

VÁROSKLIMATOLÓGIAI MÉRÉSEK FERENCVÁROS FELÚJÍTOTT TERÜLETEIN

Dian Csenge, Dezső Zsuzsanna, Pongrácz Rita, Bartholy Judit

*Eötvös Loránd Tudományegyetem Meteorológiai Tanszék
1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/a.,
e-mail: diancsenge@gmail.com, dezso.zsuzsanna@ttk.elte.hu,
prita@nimbus.elte.hu, bartholy@caesar.elte.hu*

A budapesti városi hősziget elemzését korábban elsősorban műholdas adatok alapján végeztük. Jelen kutatásunkban a főváros IX. kerületében zajló helyszíni léghőmérséklet és relatív nedvesség mérésekkel vizsgáljuk a hősziget intenzitás alakulását. Ferencváros belvárosi részein történő mérési programunkkal feltérképezzük a felújított és nem felújított, valamint a zöld növényzettel fedett és mesterséges burkolatú részek hőmérsékleti és nedvességi viszonyait. Egy teljes évet lefedő eredményeink alapján megállapítható, hogy a hősziget intenzitás egyértelműen a felújított és zöld területeken a legalacsonyabb.

Kulcsszavak: városi hősziget, in-situ mérések, léghőmérséklet, relatív nedvesség, IX. kerület, városfelújítás

Bevezetés

Nyilvánvaló, hogy a természetes környezet nagy mértékű megbontása jelentős hatással van a koncentrált mesterséges felszínekkel rendelkező városokra, az ott megjelenő helyi éghajlati viszonyokra. A módosító hatások közül az egyik kiemelkedően fontos jelenség a városi hősziget-hatás, mely a város és a környezete között észlelhető hőmérsékletkülönbséggel, azaz a városi hősziget-intenzitás értékével jellemezhető (Oke, 1973). Elemzése többféle módszerrel történhet. Műholdas adatokon alapuló vizsgálatok során a felszínhőmérsékletből származó hősziget-intenzitás határozható meg, míg helyszíni, in-situ mérésekkel léghőmérsékletre vonatkozó intenzitást kapunk.

Napjainkban a városok száma és mérete világszerte egyaránt növekszik. Az is közzismert tény, hogy mára a Föld népességének több mint fele városokban él, s ez az arány a fejlettebb országokban – köztük hazánkban is – a globális átlagnál nagyobb. Mindezek egyértelműen alá támasztják a városklimatológiai kutatások létjogosultságát. Az ELTE Meteorológiai Tanszékén immár másfél évtizede folyamatosan zajló vizsgálataink során a városi éghajlati viszonyok elemzésével kívánunk hozzájárulni a hazai és nemzetközi kutatási irányokhoz.

Magyarországon több évtizede folynak városklimatológiai kutatások (pl.: Probáld, 2014; Pongrácz et al., 2010). Az ELTE Meteorológiai Tanszékén 2000 óta zajlanak műholdas adatokon alapuló hősziget-intenzitás elemzések, főként Budapestre (pl.: Dezső et al., 2012). Ezen kutatások keretében 2014-ben kezdtük el vizsgálni specifikusan Budapest IX. kerületét MODIS és ASTER felszínhőmérsékleti adatok alapján (Dian, 2015; Dian et al., 2015a). A műholdas mérések mellett a helyszíni mérések is szolgáltatnak alapinformációkkal. Hazánkban Szegeden és Debrecenben is történtek in-situ mérések (Unger, 2004; Bottyán et al., 2005), melyek alapján a járművekre szerelt mérőműszerek segítségével, illetve a hagyományos telepített mérőhálózat adataiból végeztek részletes városklimatológiai elemzéseket. Budapest teljes területére kiterjedően – főként a jóval nagyobb terület és az anyagi források limitáló hatása miatt – a helyszíni mérések kivitelezése számos problémával járna. Jelenlegi kutatásunkban a főváros egy kisebb térségében, a korábban is vizsgált IX. kerületben folytatunk helyszíni lég-

hőmérséklet és relatív nedvesség méréseket (Dian et al., 2015b). Célunk a kerület belvárosi részeinek léghőmérsékletből származó hősziget-intenzitás viszonyainak pontosabb megismerése.

Budapest IX. kerülete, Ferencváros – melynek belvárosi részei is vannak – különösen érintett a hősziget-hatásban. A minél élhetőbb környezet kialakítása érdekében az önkormányzat már az elmúlt évtizedekben is kiemelkedően fontosnak tartotta a városfelújítást és a megfelelő városfejlesztéseket. A különböző programok egyik alappillére a zöld növényzet növelése a városrészben (Ferencvárosi Önkormányzat, 2010). Ezt többféle módon valósítják meg. Felújítják a már meglévő parkokat, illetve újabb közparkokat hoznak létre. Továbbá minden területet megpróbálnak kihasználni a zöldesítésre, például utcasarkokon egy-egy telek helyén kisebb zöld terek kialakítása, és az utcákba is egyre több fa beültetése. Meghatározó fejlesztés kezdődött az ún. rehabilitációs területen 1993-ban az ún. tömbrehabilitációs program keretében. Régi tömbházakat egybenyitottak és belső zöld udvarokat hoztak létre, ezzel is növelve a zöld terület arányát a kerületben.

Kutatásunk során helyszíni mérések segítségével vizsgáljuk a belvárosi Belső-Ferencváros és a rehabilitációs terület felújítások utáni léghőmérséklet-intenzitás és relatív nedvesség viszonyait. Legfontosabb célunk megismerni a felújított és nem felújított, valamint a zöld növényzet borította és a mesterséges burkolatú térségek hősziget-intenzitása közötti eltéréseket.

Módszertan

Városklimatológiai mérési programunkat 2015 tavaszán indítottuk, az eddig lezajlott mérések időpontjait az 1. táblázat összegzi. Az expedíció során 22 mérési pontból álló útvonalon (2. táblázat) történik a léghőmérséklet és a relatív nedvesség detektálása. A mérési pontok különböző adottságúak, több parkban zajlik mérés, szűk utcákban, szélesebb utak mellett és eltérő burkolatú tereken. A mérés két részre osztható. (1) A mozgó méréseket két ember végzi párhuzamosan. A 101=201 mérési ponton egy közös méréssel indul, majd miután a 100-as és 200-as útvonalat végigjárva a 10-10 ponton detektálták a hőmérsékletet és nedvességet a 112=212 Boráros téri mérési ponton újra közösen mérnek. Ezt követően visszafelé végigjárják a másik útvonalat, és a mérési kör a 101=201 ponton, a Ferenc körútnál végződik. Így mind a 22 pontra kapunk 2-2 hőmérséklet- és nedvesség-értéket. Az időpontokat és a mért adatokat átlagolva kapjuk a mérési körre vonatkozó átlagos adatokat, mely a 22 mérési pontra egy 10-20 perces időintervallumra vonatkozik. A kétirányban végzett mérési körökből naponta összesen 3-4 megtételére volt lehetőségünk, melyekből 5-7 különböző átlagos képet számíthatunk. A kapott eredményeket az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) külvárosi, pestszentlőrinci állomásának adataival (<http://www.ogimet.com/synops.phtml.en>) összevetve meghatározható a hősziget-intenzitás és a relatív nedvességek különbsége az egyes mérési pontokon. (2) A mozgó méréseken túl a 105-ös mérési ponton, a Ferenc téren egy folyamatos mérés is zajlik, melynek detektált értékeit a 10 perces időbeli felbontás miatt az ELTE lágymányosi kampuszán mért léghőmérséklet és relatív nedvesség adatokkal hasonlítjuk össze. Így számolható a léghőmérséklet különbség, illetve a relatív nedvesség különbség a Duna átellenes oldalán található két térség között.

1. táblázat: Mérési napok 2015 márciusa óta

2015. március 20, 27.	2015. szeptember 18.	2016. február 19, 26
2015. április 3, 10, 17, 24.	2015. október 2, 9.	2016. március 4, 11, 18.
2015. május 8, 15.	2015. november 6, 13, 20, 27.	2016. április 8, 15.
2015. július 6, 7, 8.	2015. december 4.	
2015. augusztus 28.		

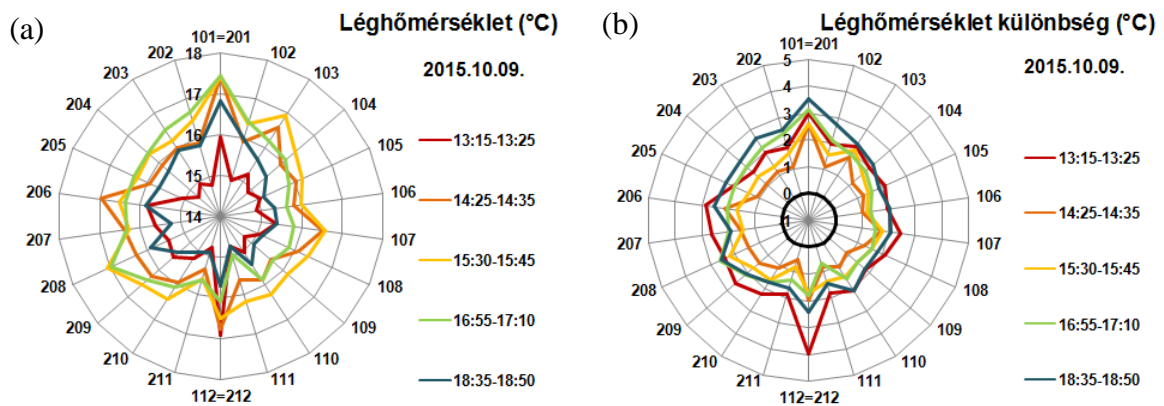
A mérésekhez kétféle műszert használtunk. A mozgó mérések esetén HT-200 típusú digitális páratartalom- és hőmérsékletmérő műszereket alkalmaztunk. Ezek a hőmérsékletet °C és °F egységben, a relatív nedvességet %-ban mérik, valamint számítják a harmatpontot, illetve a nedves hőmérsékletet. A Ferenc téren Voltcraft DL-141TH adatgyűjtő műszerrel történik a folyamatos mérés, mely a mért adatokat a beállítás szerint 1 percnként rögzíti.

2. táblázat: Mérési útvonal a Belső-Ferencvárosban és a rehabilitációs területen

<p>201: Ferenc krt/Tompa u. 202: Bakáts téri templom Tompa utca felől 203: Bakáts téri templom Ráday utca felől 204: Ráday u. 42. 205: Ráday u./Biblia u. 206: Ráday u./Erkel u. 207: Kálvin tér 208: Lónyay u./Gönczy Pál u. 209: Csarnok tér 210: Bálna 211: Nehru part 212: Boráros tér</p>		<p>101: Ferenc krt/Tompa u. 102: Tompa u./Liliom u. 103: Liliom u./Tűzoltó u. 104: Tűzoltó u./Bokréta u. 105: Ferenc tér 106: Balázs Béla u./ Thaly Kálmán u. 107: SOTE 108: Kerekerdő park 109: Márton u./Gát u. 110: Mester u./Viola u. 111: Mester u./Tinódi u. 112: Boráros tér</p>
--	--	---

Eredmények

Az ismertetett módszertannal kapott eredményeink közül e tanulmányban egy őszi és egy téli napon történt mozgó méréseket, valamint az alapvetően meleg napokon (nyáron és kora ősz-szel) végzett Ferenc téri mérés eredményeit mutatjuk be.

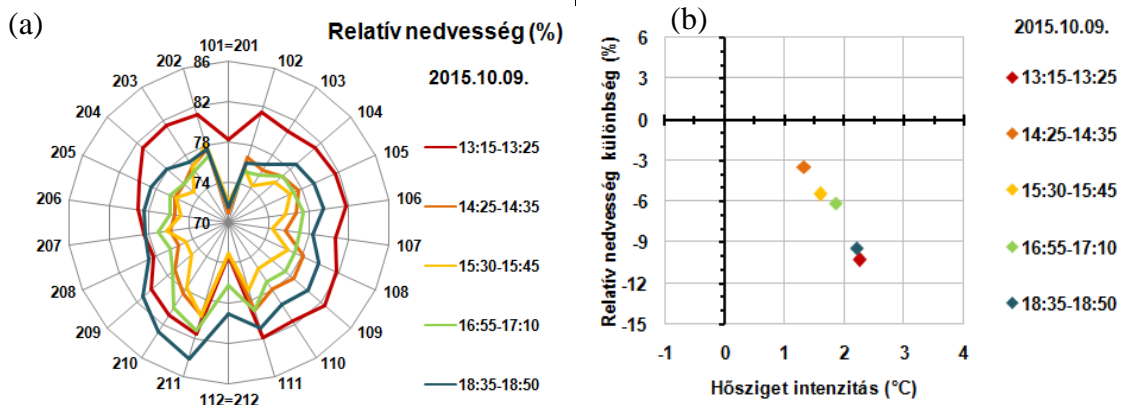


1. ábra: (a) A Ferencvárosban mért léghőmérsékleti értékek, és (b) ezek különbsége a pestszentlőrinci állomás által mért hőmérsékletektől 2015. október 9-én (A napnyugta időpontja: 18:09)

2015. október 9-e egy felhős, borult nap volt. A mért léghőmérséklet értékek, valamint azok pestszentlőrinci szinoptikus állomással vett különbsége látható az 1. ábrán. Ezen a napon öt átlagos időszakot határoztunk meg a délután folyamán. A léghőmérséklet különbségei esetén néhány kiemelkedően magas intenzitásértéket adó mérési pontot figyelhetünk meg (1.b ábra). Ezek közül a legmarkánsabb különbségek a 112=212-es mérési helyszínen, a Boráros téren jelentkeztek. Itt a különbség akár a 4 °C-ot is elérte a széles, mesterséges burkolatú felületek hatása miatt. Ezen kívül a kiindulási pont a Ferenc körútnál (101=201), a szűk Ráday utcában található 206-os mérési pont, valamint a 209-es helyszínen, a Csarnok téren is magas intenzitásokat detektáltunk. A Csarnok tér mellett helyezkedik el a Vásárcsarnok, mely

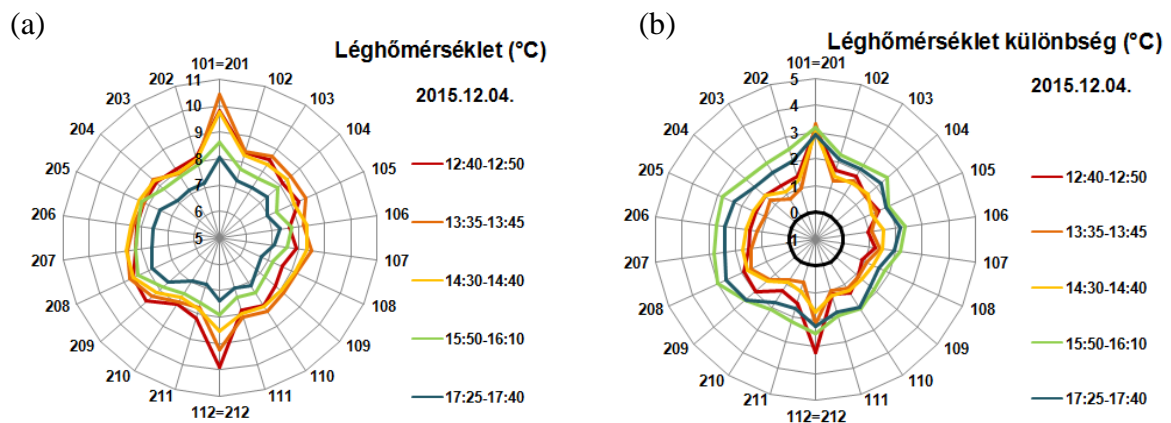
korábbi kutatásaink alapján (Dian et al., 2015) az átlagnál magasabb felszínhőmérséklettel rendelkezik, ennek a hatása érzékelhető a mérési pontunkon is. A legalacsonyabb intenzitások a Nehru parton (211) tapasztalhatók, mely egy nagyobb zöld park a Duna-parton.

A 2.a ábra mutatja a mért relatív nedvesség értékeket. Jól látszik, hogy a hőmérséklethez képest ezek a görbék ellentétes alakulásúak. A Boráros tér és a Ferenc körút a legszárazabb, míg a Nehru part a legnedvesebb, különösen a kora esti időszakban. Az öt átlagos időszakra vonatkozóan a 22 mérési pont adatait átlagolva kapunk időszakonként egy-egy léghőmérséklet különbség és relatív nedvesség különbség értéket (2.b ábra). Látható, hogy Pestszentlőrinchez képest a déli és a kora esti órákban volt a legmelegebb és egyben legszárazabb a kerület ezen része.

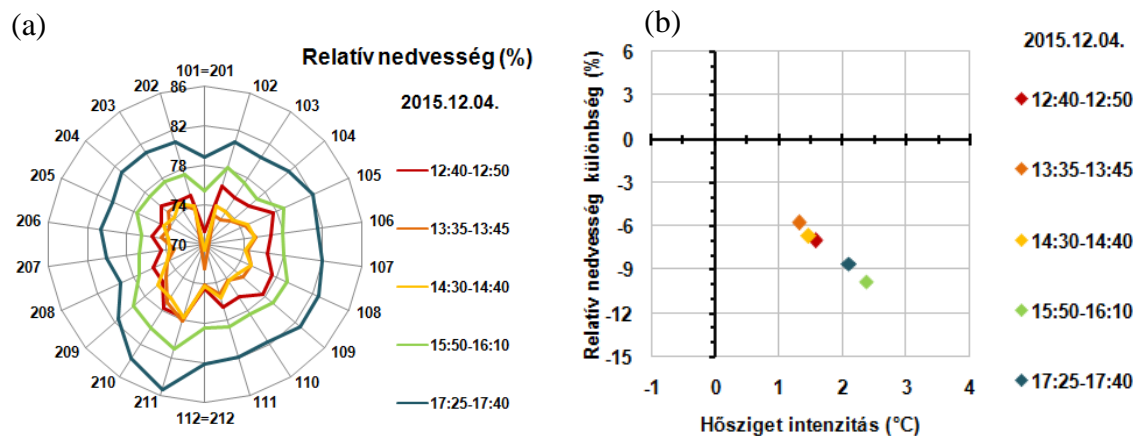


2. ábra: (a) A Ferencvárosban mért relatív nedvesség értékek, illetve (b) az átlagos időintervallumokban a 22 mérési pont átlagos hősziget-intenzitás és relatív nedvesség különbség értékei 2015. október 9-én

A második bemutatásra kerülő nap egy szintén borult időjárású nap, 2015. december 4-e. Ebben az esetben is az előzőekhez hasonló elrendezésben láthatók a kapott eredmények. Mind a léghőmérsékletek, mind pedig a hőmérsékletkülönbségek esetén megfigyelhetők a Boráros tér és a Ferenc körút kiugróan magas értékei (3. ábra). A hősziget-intenzitás akár több fokkal is meghaladta a többi mérőpont értékeit, és némelyik időszakban a 3 °C-ot is elérte. A mért relatív nedvességek alakulása az őszi naphoz hasonló képet mutat (4.a ábra). Az utolsó két átlagolt mérési időszakban egyértelműen megnövekedett a hősziget-intenzitás, továbbá nőtt a relatív nedvességek különbségének abszolút értéke is, miközben még inkább szárazabbá váltak Ferencváros vizsgált területei a XVIII. kerületi meteorológiai állomáshoz viszonyítva. Ezek a mérések már napnyugta után történtek, amikor a léghőmérsékletekből származtatott hősziget-intenzitás felveszi a maximumát (Oke, 1982).

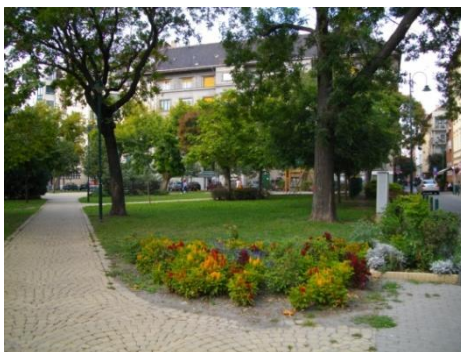


3. ábra: (a) A Ferencvárosban mért léghőmérsékleti értékek, és (b) ezek különbsége a pestszentlőrinci állomás által mért hőmérsékletektől 2015. december 4-én (A napnyugta időpontja: 15:55)



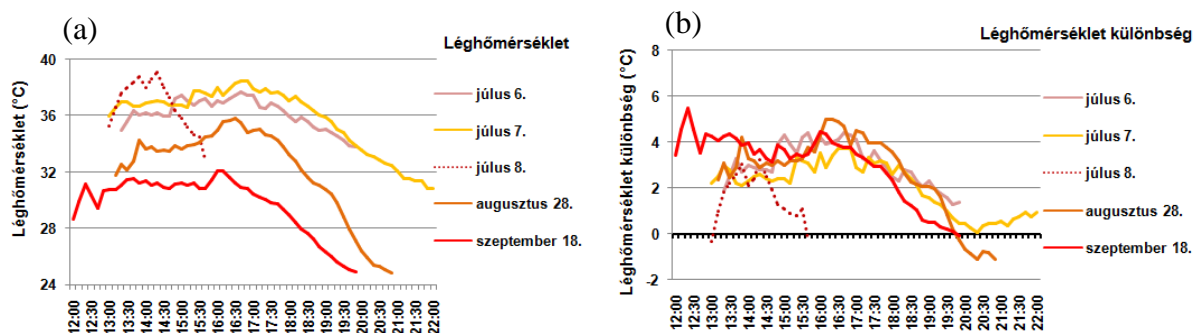
4. ábra: (a) A Ferencvárosban mért relatív nedvesség értékek, illetve (b) az átlagos időintervallumokban a 22 mérési pont átlagos hősziget-intenzitás és relatív nedvesség különbség értékei 2015. december 4-én

A mozgó méréseken túlmenően napközben folyamatos mérés zajlott a 105-ös mérési ponton, a Ferenc téren (5. ábra). A mért adatokat az adatgyűjtő percenként rögzíti, és ezeket a gyakorabban rendelkezésre álló értékeket a hasonló időbeli felbontás miatt a Lágymányoson lévő meteorológiai mérőállomás 10 perces léghőmérséklet és relatív nedvesség méréseivel hasonlítjuk össze.



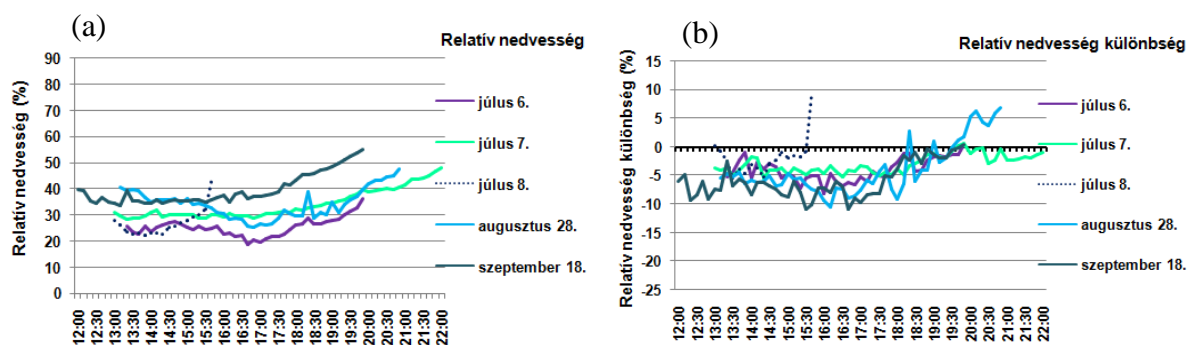
5. ábra: A folyamatos, egyhelyben történő mérés helyszíne, a Ferenc tér (105-ös mérési pont)

Az elemzések közül ebben a tanulmányban a 2015. nyári, illetve kora őszi mérési napok kerülnek bemutatásra (2015. július 6-8., augusztus 28., szeptember 18.). A 6.a ábrán láthatók a mért hőmérsékletekből meghatározott napi menetek. Mind az öt napon anticiklonális helyzet alakította az időjárást, júliusban a 40 °C-ot is megközelítő hőmérsékleteket mértünk és este 22 órára sem csökkent 30 °C alá a levegő hőmérséklete. Napközben még szeptemberben is 30 °C-nál melegebb volt. A szaggatott vonallal jelölt július 8-ai mérési napon az anticiklont feloszlató szupercella érkezése miatt fel kellett függeszteni a mérést, de még így is jól látható a front érkezését jelző drasztikus hőmérséklet-csökkenés. A 6.b ábrán a Lágymányostól vett hőmérséklet különbségek alakulását tüntettük fel. Napközben mindegyik napon 2-5 °C között alakultak a különbségek, majd a délutáni csökkenés után a napnyugtát követően újra elkezdett növekedni a hőmérséklet-különbség.



6. ábra: (a) A meleg időszakban mért lég hőmérsékletek a Ferenc téren és (b) a lég hőmérséklet különbségek a lágymányosi városklíma állomáshoz viszonyítva

A Ferenc téren mért relatív nedvességek menete a 7.a ábrán hasonlítható össze. Minden nyári mérési napon 20% és 60% között mozgott a relatív nedvesség értéke, s növekedés az esti órákban figyelhető meg. A 6.b ábrán a Lágymányoson mért értéktől való eltérés látható. A negatív értékek azt jelentik, hogy a Ferenc tér szárazabb, mint Lágymányos, ez napközben kb. 3-10%-os eltérést jelentett. Este azonban csökkent a különbség, sőt, augusztus 28-án este pozitív relatív nedvesség különbségeket detektáltunk, így ekkor a Ferenc téren volt nagyobb a relatív nedvesség. Pozitív különbségek ezen kívül csak a front érkezésekor adódtak.



7. ábra: (a) A meleg időszakban mért relatív nedvességek a Ferenc téren és (b) a relatív nedvesség különbségek a lágymányosi városklíma állomáshoz viszonyítva

Összefoglalás

A városklimatológiai kutatások egyik jelentős célterülete a városi hősziget-jelenség. E tanulmányban Budapest egyik belvárosi kerületében, a Ferencvárosban végzett helyszíni lég hőmérséklet és relatív nedvesség méréseinkből származó adatok alapján vizsgáljuk ezt a kérdést. Az immár egy éve tartó mérési program során az előre meghatározott, rögzített útvonalon összesen 22 pontban végeztünk méréseket, valamint a Ferenc téren (ahol több a zöld növényzet) folyamatos mérés zajlott. A kijelölt mérési pontok között található mesterséges burkolatú nagyobb terek, szűk utcák és zöld közparkok is. Eddigi eredményeink alapján megállapítható, hogy a vizsgált területen a felújított, zöldesített mérési pontokon alacsonyabb hősziget-intenzitás volt tapasztalható, míg a legmagasabb intenzitások a nagy forgalmú, betonozott Boráros téren, a többsávos Ferenc körút mellett, illetve a Vásárcsarnok épülete mögött fordult elő.

Eredményeinkkel tehát egyértelműen alátámasztható, hogy a városmegújítások nem csak a lakosság közérzetét befolyásolják pozitív irányba, hanem a lokális éghajlati viszonyokra is kedvező hatással vannak.

Köszönetnyilvánítás

Köszönet illeti az ELTE meteorológus szakos MSc és földtudományi szakos BSc hallgatóit, akik részt vettek a mérések elvégzésében. A Ferencvárosi felújításokkal kapcsolatos részletes információkhoz Budapest Főváros IX. kerület Önkormányzat Főépítészeti Csoportjának közreműködésével jutottunk hozzá. A kutatásokat támogatta az AGÁRKLIMA2 (VKSZ_12-1-2013-0034) és az OTKA K-109109 számú projekt, valamint az MTA Bolyai János Kutatási Ösztöndíja.

Felhasznált irodalom

1. Bottyán Zs., Kircsi A., Szegedi S., Unger J. 2005. The relationship between built-up areas and the spatial development of the mean maximum urban heat island in Debrecen, Hungary – *International Journal of Climatology*, 25, pp. 405-418.
2. Ferencvárosi Önkormányzat 2010: Budapest Ferencváros Rehabilitáció – Ferencvárosi Önkormányzat, Budapest, 80p.
3. Dezső Zs., Bartholy J., Pongrácz R., Lelovics E. 2012: Városi hősziget vizsgálatok műholdas és állomási mérések alapján – *Légtér*, 57, pp. 170-173.
4. Dian Cs. 2015: Felszínhőmérsékleti változások elemzése Budapest IX. kerületére – BSc szakdolgozat. Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest, 49p.
5. Dian Cs., Dezső Zs., Pongrácz R., Bartholy J. 2015a: Budapest Ferencváros épület- és közterület felújításainak hatása a hőmérsékleti viszonyokra. In: XIV. Természet-, Műszaki- és Gazdaságtudományok Alkalmazása Nemzetközi Konferencia (14th International Conference on Applications of Natural, Technological and Economic Sciences): Előadások – Presentations. (szerk: Mesterházy B.) Nyugat-magyarországi Egyetem, Szombathely. CD ROM pp. 198-204.
6. Dian Cs., Pongrácz R., Dezső Zs., Bartholy J. 2015b: Városklimatológiai mérési expedíció Budapest IX. kerületében. In: Aktuális kutatások az ELTE Meteorológiai Tanszékén. Jubileumi kötet - 70 éves az ELTE Meteorológiai Tanszéke. (szerk: Pongrácz R., Mészáros R., Kis A.) Egyetemi Meteorológiai Füzetek, No. 26., pp. 15-21. Online elérhető: <http://nimbus.elte.hu/oktatas/metfuzet/EMF026/PDF/02-Dian-et-al.pdf>
7. Oke, T.R 1973: City size and the urban heat island – *Atmospheric Environment*, 7, pp. 769-779
8. Oke, T.R. 1982: The energetic basis of the urban heat island – *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 108, pp. 1-24.
9. Pongrácz R., Bartholy J., Dezső Zs. 2010: Application of remotely sensed thermal information to urban climatology of Central European cities – *Physics and Chemistry of the Earth*, 35, pp. 95-99.
10. Probáld F. 2014: The urban climate of Budapest: past, present and future – *Hungarian Geographical Bulletin*, 63 (1), pp. 69–79.
11. Unger J. 2004: Intra-urban relationship between surface geometry and urban heat island: review and new approach – *Climate Research*, 27, pp. 253-264.