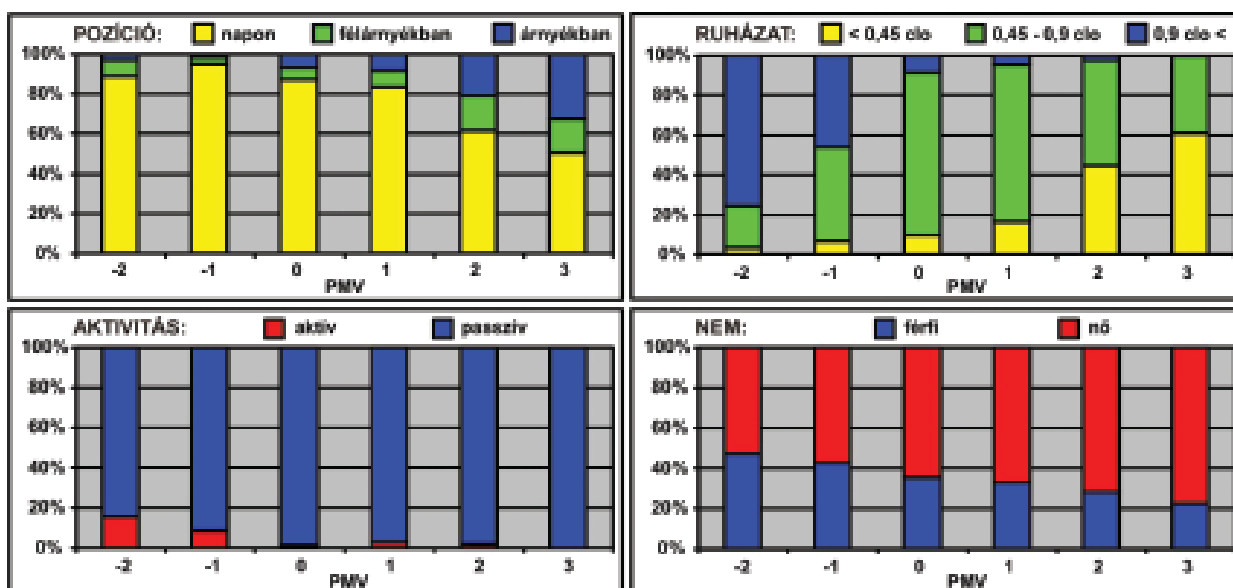
4. ábra. A megfigyelési időszak napjainak termikus viszonyai, illetve a terület átlagos napi látogatottsága

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 területeken 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 igénybevételenek 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-

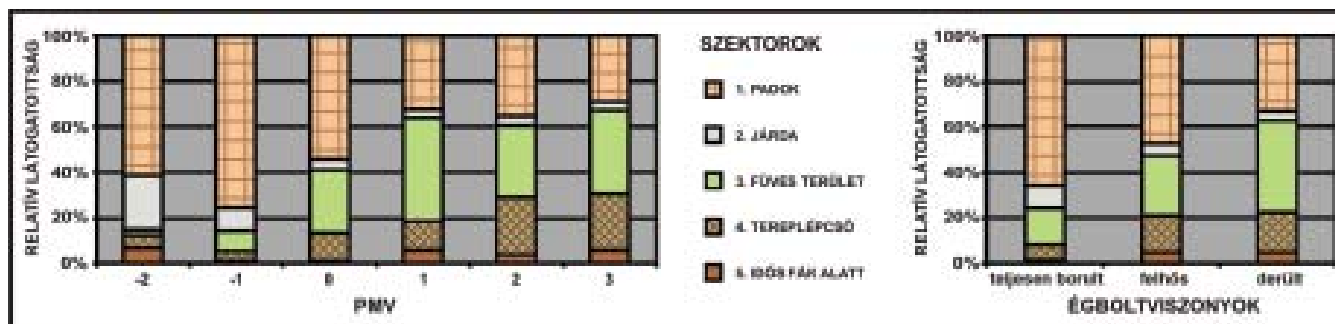
le V , valamint a kontingencia koefficiens (C) értékeit számítottuk ki (2. táblázat). E két mérőszám szerint a kapcsolat mérsé-

2. táblázat. Statisztikai mérőszámok értékei, melyek az egyes szektorok igénybevételeiben 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

kelten 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 ($0,9 \text{ clo} <$) 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

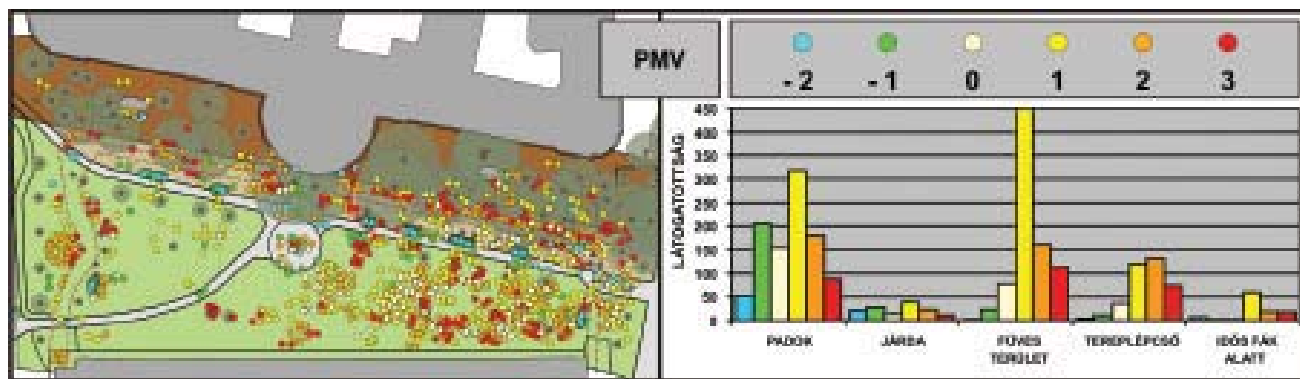
közvetlen közelében álldogált, minthogy gyakran a területen átvezető járda központi, kiszélesedő részén játszó gyerekek kísérőiként érkeztek a területre.

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 szolgálták 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 megmutatózó 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-



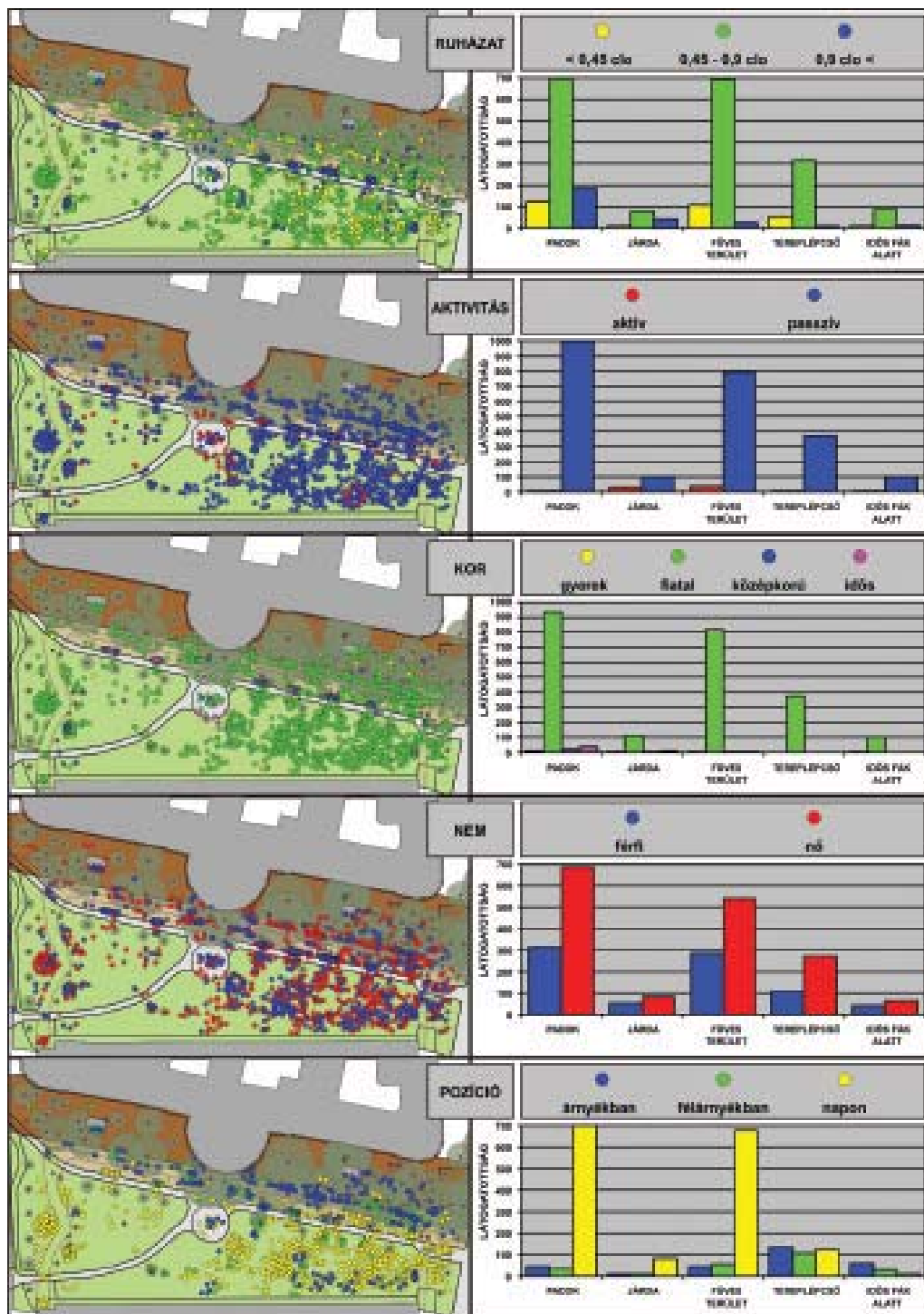
7. ábra. A területhasználat térbeli mintázata (a mintaterület egyes szektorainak abszolút látogatottsága) a termikus viszonyok szerint

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. Konkrétan, 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 – frekventált 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. Továbblépés Szegeden

A bemutatott metodológia (terepi és adatfeldolgozási módszertan) számos további lehetőséget rejt magában, ezért érdemesnek láttuk a vizsgálat sorozat 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.

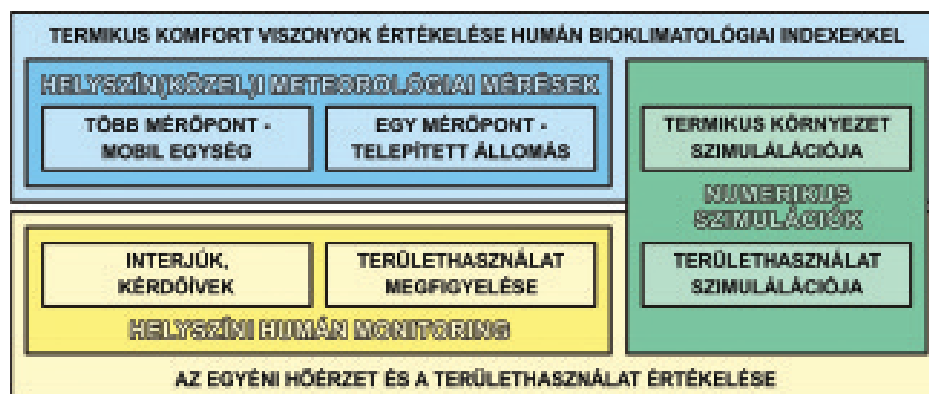
A területhasználat korábban vázolt megfigyelésén kívül az irányított beszélgetéseknek köszönhetően részletesebb kép rajzolódik ki a terület által az egyes emberekben kiváltott emocionális reakciókról. A kérdések köre, melyekre választ remélünk, igen tág. Pl. „Milyen érzetet kelt a látogatóban a mintaterület 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 hatótényezőkre, 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 számítottunk, 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 hőérzet-térképek 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 hőérzet-térképeinek 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 felméréseivel egységnyi idő alatt sokkal kevesebb emberről szerezhetünk információkat, viszont az így gyűjtött adatok sokkal többértékesek, 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 ENVImet (*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, egyszóval 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 mikroklímájának 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.): Geoszféra 2009. A Szegedi Tudományegyetem Földtudományok Doktori Iskolájának eredményei. GeoLittera, SZTE TTIK Földrajzi és Földtani Tanszékcsoporthoz, 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 szabadtéri 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. Léggör 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 mikro-környezetek hatása a humán bioklimatikus komfortérzetre. Léggör 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): Klimat 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