

II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola

Földtudományi Tanszék

A városi hősziget napi járásának sajátosságai Beregszászban

Készítette:

Papp István

3. évfolyamos földrajz szakos hallgató

Témavezető:

Molnár József, PhD

Beregszász – 2013

Tartalomjegyzék

Bevezetés

1. A városi hősziget.....	4
1.1. A városi hősziget és kutatása.....	4
1.2. Kedvező kialakulási feltételei és jellegzetes napi járása	4
1.3. A hőszigetintenzitás hatótényezői	5
2. Adatbázis és módszerek	6
2.1. Mérési módszerek	6
2.2. Feldolgozási módszerek	7
3. Eredmények.....	8
3.1. A belvárosi hőtöbblet átlagos napi járása.....	8
3.2. A hősziget intenzitás évszakos járása és összehasonlítása.....	8
3.3. A fűtési és nem fűtési szezonban mért városi hősziget időbeli alakulása	9
3.4. Abszolút maximális és abszolút minimális városi hősziget Beregszászban ...	10
Összefoglalás.....	12
Irodalomjegyzék.....	13

BEVEZETÉS

Az ENSZ adatai alapján jelenleg Földünk népességének már több mint a fele városokban él. Az urbanizációs folyamatok előrehaladtával párhuzamosan folyamatosan növekszik mind a városokban élők száma, mind a városok kiterjedése. Az ember által leginkább átalakított, megbolygatott tájtipusok közé tartozó városi környezet a természetközeli állapotú környékétől sok szempontból eltér. E különbségek között egész sor mezo- és mikroklimatikus sajátosság van, mint például a városok felszínén és a felszínközeli légterében kialakuló kisebb–nagyobb mértékű hőtöbblet, amit városi hősziget (*urban heat island* – UHI) néven emleget a szakirodalom (Unger, 2010).

A városi hősziget vizsgálatának gazdag szakirodalma van, amely kiterjed annak az intenzitására (Molnár et Kakas, 2006), térszerkezeti sajátosságaira (Szegedi et Kircsi, 2012), időbeli járására (Sümeghy, 2004), kialakító tényezőire (Bottyán, 2009) egyaránt. A városi hőszigetkutatás évszázados múltra tekint vissza, de időszerűsége napjainkban, az urbanizációs folyamatok előrehaladtával csak fokozódik. Az eddigi kutatások túlnyomó része a nagyvárosok hőtöbbletével foglalkozott (Soósné, 2009), pedig a jelenség kisebb települések, mint például Beregszász (Kárpátalja, Beregszász, 115 m a tenger szintje fölött, 24 ezer lakos (Kárpátaljai Megyei Statisztikai Főhivatal, 2013)), esetén sem elhanyagolható mértékű.

Vizsgálataink céljából a városi hősziget napi járása sajátosságainak feltárását tűztük ki egy síkvidéki kisvárosban végzett mérésorozat alapján. Kutatásunk mérési szakasza 2012 folyamán zajlott Beregszászban, ahol a város peremén elhelyezkedő szinoptikus meteorológiai állomással párhuzamos mérések történtek a belvárosban telepített automata városklíma állomással. A két helyszínen mért óránkénti hőmérsékleti adatok alapján határoztuk meg a hősziget intenzitás értékeit, amelyek a statisztikai feldolgozások alapjául szolgáltak. Az elemzések során a belvárosi hőtöbblet napi, évszaki és a fűtési szezon hatása sajátosságait vizsgáltuk meg.

1.

A VÁROSI HŐSZIGET

1.1. A városi hősziget és kutatása

A városi és a természetes felszínek felett mért hőmérsékletkülönbség a városi hősziget (*urban heat island* – UHI), amely kialakul a város felszínén, a felszínközeli néhány méteres légterben és a városi tetőszint feletti légkörben (Unger, 2010).

Egyre többen készítenek empirikus modelleket az energetikai folyamatok meghatározásához (Arnfield et al., 1998). Előtérbe kerültek a városi környezet kicsinyített modelljein elvégzett kísérletek (Barlow et al., 2002). A repülőgépes és műholdas infravörös sugárzásmérések is hasznos adatokat nyújthatnak a kutatóknak (Dousset et al., 2003).

A magyarországi városklíma-kutatásban Budapest, Szeged és Debrecen a legfontosabb központ. Budapesten műholdképek felhasználásával vizsgálták a nagyváros klímamódosító hatását (Dezső et al., 2010). Szegeden Unger János foglalkozott városklíma kutatással (Unger, 2010). Debrecenben az éghajlat feltérképezés mellett vizsgálták a városi zöldterület hatását az UHI területi szerkezetére (Szegedi et Kircsi, 2012).

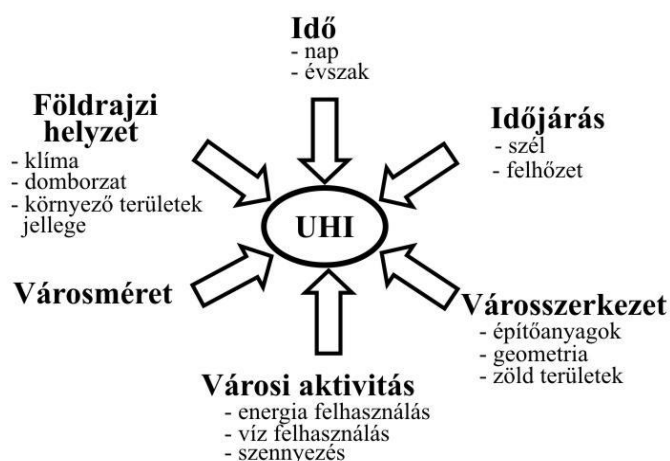
1.2. Kedvező kialakulási feltételei és jellegzetes napi járása

A városi hősziget kifejlődése számára a derült, szélcsendes időjárás kedvez, amikor a városi felszíngeometria hőgazdálkodásából származó hőmérsékleti különbségek zavartalanul kialakulhatnak. A csapadék a párolgás hőelvonó hatása miatt akadályozza meg a városi hősziget kifejlődését (Unger et al., 2006).

A hősziget-intenzitás jellegzetes napi menetet és a városon belül meglehetősen eltérő mértéket mutat. Napnyugta után a külterületeken a hőmérséklet gyorsabban csökken, így a városi területek melegebbek lesznek ekkor. A hőmérsékleti kontraszt a maximumát naplemente után mintegy 3–5 órával éri el, azaz ekkor a legnagyobb a hőszigetintenzitás értéke (Oke et Maxwell, 1975). Az éjszaka hátralévő részében lassan, de egyenletesen csökken a különbség a hőmérsékletek között, majd a csökkenés napkeltekor felerősödik. Napkelte után a város légtere lassabban melegszik fel. Tehát a nap folyamán az intenzitásnak mértékét a lehülési és felmelegedési ütemek eltérései szabályozzák (Unger, 2010).

1.3. A hőszigetintenzitás hatótényezői

A hősziget maximális intenzitása szoros kapcsolatban áll a település méretével. 1000 fős településeken is kimutatható a hősziget és milliós nagyvárosok esetén a lehetséges legnagyobb hőmérsékleti módosulás 12 °C körül alakul. A hősziget intenzitásának szempontjából egyáltalán nem elhanyagolható, hogy szellősen elhelyezett, alacsony épületek vagy a tömör, magas beépítés dominál az adott településen (Oláh, 2012). Az időjárási tényezők (különösen a szél és a felhőzet) is jelentősen befolyással bírnak a hősziget kifejlődésének mértékére (Szegedi et al., 2011). Kialakulására kedvezőek a magasnyomású (anticiklonális) helyzetek, amikor általában derült az ég és közel szélcsend van. A felhőzet hatását a felhőfajták eltérő jellege miatt elég nehéz számszerűsíteni. Az erős szél a hőszigetet nagymértékben gyengíti, sőt akár meg is szüntetheti. Mivel a nagyobb városok intenzívebb hőszigetet képesek generálni, ezért minél nagyobb lélekszámú a település, annál nagyobb erősségű szél szükséges a termikus különbségek kialakulásának megakadályozására. A beépítettség milyensége és a hősziget intenzitása között is van valamilyen összefüggés. Ennek kapcsán – tulajdonképpen a városmag geometriai szerkezetének jellemzésére – érdemes megnézni, hogy hogyan viszonyulnak egymáshoz az utcáknak és az ott lévő épületeknek a méretei. Ugyanis minél magasabbak az utcában lévő házak, annál inkább akadályt jelentenek a hosszúhullámú kisugárzás számára, vagyis annál kisebb az utcákban a lehűlés üteme (Unger, 2010).



1. ábra. A hőszigetintenzitás nagyságára ható tényezők (Unger, 2010).

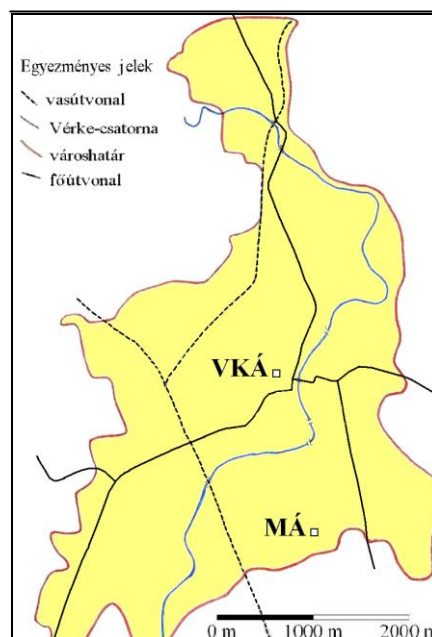
2.

ADATBÁZIS ÉS MÓDSZEREK

2.1. Mérési módszerek

A kutatásunkhoz szükséges adatmennyiséget egy városklíma állomás és a Beregszászban működő meteorológiai állomás szolgáltatta. Az automatikus városklíma állomást 2011 november–decemberében telepítették a KMF belső udvarára és üzemelték be, amelyet az ELTE Meteorológiai Tanszékétől kapott kölcsön a főiskola.

Kutatásunk mérési szakasza 2012 folyamán zajlott Beregszászban, ahol a város pereméhez közel elhelyezkedő szinoptikus meteorológiai állomással párhuzamos megfigyelések folytak a belvárosban telepített automata városklíma állomáson (2. ábra). A két helyszínen mért óránkénti hőmérsékleti adatok alapján határoztuk meg a hősziget intenzitás értékeit, amelyek a statisztikai feldolgozások, és a hőtöbblet különböző időskálákön történő módosulásainak a detektálásához alapul szolgáltak. Mindkét méréssorozat a szabványos két méteres magasságban zajlott. Az automata állomás óránkénti adatait az időpontot megelőző és az azt követő húszperces időszak átlaga adta. A szinoptikus állomás óránkénti adatai a termográf szalagról leolvasott értékek, amelyeket az állomáshőmérő háromórás adatai alapján korrigáltak.



2. ábra. Az automata városklíma állomás (VKÁ) és a szinoptikus meteorológiai állomás (MÁ) elhelyezkedése Beregszász területén.

2.2. Feldolgozási módszerek

Az előző szövegrészben már vázoltam, hogy az automata állomás óránkénti adatait az időpontot megelőző és az azt követő húszperces időszak átlaga adta. Mivel ez az állomás csak 20 perces időközönkénti adatokkal szolgált, ezt a korrigálást egy táblázatkezelő program (Microsoft Excel) segítségével oldottuk meg. Az adatok hozzáférhetőségében is ugyanez a program segített, mert a hetente letöltött adatállomány közvetlen feldolgozása nem volt lehetséges.

A szinoptikus meteorológiai állomás hőmérsékleti adatai (termográf szalagokon) digitális képformátumban álltak rendelkezésünkre. A leolvasása és adatbázisban történő rögzítése szintén számítógép és táblázatkezelő program segítségével történt.

A hősziget értékeit úgy kaptuk meg, hogy a városklíma állomás hőmérsékleti adataiból kivontuk a meteorológiai állomás által mért hőmérsékleti adatokat, minden esetben Celsius-fokban számolva.

Az UHI különböző időskálákon történő módosulásait egyszerű és pontos számításokkal (átlag, maximum, minimum, összeg függvények) számoltuk ki, aminek diagramos megjelenítése is Excelben folyt.

3.

EREDMÉNYEK

3.1. A belvárosi hőtöbblet átlagos napi járása

Beregszász belvárosában 2012-ben az átlagos városi hősziget napi járása a szakirodalom által előírt törvényszerűségeket követte. Éjjel jelentkeztek a nagyobb hőtöbbletek, míg nappal inkább hőhiány alakult ki. Hasonló alakulást állapítottak meg több magyarországi nagyváros vizsgálata során is (Lelovics et al., 2012). Az éjjeli hőtöbblet a városban 23 és 5 óra között (közép-európai zónaidőben) $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ körül érte el maximumát (3. ábra),járásában nem volt megfigyelhető a más vizsgálatok által jelzett napnyugta után 3–5 órával később jelentkező maximum (Oke et Maxwell, 1975). Reggel 6 órától kezdődően az átlagos hősziget intenzitás értéke folyamatosan csökkent, minimális $-0,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os értékét 16 órakor érte el. 16 és 20 óra között a hőtöbblet gyorsan emelkedett, aztán 20 órától 23-ig lassú emelkedést mutatott, 23 órától 6 óráig gyenge változás volt a hőtöbblet tekintetében.

Összességében az átlagos hősziget 10 és 18 óra között a negatív tartományban tartózkodott. Ez azzal magyarázható, hogy a dél felől közel elhelyezkedő épülettömb árnyékoló hatása miatt felszínközeli nappali hőhiány alakult ki. Ez a hőhiány a műholdas infravörös vizsgálatok során hőtöbbletként jelentkezik a tetőszinten (Dezső, 2010).

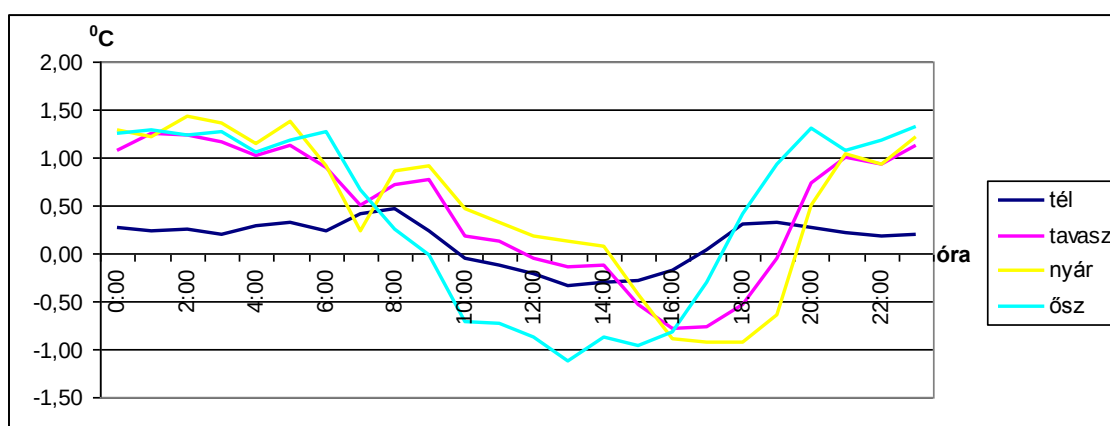


3. ábra. A belvárosi hősziget intenzitásának napi járása Beregszászban 2012-ben.

3.2. A hősziget intenzitás évszakos járása és összehasonlítása

A hősziget intenzitás téli menete jelentős mértékben eltért a többi évszakétól. Éjjelente átlagosan $0,2\text{--}0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os hőtöbblet volt jelen, míg a nappali hőhiány $0,2\text{--}0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ körüli volt

(4. ábra). A kisebb különbségek oka a mérsékeltébb téli sugárforgalom lehetett. Az őszi hősziget intenzitásának alakulása követte a téli menet fő jellemzőit, de ingása nagyobb mértékű volt. Értéke éjjel 1,1–1,3 °C, nappal -0,7–1,1 °C volt 2012-ben. Az éjjeli hőtöbblet értékek tavasszal és nyáron nem sokat különböztek az őszi értékektől. Nappal viszont a tavaszi és nyári évszakokban a hőhiány csak délután jelentkezett. Ez azért alakulhatott így, mert a magas napállás miatt az épületek árnyékoló hatása csak délután és reggel volt jelen. A reggel 7 órai minimum szintén emiatt volt észrevehető a tavaszi és nyári évszakokban.



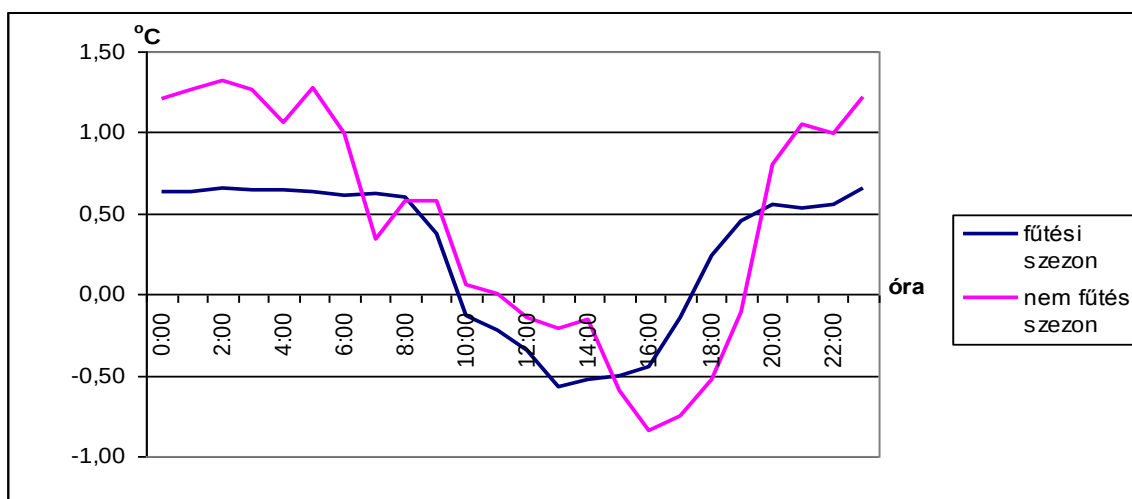
4. ábra. A hősziget intenzitásának évszakonkénti átlagos napi járása Beregszászban 2012-ben.

3.3. A fűtési és nem fűtési szezonban mért városi hősziget időbeli alakulása

2012-ben a fűtési szezon november 1-től április 1-ig tartott, ennek megfelelően a kívül eső hónapok jelentik a nem fűtési szezont. A fűtési szezonban a belvárosi hősziget értékei és átlagos napi mente jelentős mértékben különbözött a nem fűtési szezon görbájától. De ugyanakkor hasonlóságot is mutatnak más időszakokhoz viszonyítva. A fűtési szezon átlagos napi hősziget intenzitás menete hasonlított a téli átlagos napi alakulásához, viszont értékei 1–2 tizeddel magasabbak voltak. A nap folyamán csak 10 és 18 óra között volt hőhiány a belvárosban, a többi órákban folyamatosan 0,5 °C fölötti hőtöbblet volt jellemző (5. ábra). Valószínűleg a télhez hozzáadott két melegebb hónap miatt voltak nagyobbak a városi hősziget értékei, mert ezekben a hónapokban nagyobb a sugárzás mennyisége, és nagyobb hőtöbblet tud kialakulni.

A nem fűtési szezon hősziget intenzitásának átlagos időbeli alakulása szorosan követte az évi átlagos napi járását, de maximális hőtöbblete 0,3 °C-al nagyobb volt, a minimuma csak egy tizeddel volt nagyobb. A nappali negatív hősziget intenzitás értékei viszont más határok

között volt, egy órával tolódott az esti napszak felé 12 órától 19 óráig (5. ábra). Szintén végbement a 16 órakor kezdődő gyors emelkedés, és a 6 óra körüli csökkenés a városi hősziget értékében. Az magyarázhatja a magasabb hőtöbblet jelenlétét a görbén, hogy a meleg hónapok közül a két leghidegebb (november, március) a fűtési szezonhoz tartozott és így átlagban növelte a hőtöbbletet.



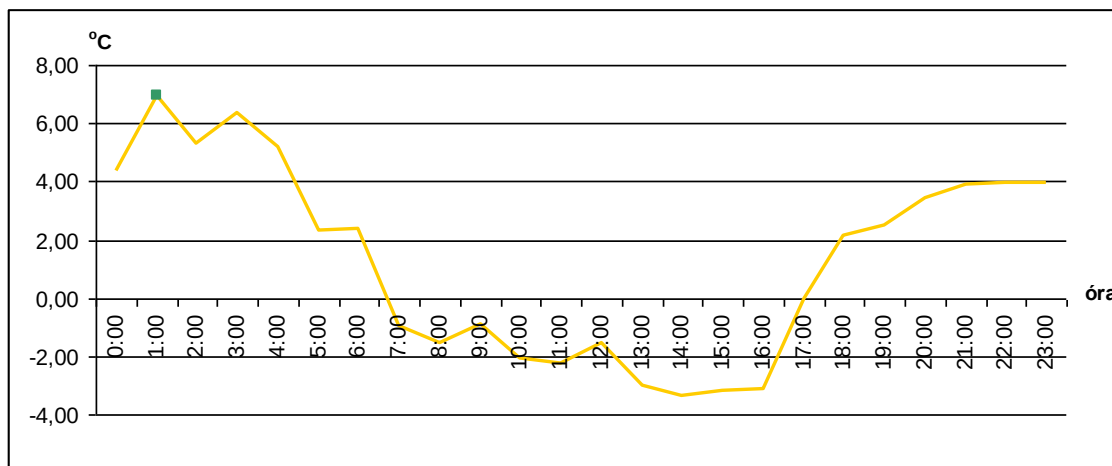
5. ábra. Fűtési és nem fűtési szezon átlagos napi hősziget intenzitása Beregszászban 2012-ben.

3.4. Abszolút maximális és abszolút minimális városi hősziget Beregszászban

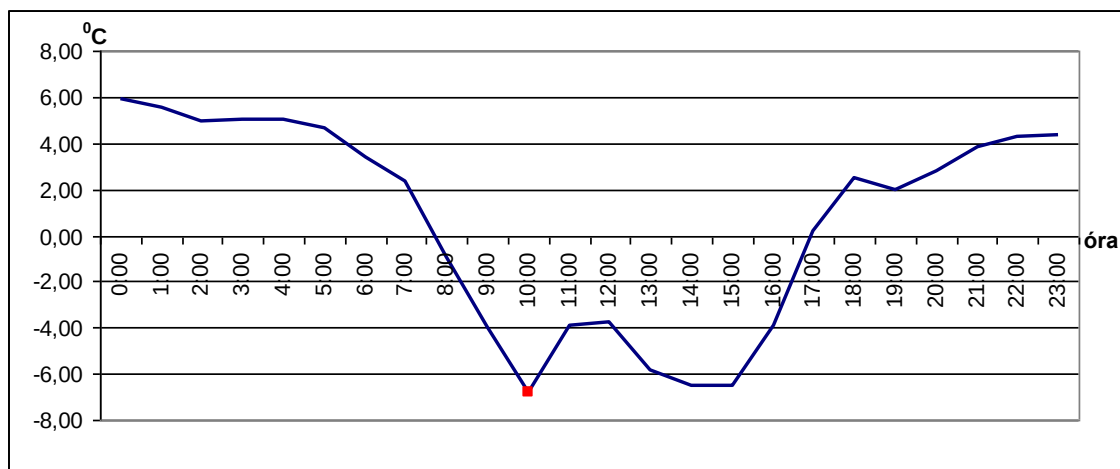
Beregszászban az abszolút maximális városi hősziget 2012. október 21-én volt 6,9 °C éjszaka 1 órakor (6. ábra). Ezt az időjárási elemek erős ráhatásával lehet megmagyarázni. Az előző három (és ezen a napon is) napon szélcsend volt, felhő csak 7 és 16 óra között fordult elő és 20 °C körüli léghőmérséklet volt. Mivel szélcsendes időszak volt, felhők is csak délután borították az eget és viszonylag meleg volt, a magas fallal körbevett udvar zavartalanul melegedhetett fel. Viszont az éjszakai órákban nem volt felhő, ami utat engedett az éjszakai felszíni kisugárzásnak. Ez a folyamat a város határában lévő nyílt terepen meg is történt nagymértékben, viszont az udvaron a magas falak jelen esetben ezt nem engedték, csak kis mértékben. Mindezek a hatások erősítették egymást több napon keresztül, kialakult egy nagyobb lehűlés a városhatáron, de a kedvező hatások miatt a főiskola udvarán nem, ezért egy nagyobb hőmérsékletkülönbség alakult ki.

Az abszolút minimális városi hősziget Beregszászban 2012. október 20-án volt -6,8 °C 10 órakor (7. ábra). Mivel egymást követő napokon következtek be, az időjárás hatása már

adott. Ugyanezek a hatások nem csak az éjszakai hőtöbbletet növelhetik, hanem a nappali negatív hőszigetet is. A városszéli nyílt terep az időjárás hatása miatt a szokásosnál jobban és gyorsabban melegedett, ami ehhez a magas fokú hőhiányhoz vezetett.



6. ábra. Az abszolút maximális városi hőszigetet kimutató nap (2012. október 21.) görbéje. A zöld négyzet az abszolút maximum.



7. ábra. Az abszolút minimális városi hőszigetet kimutató nap (2012. október 20.) görbéje. A piros négyzet az abszolút minimum.

ÖSSZEFOGLALÁS

Az eddigi kutatások túlnyomó része a nagyvárosok hőtöbbletével foglalkozott, a mi vizsgálataink célja egy kisebb település (Beregszász) hőszigetének időbeli alakulásának a feltárása volt. A KMF belső udvarára telepített automatikus városklíma állomás és a Beregszász peremén működő szinoptikus meteorológiai állomás hőmérsékleti adatait használtuk fel. Összegezve, a beregszászi hősziget alábbi fő sajátosságai kerültek felszínre:

- a hősziget jellemzően éjjel alakul ki, napközben inkább az épületek árnyékoló hatásából adódó hőhiány jellemző;
- az egyes szerzők által leírt napnyugta után 3–5 órával jelentkező csúcsot nem sikerült kimutatni;
- az évszakok közül a tél lóg ki leginkább a sorból: ilyenkor volt a legkisebb mind az éjszakai hőtöbblet, mind a nappali hőhiány.

További terveink, hogy meghatározzuk a helyi hőszigetet befolyásoló időjárási tényezőket a két állomás által rögzített adatok alapján. Különös figyelmet fordítunk majd a sugárzási értékekre, a széljárásra és a felszín borítottságának jellegére.

Irodalomjegyzék

1. ARNFIELD, A.J., GRIMMOND, C.S.B.: *An urban canyon energy budget model and its application to urban storage heat flux modeling*. Energy Build 27, 1998, pp. 61–68.
2. BARANYI B.: *Kárpátalja*. Dialóg Campus Kiadó, Pécs- Budapest, 2009.
3. BARLOW, J.F., BELCHER, S.E.: *A wind tunnel model for quantifying fluxes in the urban boundary layer*. Bound-Lay Meteorol 104, 2002, pp. 131–150.
4. BARTHOLY J.: *A városi hősziget*. A városi hősziget probléma új módszertani közelítései, 2008.
5. *Beregszász jellemzése*.
Interneten: www.beregszasz.net.
6. *Beregszász katonai térképen*.
Interneten: www.allenmaci.tvn.hu.
7. BOTTYÁN ZS.: *A városi hősziget, mint a települések lokális klímájának markáns sajátossága*. Hadmérnök, 2009. 4. évf. 2. szám.
8. DEZSŐ ZS., BARTHOLY J., PONGRÁCZ R.: *A városi hősziget műholdas vizsgálata*. Természet Világa, 2010.
9. DOUSSET B., GOURMELON F.: *Satellite multi-sensor data analysis of urban surface temperatures and landcover*. ISPRS J Photogramm Rem Sens 58, 2003, pp. 43–54.
10. *Kárpátaljai Megyei Statisztikai Főhivatal (2013.)*: uz.ukrstat.gov.ua
11. LEOVICS E.: *A hazai városi hősziget hatás összehasonlító elemzése földfelszíni és műholdas mérések felhasználásával*. Eötvös Loránd Tudományegyetem Környezettudományi Centrum, Szakdolgozat, 2010.
12. LEOVICS E., PONGRÁCZ R., BARTHOLY J., DEZSŐ ZS.: *Budapesti városi hősziget elemzése: műholdas és felszíni mérések összehasonlítása* (2011). Léghő. 56. évf. pp. 55–59.
13. MOLNÁR J., KAKAS M.: *A beregszászi hősziget intenzitásának és térbeli szerkezetének vizsgálata*. In: *Táj, környezet és társadalom*. Szeged, 2006, pp. 509–518.
14. OKE, T.R., MAXWELL, G.B.: *Urban heat island dynamics in Montreal and Vancouver*. Atmos Environ 9, 1975, pp. 191–200.
15. OLÁH A.B.: *A városi beépítettség és a felszíntípusok hatása a kisugárzási hőmérsékletre*. Doktori értekezés, Budapest, 2012.
16. OLÁH V.: *A városi hősziget*. Klímaváltozás, 2011.

17. SOÓS NÉ DEZSŐ Zs.: *A magyarországi és közép-európai nagyvárosokban kialakuló városi hősziget vizsgálata finom felbontású műholdképek alapján*. Doktori értekezési tézisek, Budapest, 2009.
18. SÜMEGHY Z.: *A szegedi városi hősziget területi és időbeli eloszlásának térképezése és elemzése*. Doktori értekezés, Szeged, 2004.
19. SZEGEDI S., BAROS Z.: *A hősziget kifejlődése és a település méret közötti kapcsolatok vizsgálata hajdúsági településeken*. In: *Táj, környezet és társadalom*. Szeged, 2006, pp. 657-665.
20. SZEGEDI S., KIRCSI A.: *A városi hősziget kialakulása és térszerkezete különböző időjárási helyzetekben*, 2012.
Interneten: geography.hu/mfk2004/mfk2004/cikkek/szegedi_kircsi.pdf
21. SZEGEDI S., MAKAINÉ GYARMATI R., KAPOCSKA L., BÍRÓNÉ KIRCSI A.: *A városi hősziget kialakulására ható meteorológiai tényezők vizsgálata Debrecenben és a környező településeken*. Városklíma munkaértekezlet, Budapest, 2011.
22. UNGER J.: *A városi hősziget-jelenség néhány aspektusa*. MTA Doktori értekezés, Szeged, 2010.
23. UNGER J., GÁL T., BALÁZS B., SÜMEGHY Z.: *A városi felszíngeometria és a hőmérséklet területi eloszlása közötti kapcsolat Szegeden*. In: *Táj, környezet és társadalom*. Szeged, 2006, pp. 735–746.
24. VÉRTESI Á.É.: *Budapesti városi hősziget-hatásának modellezési lehetőségei*. Eötvös Loránd Tudományegyetem, Természettudományi Kar, Szakdolgozat, Budapest, 2011.
25. VINCE T., SZABÓ GY.: *Beregszász légszennyezettségének jellemzése a falevelekre rakódott por vizsgálata alapján*.
Interneten: http://geo.uszeged.hu/web/sites/default/files/14Kiadvanyok/egyeb/11_Vincze_Time_a.pdf
26. ZASZTAVECKA et al. (ЗАСТАВЕЦЬКА О. В. (та ін.)): *Географія Закарпатської області. Підручники & посібники*, Тернопіль, 1996.