

# **IV. KÁRPÁT-MEDENCEI KÖRNYEZETTUDOMÁNYI KONFERENCIA**

## **II. KÖTET**

**KÖRNYEZETVÉDELEM ÉS KÖRNYEZETTECHNOLÓGIA  
KÖRNYEZETBIOLÓGIA – TERMÉSZETVÉDELEM  
TÁJ- ÉS TELEPÜLÉSÖKOLÓGIA**

**Szerkesztő:**

**OROSZ ZOLTÁN  
SZABÓ VALÉRIA  
MOLNÁR GÉZA  
FAZEKAS ISTVÁN**

**Borítóterv:**

**SZÚCS VIKTOR  
BARÁTH ENDRE**

**DEBRECEN, 2008.**

A 2008. március 28-29-én a Debreceni Egyetem Természettudományi és  
Technológiai Kara és a  
Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem Természettudományi és Művészeti  
Kara szervezésében  
a MTA Atommagkutató Intézetének közreműködésével megrendezett  
IV. Kárpát-medencei Környezettudományi Konferencia előadásai

***A konferencia tudományos tanácsa:***

Dr. Kiss Árpád Zoltán a konferencia elnöke  
Dr. Lakatos Gyula  
Dr. Csobod Éva  
Dr. Zsuga Miklós  
Dr. Kilár Ferenc  
Dr. Mócsy Ildikó  
Dr. Kiss Ádám  
Dr. Szabó József  
Dr. Wanek Ferenc  
Dr. Borda Jenő  
Putarich Dr. Ivánszky Veronika  
Dr. Tóthmérész Béla  
Dr. Urák István  
Dr. Csorba Péter  
Dr. Konkoly Gyuró Éva

**A KIADVÁNY MEGJELENÉSÉT TÁMOGATTA:**

**KÖRNYEZETVÉDELMI ÉS VÍZÜGYI MINISZTERIUM  
MTA DEBRECENI AKADÉMIAI BIZOTTSÁGA  
DEBRECENI EGYETEM TUDOMÁNYEGYETEMI KAROK  
MERIDIÁN TÁJ- ÉS KÖRNYEZETFÖLDRAJZI ALAPÍTVÁNY**

**ISBN 978-963-06-4626-0**

Készült: a REXPO Kft. sokszorosítóüzemében, 2008-ban

Kántor Noémi<sup>1</sup> – Dr. Gulyás Ágnes<sup>2</sup> – Dr. Unger János<sup>3</sup>

## Humánkomfort-vizsgálatok Szegeden

### Abstract

The aim of the present study is the human biometeorological assessment of a square in the centre of Szeged using data collection derived from 17<sup>th</sup>, 22<sup>nd</sup> August and 12<sup>th</sup> September of 2006. We measured the meteorological factors influencing people's thermal comfort level with the help of a micro-meteorological station in order to calculate a thermal comfort index (called *Predicted Mean Vote*) with the RayMan model. Parallel a social survey was executed with structured interviews in order to determine, which factors influence people's thermal comfort sensation the most. Then we compared the answers reflecting the subjective opinion of the people staying in the area with the objective results (*PMV*) derived from the model.

### 1. Bevezetés

A légköri jelenségek emberi szervezetre gyakorolt hatásait tanulmányozó, interdiszciplináris tudományterület neve humán bioklimatológia. A városi légtér termikus állapotára vonatkozó kutatási eredményei jelentős mértékben hozzájárulhatnak az emberek közérzetének és egészségi állapotának javításához, amennyiben azokat a várostervezés ill. rendezés során figyelembe vesszük (MAYER, H. 1993). Kiváltképp fontos ez a különböző városi struktúrák közt megbúvó zöld területek esetén, hiszen sokak számára ezek adnak lehetőséget, hogy pihenésképp huzamosabb ideig a szabadban tartózkodjanak.

Egy adott területen eltöltött időnk hosszát azonban jelentős mértékben befolyásolja komfortérzetünk, amely a meteorológiai paramétereken kívül több tényezőnek is függvénye. Ezen paraméterek és tényezők szerepének a feltárásával foglalkozik a városi humán bioklimatológiai vizsgálatok egy igen jelentős hányada. A korábbi, pusztán termofiziológiai szempontok alapján (ún. komfort indexek segítségével) történő értékelés mellett manapság egyre többször kerül sor társadalmi felmérésre alapozott, szubjektív paramétereket is számításba vevő vizsgálatokra (NIKOLOPOULOU, M. – STEEMERS, K. 2003, KNEZ, I. – THORSSON, S. 2006). Ezt a nemzetközi irányvonalat igyekeztük mi is követni, amikor a SZTE Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszékének szervezésében elvégeztük egy városi terület humán bioklimatológiai értékelését.

### 2. Alkalmazott módszerek

Vizsgálatainkat 2006. aug. 17-én, 22-én valamint szept. 12-én a szegedi Aradi vértanúk terén végeztük. Mindhárom vizsgálati nap során kedvező időjárási feltételek uralkodtak: csapadék nem volt, felhők csak ritkán takarták el az eget és gyenge volt a légmozgás. A mintegy 7300 m<sup>2</sup> nagyságú Aradi teret (1. ábra) villamos sínek szelik ketté É-D-i irányban, nyugati oldalát inkább a járdákkal tagolt füves felszínnek jellemzik, míg a tér Tisza felőli

<sup>1</sup> Kántor Noémi *Szegedi Tudományegyetem, Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék, Szeged*  
E-mail: kantor.noemi@geo.u-szeged.hu

<sup>2</sup> Dr. Gulyás Ágnes *Szegedi Tudományegyetem, Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék, Szeged*  
E-mail: agulyas@geo.u-szeged.hu

<sup>3</sup> Dr. Unger János *Szegedi Tudományegyetem, Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék, Szeged* E-mail: unger@geo.u-szeged.hu

részen főleg a burkolt felszínek dominálnak. A vegetációs időszakban számos fa nyújt árnyékot mindkét oldalon, ami a gondozott virágágyásokkal együtt a térnek parkos attitűdöt kölcsönöz.

A tanulmány során kétféle módszert alkalmaztunk annak érdekében, hogy minél pontosabb képet kaphassunk a téren kialakuló termikus körülményekről, ill. az emberek komfortérzetéről. Az ún. objektív módszer alapjául meteorológiai paraméterek helyszíni mérése szolgált, melyekből napjaink egyik leggyakrabban alkalmazott bioklíma modellje, a RayMan (MATZARAKIS, A. et al. 2007) segítségével előállítottuk a *PMV* (Predicted Mean Vote) nevű humán bioklimatológiai mérőszámot. Ez az eredetileg beltéri alkalmazásra kifejlesztett komfort index megmutatja, hogy adott klimatikus paraméterekkel jellemezhető környezetben – bizonyos aktivitásszint és ruházat általi hőszigetelés esetén – az emberek átlagosan hogyan jellemeznék hőérzetüket egy 7 pontos (-3-tól +3-ig terjedő) skála segítségével (MAYER, H. 1993). Későbbiek során az indexet alkalmassá tették a kültéri alkalmazásra is, s minthogy a szabadban -3-nál alacsonyabb és +3-nál magasabb *PMV* értékek is előfordulhatnak, szükségessé vált a skála 9-fokozatúvá bővítése. Ez az ún. ASHRAE komfort skála a 0 érték körül indikál komfortos állapotot, az ettől mindinkább eltérő értékek növekvő diszkomfortot, valamint stressz szintet jeleznek (1. táblázat).



4. ábra. A mintaterületről készült fényképek

3. táblázat. A *PMV* értékek értelmezését segítő hőérzet-skála, ill. a hozzá köthető terhelési szintek

PMV	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
Hőérzet	nagyon hideg	hideg	hűvös	enyhén hűvös	komfortos	enyhén meleg	meleg	forró	nagyon forró
Fiziológiai stressz szintje	extrém	erős	mérsékelt	enyhe	nincs stressz	enyhe	mérsékelt	erős	extrém
	hidegstressz					hőstressz			

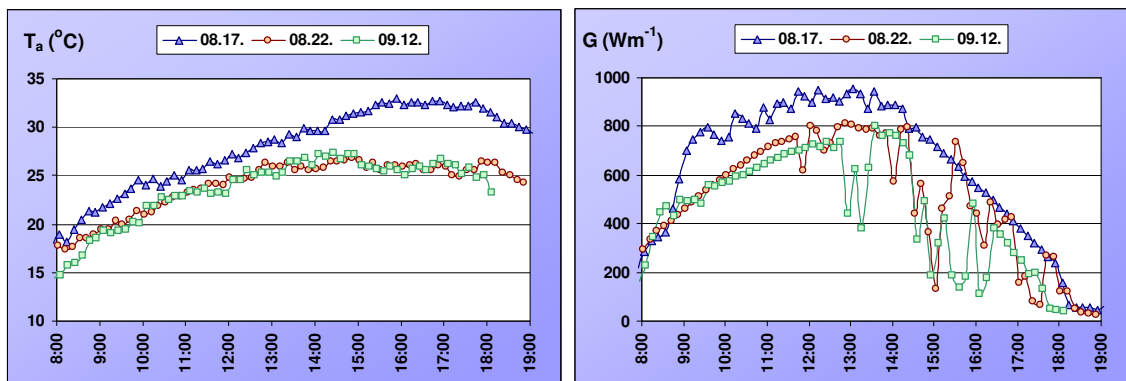
Az index kiszámításához a RayMan modell által igényelt adatok 3 csoportra oszthatók: meteorológiai adatok, felszínmorfológiai adatok és személyes adatok. A léghőmérséklet ( $T_a$ ), a szélesség ( $v$ ), a relatív légnedvesség ( $RH$ ) és a globálsugárzás ( $G$ ) 10 perces átlagértékeit egy HWI típusú, Vaisala és Kipp&Zonen szenzorokkal felszerelt meteorológiai állomással mértük, melyet a tér egy olyan pontjára helyeztünk, ahol egész nap érte a direkt sugárzás. A mérések az első két alkalommal 8-19 óráig, míg szeptember 12-én 8-18 óráig tartottak. A felszínmorfológiai jellemzők csoportja tartalmazza a mérési pont körüli 240×240 m-es területen lévő épületek és fák – a vizsgálati ponthoz viszonyított – relatív koordinátáit és

legfontosabb méreteit. A modell által igényelt személyes adatok betáplálásával egy 35 éves, 1,75 m magas, 75 kg-os, nyári ruhát viselő, ülő férfi esetére végeztük el a *PMV* becslését.

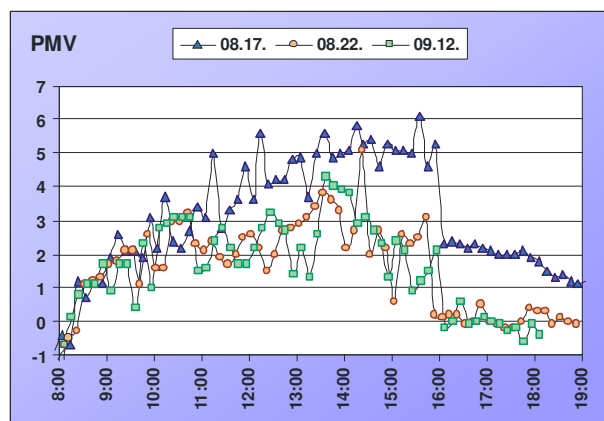
A meteorológiai mérésekkel párhuzamosan kérdőíves formában kivitelezett társadalmi felmérés is zajlott (szubjektív módszer) annak érdekében, hogy a területet látogató emberek válasza alapján pontosabb képet alkothassunk a szabadterén kialakuló termikus komfortérzetet befolyásoló tényezőkről. A 3 nap alatt összesen 844 kitöltött kérdőív született véletlenszerűen kiválasztott emberek válaszaiból. A kérdőív összeállításánál kis módosításokkal a KNEZ, I. – THORSSON, S. (2006) felmérései során alkalmazott kérdéseket vettük alapul.

Először feljegyeztük a kérdezett személyek pozícióját (napon/árnyékban, ülő/álló/sétáló) ruházatát, nemét és korát, valamint, hogy mennyi ideje tartózkodnak a szabadban ill. az adott területen. Ezek után a kiválasztott emberek értékelték az adott nap időjárását (hideg/meleg, szélcsendes/szeles, száraz/párás, szabadtéri tevékenységre alkalmatlan/alkalmas), a tér pillanatnyi körülményeit (hideg/meleg, szélcsendes/szeles, száraz/párás, kellemetlen/kellemes), hogy pillanatnyilag hogyan érzik magukat (fáradt/kipihent, szomorú/boldog, ideges/nyugodt), s hogy városi vagy inkább vidéki környezetben töltik el szívesebben szabadidejüket. Ezek mellett a résztvevők egy 9-fokozatú (-4-től +4-ig tartó) skálán kiválasztották az aktuális termikus komfortérzetüknek megfelelő értéket, ami a külföldi tanulmányok ún. ASV (Actual Sensation Vote, aktuális hőérzetről alkotott vélemény) értékének feleltethető meg (KNEZ, I. – THORSSON, S. 2006).

### 3. Eredmények és értékelésük

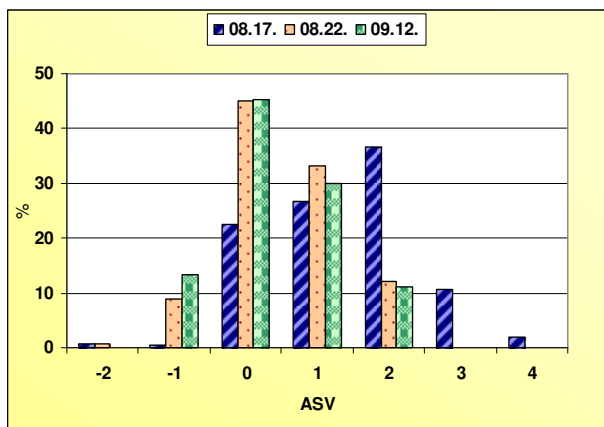


2. ábra. A három vizsgálati nap alatt mért léghőmérséklet és globálisugárzás értékek



3. ábra. A PMV értékek napi alakulása a különböző vizsgálati napokon

A három vizsgálati nap közül az első jellemezhető termikus szempontból a legterhelőbb körülményekkel, a számított indexértékek nem egyszer jócskán meghaladták az extrém hőstressz tartomány alsó határát (1. táblázat). A szélsőségesen nagy terhelés hátterében elsősorban a magas léghőmérséklet és az erős sugárzási értékek állnak (2. ábra). A másik két vizsgálati napon ennél mérsékeltbb termikus terhelés érte az emberek szervezetét, bár ekkor is szép számmal fordultak elő indexértékek a meleg és a forró tartományokban (3. ábra). Minthogy az emberek termikus komfortérzetét napos nyári szituációkban elsősorban az határozza meg, hogy sugárzás szempontjából milyen környezetben vannak, így a szabadtéri komfort indexek, s így a *PMV* kiszámításánál is a radiációs viszonyoké a főszerep.



4. ábra. Az emberek termikus komfortérzetét jellemző ASV értékek %-os megoszlása a 3 vizsgálati napon

A meginterjúvált személyek többsége a fiatalabb korosztályokból került ki, s többnyire a tér árnyékot nyújtó lehetőségeit választotta. A megkérdezettek nagy része inkább melegnek, száraznak és szélcsendesnek találta az adott napok időjárását, és kimagaslóan nagy részük vélte szabadtéri tevékenységre alkalmasnak. A tér pillanatnyi termikus jellemzőit az emberek majdnem ugyanilyen eloszlással jellemezték. Nagyobb részük inkább jókedvűnek és nyugodtnak vallotta magát, a városi-vidéki attitűdre ill. a kipihentségre vonatkozó eredmények viszont nem mutattak eltolódást a skála egyik irányába sem. Az ASV augusztus 17-ei értékeinek többsége távolabb esik a komfortos szinttől (4. ábra), ami megfelel az objektív módszer által jelzett terhelőbb körülményeknek.

Kérdés, hogy az olyan, vizsgálati személyenként eltérő paraméterek, mint a pozíció, a kor, a nem, vagy az időjárási körülmények ill. a pillanatnyi közérzet értékelése van-e, és ha igen akkor milyen befolyással a vizsgálati napok átlagos ASV értékeire (2. táblázat). Persze némelyik tényező hatása a termikus komfortérzetre teljesen evidens. Azok, akik melegnek és kellemetlennek találták a területet adott pillanatban, átlagosan jóval magasabb ASV értéket választottak. Az árnyékban elhelyezkedő és az ülő pozíciójú interjú alanyok ASV-je alacsonyabbnak adódott, vagyis közelebb esett a komfortos értékekhez. Ezen a ponton érdemes megjegyezni, hogy Aradi tér kialakítása révén lehetővé teszi, hogy a huzamosabb ideig ott tartózkodó személy változatos mikroklímájú környezetek közt választhasson. Magas arányban képviselteti magát a vegetáció, ami egyrészt esztétikussá és hangulatossá teszi a területet, másrészt a fáknek köszönhetően jelentős mennyiségű árnyékot szolgáltat, ami a meleg és forró periódusok alkalmával komfortosabbá teszi a tér termikus körülményeit.

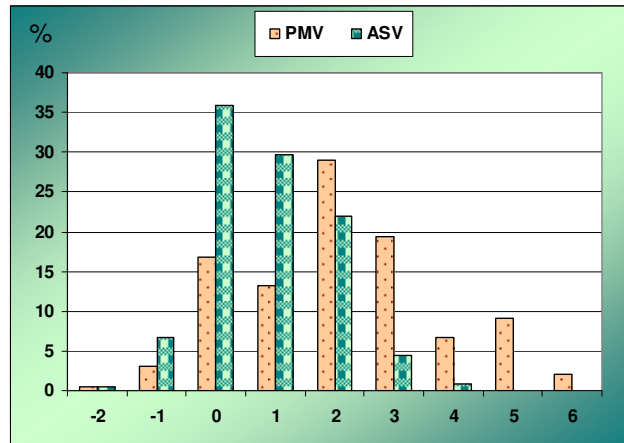
4. táblázat. A vizsgálati napokon jelentkező átlagos ASV értékek a megkérdezett személyek bizonyos jellemzői alapján

		NAPOK			
		8. 17.	8. 22.	9. 12.	összes
<b>Pozíció</b>	ülő	1,197	0,444	0,233	0,657
	álló	1,462	0,407	0,506	0,939
	sétáló	1,603	0,571	0,667	1,018
	napon	1,650	0,670	0,533	0,979
	árnyékban	1,262	0,355	0,304	0,738
<b>Nem</b>	férfi	1,369	0,443	0,392	0,774
	nő	1,383	0,486	0,392	0,857
<b>Kor</b>	< 35	1,464	0,500	0,416	0,822
	35 - 65	1,240	0,375	0,222	0,856
	66 <	1,130	0,440	0,125	0,679
<b>A terület pillanatnyi értékelése</b>	hideg	0,400	-0,125	-0,125	0,000
	meleg	1,554	0,719	0,592	1,096
	kellemetlen	2,256	1,333	1,333	2,055
	kellemes	1,125	0,425	0,384	0,667
<b>Közérzet</b>	fáradt	1,633	0,486	0,357	0,915
	kipihent	1,254	0,485	0,264	0,750
	szomorú	1,824	0,536	0,133	0,800
	jókedvű	1,374	0,490	0,410	0,845
	ideges	1,800	0,636	0,037	0,822
	nyugodt	1,318	0,444	0,445	0,818
<b>Attitűd</b>	városi	1,301	0,589	0,313	0,800
	vidéki	1,414	0,333	0,491	0,850

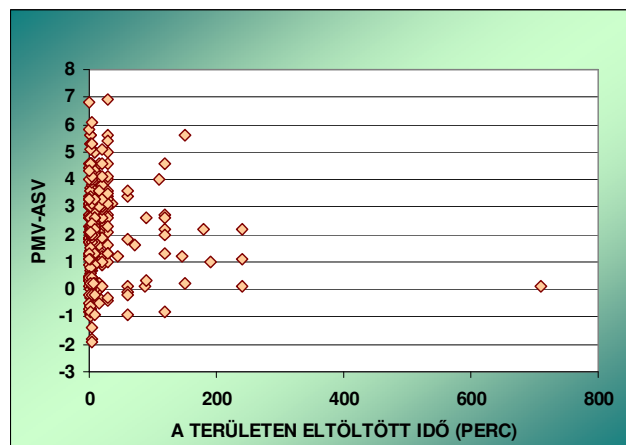
Az eredmények alapján a kornak van egy kevés befolyása a termikus komfortérzetre (a fiatalabbak átlagos ASV-je némiképpen magasabb), a nemek közt viszont nem találtunk ez esetben eltérést (2. táblázat). Bár az interjúalanyok közérzete és attitűdje szempontjából is vártunk némi tendenciát az átlagos ASV értékek alakulásában, csupán a fáradt/kipihent kategória esetében mutatható ki némi összefüggés (a fáradtabb emberek átlagos ASV-je magasabb), míg a többi esetében eltérő trendeket tapasztalhatunk a különböző napok között.

Összehasonlítva a modell által számított PMV-t az emberek hőérzetét tükröző ASV-vel azt találjuk, hogy az utóbbi értékei jóval nagyobb arányban fordulnak elő a komfortos tartományban és annak közelében, és szinte alig esnek az extrém stressz-szintet jelző kategóriákba (5. ábra). A magyarázat abban keresendő, hogy az emberek jóval szélsőségesebb körülményekre vannak felkészülve a szabadban való tartózkodásuk során, ami a skála komfortos (és a többi) tartományának kiszélesedéséhez vezet. Az alkalmazott indexek viszont beltéri referenciakörülményekre vonatkoznak, és a zárt terek esetén használt komfortzónákkal összefüggésben lettek kifejlesztve, ahol is ezek a zónák jóval szűkebbek, köszönhetően az épületekben elvárható, mesterségesen kellemes szinten tartott termikus körülményeknek. Ugyancsak ezzel indokolható az is, hogy a számított PMV értékek némelyike még a kibővített hőérzet-skála határait is túllépi.

Amennyiben az adott személy hosszabb időt töltött el a vizsgált területen, úgy kimutathatóan kisebb mértékben tért el az általa adott ASV érték az aktuálisan fennálló PMV-től (6. ábra). Eszerint a RayMan és a hozzá hasonló modellek inkább a hosszabb-távú szabadtéri komfort-értékelések során nyújtanak reális végeredményt, s nem kifejezetten alkalmasak az adott környezeti feltételeknek rövid ideig kitett emberek komfort-érzetének megbecslésére.



5. ábra. A számított PMV és a kérdőívekből ASV értékek előfordulási gyakorisága a 3 nap adatai alapján



6. ábra. A megkérdezett személyek ASV értékeinek eltérése az interjú időtartama alatt jellemző PMV értékektől a téren eltöltött idő függvényében az első vizsgálati napon

#### 4. Következtetések, kitekintés

A szegedi vizsgálat legfontosabb célja az volt, hogy az alkalmazott módszerek (objektív mérésekkel szimultán társadalmi felmérések) tekintetében a jelenlegi trendeket követve, segítse Magyarország felzárkózását e tudományág nemzetközi képviselőihez. A szubjektív értékelésen alapuló és a modellel számított hőérzetet kifejező mérőszámok értékeinek szignifikáns különbsége indokolható azzal, hogy a RayMan-hez hasonló („steady-state”) modellek nem kifejezetten alkalmasak a rövid ideig tartó expozíció vizsgálatára (ami viszont szabadtéri esetben rendkívül gyakori), másrészt magyarázható a beltéri standard komfortzóna határok módosítás nélküli – szabadtéri komfortvizsgálatra történő – alkalmazásával is. A probléma megoldására a következő javaslatot tesszük: Alkalmazzuk a PMV-t és a hozzá hasonló indexeket elsősorban, mint stressz indexet, de ne rendeljünk hozzá minden területen és minden időszakban alkalmazható fix komfortzóna-határokat. Utóbbiak ugyanis a szabadban rendkívül változékonyak, és nem csak évszakonként vagy klímazónánként, hanem személyenként is különbözhetnek.

Ha azt szeretnénk megjósolni, hogy egy terület termikus komfort szempontból megfelelő-e, akkor az időszakhoz (évszak ill. napszak) és a célcsoport jellemzőihez (pl. kor, aktivitás, jellemző ruházat) igazított termikus komfortzónahatárookra lesz szükségünk. Ezek



kifejlesztéséhez több részletre kiterjedő, több helyszínen és az évnek több szakaszában elvégzendő humán bioklimatológiai vizsgálatokat tervezünk. Ennek megvalósítását a hagyományos, objektív módszerrel kombinált index-számítással, társadalmi felméréssel, valamint az emberek viselkedésének, reakcióinak megfigyelésével kívánjuk végrehajtani. A cél az, hogy olyan tanácsokkal szolgálhassunk a várostervezés ill. rendezés számára új területek kialakítása, valamint a meglévők (lehetséges) módosítása terén, amelyek megfogadásával a területen kialakuló komfortérzet kedvezőbb irányban módosul.

### Irodalom

- KNEZ, I. – THORSSON, S. (2006) Influences of culture and environmental attitude on thermal, emotional and perceptual evaluations of a public square. *Int. J. Biometeorol.* 50, pp. 258-268.
- MATZARAKIS, A. – RUTZ, F. – MAYER, H. (2007) Modelling radiation fluxes in simple and complex environments - application of the RayMan model. *Int. J. Biometeorol.* 51, pp. 323-334.
- MAYER, H. (1993) Urban bioclimatology. *Experimenta*, 49, pp. 957-963.
- NIKOLOPOULOU, M. – STEEMERS, K. (2003) Thermal comfort and psychological adaptation as a guide for designing urban spaces. *Energy and Buildings*, 35, pp. 95-101.