

AKTUÁLIS METEOROLÓGIAI-KLIMATOLÓGIAI KUTATÁSI TÉMÁK AZ SZTE ÉGHAJLATTANI ÉS TÁJFÖLDRAJZI TANSZÉKÉN

Gál Tamás, Unger János

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

e-mail: tgal@geo.u-szeged.hu

Bevezetés

Az SZTE TTIK Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszéke szerteágazó oktatási-kutatási profillal rendelkezik. A tanszéken folynak tájökölógiai, karsztökölógiai kutatások is, azonban a fő kutatási terület kétségkívül meteorológiai-klimatológiai jellegű. Ezen vizsgálatokon belül a három fő irányzat a városklimatológia, humán bioklimatológia és pollenterjedés meteorológiai elemzése.

A tanszéken meteorológiai-klimatológiai kutatásokkal 4 minősített oktató, 5 PhD hallgató és számos graduális hallgató foglalkozik. E kutatási témákkal kapcsolatosan az elmúlt két évtizedben nyolcan szereztek PhD fokozatot, ketten habilitáltak és egy fő szerzett MTA doktora címet. Az utánpótlás nevelést és a hallgatók kutatásba történő bevonását jól példázza, hogy 16 OTDK és OFKD helyezést, különdíjat kaptak hallgatóink olyan dolgozatokkal, amelyek a jelenleg is zajló projektekhez kapcsolódtak. A tanszék számos hasonló profilú hazai és külföldi kutatóintézménnyel tart fenn kutatási együttműködést.

Városklimatológia

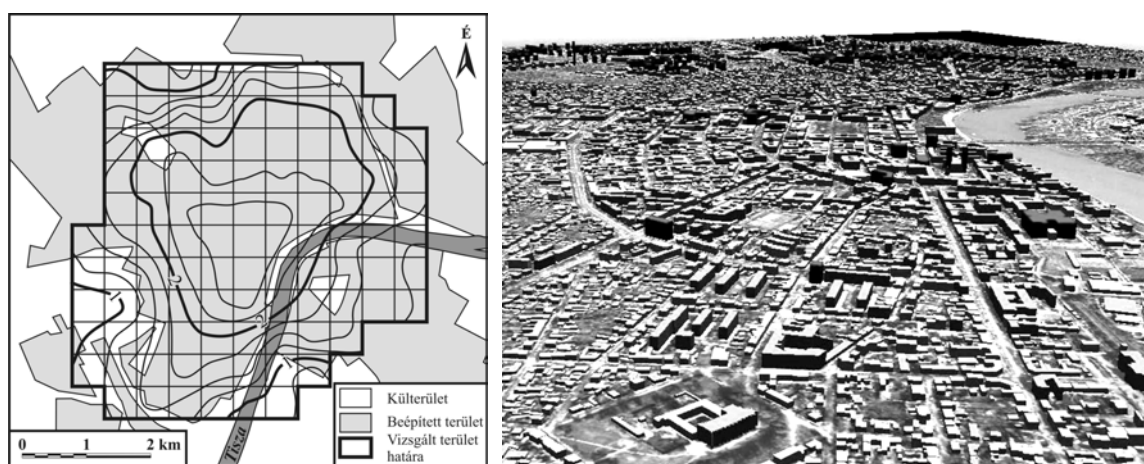
A városklimatológiai vizsgálatok a városi területeken a beépített terület és a regionális éghajlat kölcsönhatásának eredményeként kialakuló helyi éghajlat elemzésére koncentrálnak. A kutatás fontosságát indokolja, hogy Magyarországon a lakosság közel 70%-át érintik a mesterségesen létrehozott városi környezet terhelései: a környezetszennyezés, a zaj, a fel fokozott élettempóval együtt járó stressz és a városi légtér – a természetes környezethez képest – megváltozott fizikai paraméterei, vagyis az eltérő klimatikus körülmények. Egy szerűen fogalmazva az utcák, terek, parkok és udvarok mind sajátos mikroklímával rendelkeznek és e mikroklímák eredőjeként kialakul egy jellegzetes helyi éghajlat, a városklíma. Mivel városklíma sajátosságait befolyásoló tényezők között vannak az emberi tevékenységek hatásaival kapcsolatos, „szabályozható” tényezők (városméret, -szerkezet, aktivitás) a városrendezés és -tervezés (szabályozási és beépítési tervek, közút és közműtervezés ill. szabadtér-épészeti tervezés) során a városok klimatikus jellegzetességei bizonyos határon belül az igényeknek megfelelően alakíthatók.

A szegedi városklimatológiai kutatások a 1990-es években indultak (Unger, 1992; Unger, 1996). Az első jelentős projektek az 1999/2000-ben és 2002/2003-ban tartott egy-egy éves, szegedi mintaterületen végzett mobil hőmérsékletmérési kampányok, melyek eredményeképpen a városi hősziget (urban heat island - UHI) térbeli szerkezetének és dinamikájának elemzéséhez szükséges adatbázist sikerült létrehozni (1.a ábra).

Ez a nemzetközi viszonylatban is egyedinek tekinthető hősziget adatbázis számos új kutatás beindulását tette lehetővé. Az első ilyen vizsgálatok az UHI keresztmetszet menti szerkezetére (Unger et al. 2001a), az UHI és a beépítettség kapcsolatának elemzésére koncentráltak (Unger et al., 2001b; Bottyán and Unger, 2003) és végeredményként kifejlesztésre került egy olyan eljárás, amellyel lehetséges az évi átlagos UHI előrejelzése kizárólag

műholdképekből kiértékelhető beépítettségi paraméterek alapján (Balázs *et al.*, 2009). A továbbiakban sor került az UHI területi eloszlásának tipizálására is (Unger *et al.* 2010a).

A városi felszínnek nem csak a horizontális értelemben változásai hatnak az UHI területi szerkezetére, hanem az összetett 3D geometria is jelentős szerepet játszik a városi tetőszint rétegben (Urban Canopy Level – UCL) a léghőmérséklet értékét kialakító fizikai folyamatokban. Ezen jelenségek vizsgálatára a tanszéken egy több évig tartó mérési kampány kezdődött, amelynek célja az volt, hogy légifotókon végzett magasságmérések alapján létrejöjjön egy részletes városi épület adatbázis (Unger *et al.*, 2006; Sümeghy *et al.*, 2011). Ez az adatbázis (1.b ábra) lehetőséget teremtett az égboltláthatóság meghatározására, amellyel jól kapcsolatba hozható az UCL éjjeli lehüléseinek folyamata, így ismeretében jelentősen könnyebb az UHI becslése (Unger, 2006; Gál *et al.*, 2007; Gál *et al.*, 2009; Hämmerle *et al.*, 2011).



1. ábra: Az évi átlagos városi hősziget izotermáinak területi szerkezete Szegeden (balra), valamint a szegedi 3D épület adatbázis egy részlete (jobbra).

A 3D épület adatbázis alapján nem csak a városi hősziget jelenségét lehet elemezni. Az egyik ilyen vizsgálat keretében a városi felszín légáramlás lassító hatását jellemző felszínérdeesség számítására szolgáló eljárás került kifejlesztésre (Gál and Unger, 2009). Továbbá az adatbázis alapján készültek elemzések a városi területek potenciálisan kinyerhető napenergia mennyiségének a becslésére is (Gál és Unger, 2011).

A városklimatológia területén belül a városi felszínhőmérséklet és léghőmérséklet kapcsolatának elemzésére is irányultak vizsgálatok (Unger *et al.*, 2010b). Egy további projekt azt célozta meg, hogy a beépítettség alapján becsült UHI és a lokális klímazónák feltérképezése alapján hogyan lehet megtalálni egy telepítendő UHI mérőhálózat állomásainak optimális helyeit (Unger *et al.*, 2011).

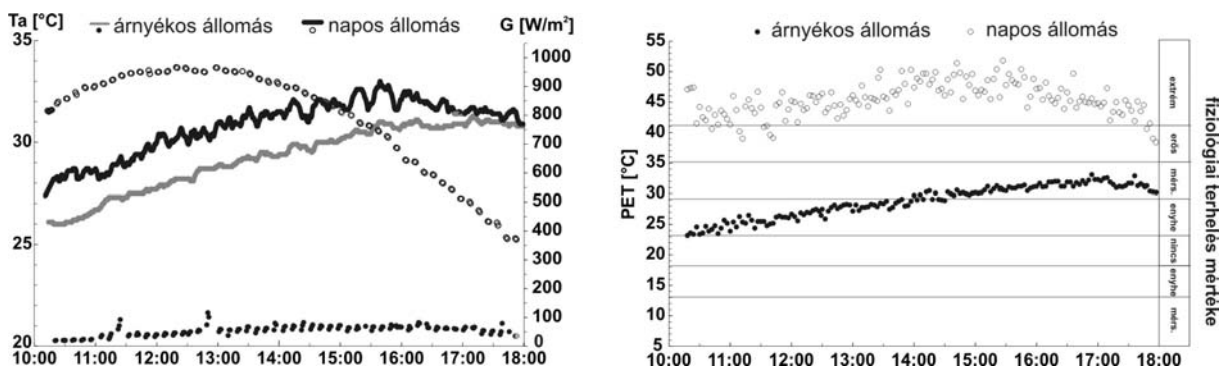
A tanszéken az elmúlt években kezdődtek meg a numerikus szimulációs eszközök UHI becslésére történő alkalmazása, jelenleg is zajlik a munka az Országos Meteorológiai Szolgálattal együttműködve az Aladinnal kapcsolatos futó városi energiaegyenleg (SURFEX-TEB) szoftverrel, valamint tervezzük a WRF alkalmazását is.

A jelenleg zajló és a közeljövőben tervezett projektek főbb témái a következők: (i) a városi 3D épület adatbázis növényzeti adatokkal való kibővítése és klimatológiai alkalmazása, (ii) mérőhálózat telepítése az UHI területi szerkezetének valós idejű követésére, (iii) az UHI rövidtávú előrejelzésére alkalmas eljárás kifejlesztése.

Humán bioklíma

A városokban a megváltozott klimatikus viszonyok miatt az emberi szervezetre gyakorolt hatás is módosul, ami jelentősen befolyásolja az ott élők termikus komfort érzetét, egészségi állapotát, teljesítőképességét. A városi éghajlat természetestől eltérő jellege és a hősziget jelenségével kapcsolatosan is emelkedő bioklimatikus stressz szaporodó egészségügyi problémákat is jelenthet a lakosság számára. A kérdés különösen nagy hangsúlyt kap manapság, amikor e folyamat együtt jár a klíma globális szintű megváltozásával, melynek várható következménye, hogy az emberi szervezetet ért klimatikus terhelés még erőteljesebben változik. Részben ennek a kihívásnak köszönhetően a klimatikus viszonyok emberi szervezetre gyakorolt hatásait kutató humán bioklimatológia napjainkban az egyik legdinamikusabban fejlődő részterület a klimatológián belül.

A tanszék ez irányú vizsgálatait az 1990-es évek végén kezdődtek első lépésben a szege-di külterületi és belterületi mért adatok alapján a városklíma humán komfortra gyakorolt hatásának elemzésével (Unger, 1999). A későbbiekben számos mérést és modellezést alkalmazó vizsgálatot végeztünk, amelyek kisebb városi területek (utcák, parkok) mikroklimatológiai és – humán komfort indexeket (pl. Physiologically Equivalent Temperature, PET) alkalmazva – a termikus komfort viszonyok törvényszerűségeinek feltárására irányultak (2. ábra) (Gulyás et al., 2006; Kántor and Unger, 2010). Jelenleg is zajlik egy már több éve tartó terepi mérést és kérdőívezést is alkalmazó projekt, melynek célja rávilágítani a városi mikrokozmoszok bioklimatikus variabilitására, figyelembe véve az emberek szubjektív hőérzetét is (Unger et al., 2005; Gulyás et al., 2006; Kántor et al., 2010a; 2010b; 2012a, 2012b).



2. ábra: A PET index és a főbb meteorológiai állapotjelzők alakulása 2011. július 12-én Szeged egy parkjában.

A mikro léptékű elemzések mellett lokális léptékben is zajlanak vizsgálatok, melyek feltárták a város és a környezete közötti humán bioklimatikus különbségek alapjellegzetességeit, a meteorológiai paraméterek és a fiziológiai stressz mértéke közötti statisztikai összefüggéseket (Gulyás et al., 2010). A földrajzi és a bioklimatológiai információk nagyléptékű összekapcsolásával elsőként került megrajzolásra Magyarország humán bioklíma térképe (Gulyás and Matzarakis, 2009).

A pollenek koncentrációi, transzportja, egészségi összetevői és trendjei a meteorológiai elemekkel összefüggésben

Magyarország lakosságának kb. 30%-a valamilyen allergiás betegségben szenved, ezek 65%-a pollenérzékeny, s ennek az érzékenységnak legalább 60%-a a parlagfű pollenjétől ered. A magyar Alföld a parlagfű pollenjével a leginkább veszélyeztetett terület nemcsak a Kárpát-medencében, hanem egész Európát tekintve, sőt világméretekben is. A parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia* = *Ambrosia elatior*) pollenje az összes taxonét tekintve a legagresszívabb. Klinikai vizsgálatok bebizonyították, hogy ez az allergén pollen a legkiterjedtebb, a legkomolyabb egészségügyi következményekkel járó és a legtartósabb pollinózis fő okozója.

A kutatási projektben szegedi adatok alapján elemzzük a pollen időbeli karakterisztikáit (a pollenszezon első és utolsó napja, a pollinációs időszak hossza), mennyiségi karakterisztikáit (átlagos napi pollenkoncentráció, maximális napi pollenkoncentráció, évi összes pollenzám, a legsúlyosabb pollenterhelés időszaka, adott küszöbértéket meghaladó pollenkoncentrációk, trendek), valamint azok kapcsolatát a meteorológiai elemekkel (*Makra et al.*, 2004; 2007).

Vizsgáltuk a pollen hosszútávú transzportját is, amely szerint a nagy távolságból szállított *Ambrosia* pollen fő áramlási pályái ÉNy-Európa, Közép-Európa és É-Európa felől érkező backward trajektóriákhoz kapcsolódnak. Jelentős pollenforrásnak számít Közép-Európa, nevezetesen a Kárpát-medence, magyarországi csúcskoncentrációkkal (*Makra et al.*, 2007; 2010).

Elemizzük a biológiai (pollen), kémiai és meteorológiai elemeknek a légúti betegségek kialakulására gyakorolt együttes hatását is. Az eredmény alapján az *Ambrosia* pollen szerepe a legfontosabb a légúti megbetegedések kialakulásában, ugyanakkor a kémiai és a meteorológiai paraméterek súlya kisebb és a korcsoportok, illetve a vizsgált időszak szerint változik. A szélsőségek meglepően jelentős és negatív kapcsolatot mutat a légúti megbetegedésekkel (*Makra et al.*, 2008).

Hivatkozások

- Balázs, B., Unger, J., Gál, T., Sümegehy, Z., Geiger, J., Szegedi, S., 2009: Simulation of the mean urban heat island using 2D surface parameters: empirical modeling, verification and extension. *Meteorological Applications* 16, 275–287.
- Bottyán, Z., Unger, J., 2003: A multiple linear statistical model for estimating mean maximum urban heat island. *Theoretical and Applied Climatology* 75, 233–243.
- Gál, T., Rzepa, M., Gromek, B., Unger, J., 2007: Comparison between Sky View Factor values computed by two different methods in an urban environment. *Acta Climatologica et Chorologica* 40-41, 17–26.
- Gál, T., Unger, J., 2009: Detection of ventilation paths using high-resolution roughness parameter mapping in a large urban area. *Building and Environment* 44, 198–206.
- Gál, T., Unger, J., 2011: Tetők potenciális szoláris energia-bevételének kiszámítása egy belvárosi területen. *Magyar Épületgépészet* 60(10), 7–10.
- Gál, T., Lindberg, F., Unger, J., 2009: Computing continuous sky view factor using 3D urban raster and vector data bases: comparison and application to urban climate. *Theoretical and Applied Climatology* 95, 111–123.
- Gulyás, Á., Matzarakis, A., 2009: Seasonal and spatial distribution of PET – Physiologically Equivalent Temperature – index in Hungary. *Időjárás* 113, 221–231.

- Gulyás, Á., Unger, J., Matzarakis, A., 2006: Assessment of the microclimatic and human comfort conditions in a complex urban environment: Modelling and measurements. *Building and Environment* 41, 1713–1722.
- Gulyás, Á., Matzarakis, A., Unger, J., 2010: Comparison of the urban-rural thermal comfort sensation in a city with warm continental climate. *Wiss Ber Meteor Inst Univ Freiburg* 20, 473–478.
- Hämmerle, M., Gál, T., Unger, J., Matzarakis, A., 2011: Comparison of models calculating the sky view factor used for urban climate investigations. *Theoretical and Applied Climatology* 105, 521–527.
- Kántor, N., Unger, J., 2010: Benefits and opportunities of adapting GIS in thermal comfort studies in resting places: An urban park as an example. *Landscape and Urban Planning* 98, 36–46.
- Kántor, N., Unger, J., 2011: The most problematic variable in the course of human-biometeorological comfort assessment of the mean radiant temperature. *Central European Journal of Geosciences* 3, 90–100.
- Kántor, N., Gulyás, Á., Unger, J., 2010a: Komplex humánkomfort vizsgálatok városi környezetben - I. rész. *Légekör* 55, 108–114.
- Kántor, N., Gulyás, Á., Égerházi, L., Unger, J., 2010b: Komplex humánkomfort vizsgálatok városi környezetben - II. rész. *Légekör* 55, 115–126.
- Kántor, N., Égerházi, L., Unger, J., 2012a: Subjective estimations of thermal environment in recreational urban spaces - Part 1: investigations in Szeged, Hungary. *International Journal of Biometeorology*, DOI 10.1007/s00484-012-0523-0.
- Kántor, N., Unger, J., Gulyás, Á., 2012b: Subjective estimations of thermal environment in recreational urban spaces - Part 2: international comparison. *International Journal of Biometeorology*, DOI 10.1007/s00484-012-0564-4.
- Makra, L., Juhász, M., Borsos, E., Bécsi, R., 2004: Meteorological variables connected with airborne ragweed pollen in Southern Hungary. *International Journal of Biometeorology*, 49(1), 37–47.
- Makra, L., Pálfi, S., Gál, A., Biró, L., 2007: Long Distance Transport of Ragweed Pollen to Southern Hungary. *Epidemiology*, 18(5), S8–S8. Suppl. S.
- Makra, L., Juhász, M., Mika, J., Bartzokas, A., Bécsi, R., Sümeghy, Z., 2007: Relationship between the Péczely's large-scale weather types and airborne pollen grain concentrations for Szeged, Hungary. *Grana*, 46(1), 43–56.
- Makra, L., Tombácz, Sz., Bálint, B., Sümeghy, Z., Sánta, T., Hirsch, T., 2008: Influences of meteorological parameters and biological and chemical air pollutants to the incidence of asthma and rhinitis. *Climate Research*, 37(1), 99–119.
- Makra, L., Sánta, T., Matyasovszky, I., Damialis, A., Karatzas, K., Bergmann, K.C., Vokou, D., 2010: Airborne pollen in three European cities: Detection of atmospheric circulation pathways by applying three-dimensional clustering of backward trajectories. *Journal of Geophysical Research-Atmospheres*, 115, D24220.
- Sümeghy, Z., Gál, T., Unger, J., 2011: Szeged 3D városmodellje. *Geodézia és Kartográfia* 63(1), 13–16.
- Unger, J., 1992: Diurnal and annual variation of the urban temperature surplus in Szeged, Hungary. *Időjárás* 96, 235–244.
- Unger, J., 1996: Heat island intensity with different meteorological conditions in a medium-sized town: Szeged, Hungary. *Theoretical and Applied Climatology* 54, 147–151.
- Unger, J., 1999: Comparisons of urban and rural bioclimatological conditions in the case of a Central-European city. *International Journal of Biometeorology* 43, 139–144.

- Unger, J., 2006: Modelling of the annual mean maximum urban heat island with the application of 2 and 3D surface parameters. *Climate Research* 30, 215–226.
- Unger, J., Sümeghy, Z., Zoboki, J., 2001a: Temperature cross-section features in an urban area. *Atmospheric Research* 58, 117–127.
- Unger, J., Sümeghy, Z., Gulyás, Á., Bottyán, Z., Mucsi, L., 2001b: Land-use and meteorological aspects of the urban heat island. *Meteorological Applications* 8, 189–194.
- Unger, J., Gulyás, Á., Matzarakis, A., 2005: Eltérő belvárosi mikrokörnyezetek hatása a humán bioklimatikus komfortérzetre. *Légekör* 50, 9–14.
- Unger, J., Gál, T., Kovács, P., 2006: A városi felszín és a hősziget kapcsolata Szegeden, 1. rész: térinformatikai eljárás a felszíngeometria számszerűsítésére. *Légekör* 51(3), 2–9.
- Unger, J., Sümeghy, Z., Szegedi, S., Kiss, A., Gécz, R., 2010a: Seasonal patterns of the urban heat island and generalisation of the individual cases. *Physics and Chemistry of the Earth* 35, 107–114.
- Unger, J., Gál, T., Rakonczai, J., Mucsi, L., Szatmári, J., Tobak, Z., van Leeuwen, B., Fiala, K., 2010b: Modeling of the urban heat island pattern based on the relationship between surface and air temperatures. *Időjárás* 114, 287–302.
- Unger, J., Savic, S., Gál, T., 2011: Modelling of the annual mean urban heat island pattern for planning of representative urban climate station network. *Advances in Meteorology* 2011, 9p.