

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 ártalmi: 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 kondícióról készítsünk kvantitatív értékelést, mégpedig azok emberi szervezetet érintő – fiziológiai – vonatkozásairól.

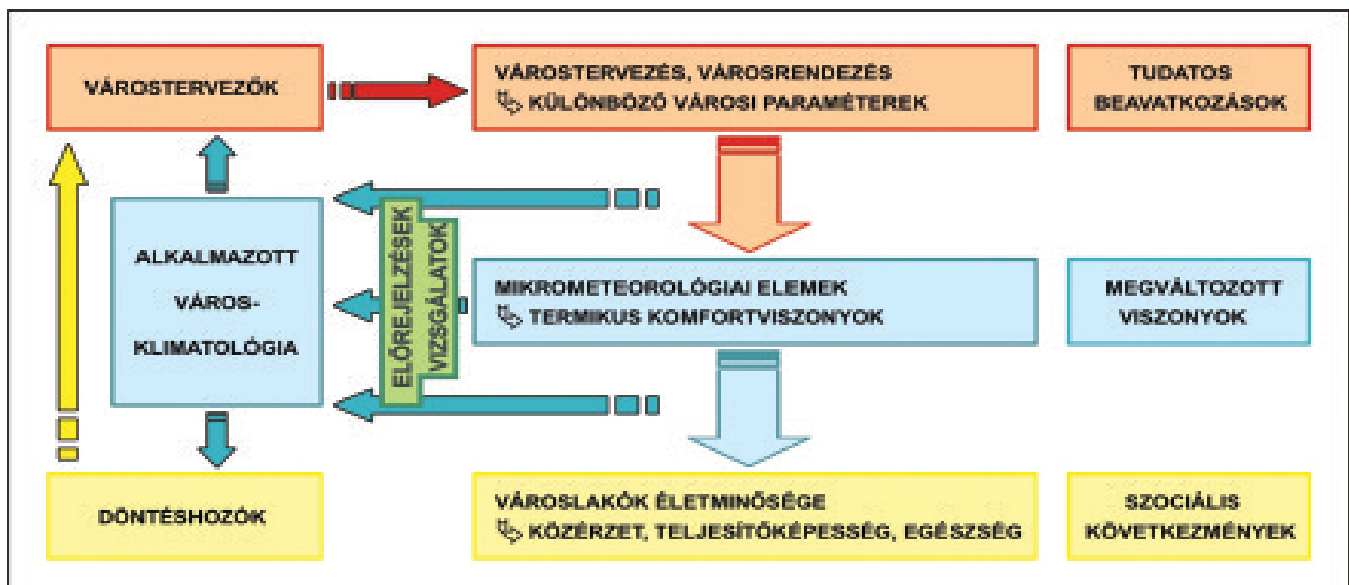
A regionális klímamodellek a nyári termikus viszonyok terhelőbbé válását vetítik elő: a Közép-

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 lepraktikusabb 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 felhűléshez, 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 (léghőmérséklet, 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 verejtékprodukcója 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 hőérzet 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	hűvös	enyhén hűvös	neutrális komfortos	enyhén meleg	meleg	forró	nagyon forró									
fiziológiai terhelés szintje	extrém	erős	mérsékelt	enyhe	nincs stressz	enyhe	mérsékelt	erős	extrém									
	hideg stressz				stressz		hőstressz											

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

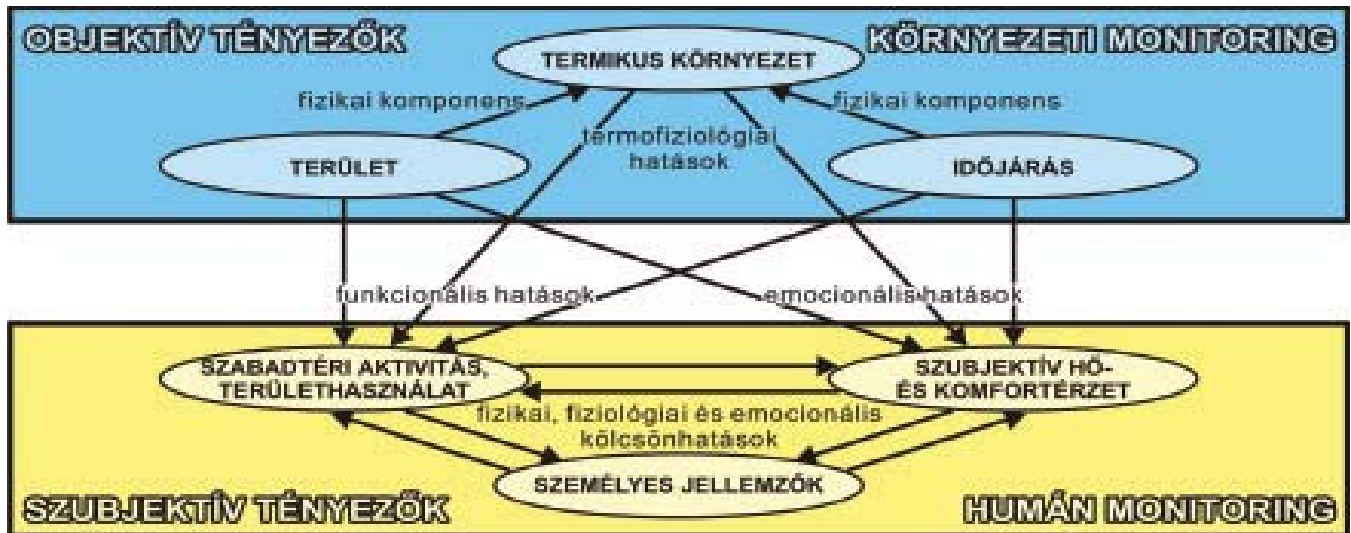
mok (indexek) segítségével tehetjük meg, melyek képesek kvantitatív módon leírni a termikus környezetnek az emberi szervezet hőszabályozására, következőképpen hő- és komfortérzetére kifejtett hatását. Eme indexek kiszámításához mindenekelőtt a léghőmérséklet, a légnedvesség, a légmozgás, valamint a (rövid- 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 műszerrel 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 felszínmorfológiai 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 léghőmérsékleteként értelmezhető ($PET = T_a$). A $PET 20 \text{ }^\circ\text{C}$ 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 (léghőmérséklet, 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-

síthetőek (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). Ezekon 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 információknak az összefüggéseit vizsgáljuk.

Egy 1997-es cambridge-i vizsgálat (1431 interjú, mobil állomással történő adatrögzítés) alapján meg erősítést 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 megkönnyítik (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, mellynél 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 változóknabbak 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 következésképpen – a szokásos értelemben vettéhez 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) Slottskogon 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 szezón 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 szélsebesség hatása viszont helyszíntől függően 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 hasonlóknak 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