

VÁROSKLÍMA – HŐSZIGET – ALFÖLDI VÁROSOK

*Unger János**

A 20. század második felétől kezdve felgyorsult és hatalmas méreteket öltött az urbanizáció. A Föld városi népessége jóval nagyobb ütemben növekszik, mint az össz-népesség, ezért világszerte (így hazánkban is) mind több ember él urbanizált térségben. Nemcsak a nagyvárosok, hanem már a kisebb méretű települések is jelentősen módosíthatják – a közeli természetes területekhez viszonyítva – a városi levegőkörnyezet szinte valamennyi jellemzőjét. Így a mesterséges tényezők egy helyi éghajlatot, *városhatárklímát* alakítanak ki, amely egy módosulást jelent a pre-urbanus helyzethez képest. Definíció szerint a *városhatárklíma* egy olyan helyi éghajlat, amely a beépített terület és a regionális éghajlat kölcsönhatásának eredményeként jön létre.

E tanulmány városhatárklíma kialakulásának főbb okaival, majd a város légterében tapasztalható hőmérsékleti változással foglalkozik részben általánosságban, részben pedig szegedi és debreceni kutatási eredmények felhasználásával.

1. A városi környezet klímamódosulásának főbb okai

A megváltozott városi levegőkörnyezetet csak a különböző léptékű meteorológiai folyamatok eredményeképpen kialakuló éghajlat ismeretében lehet elemezni és ahhoz viszonyítani. A különböző mikroklímák időben igen változékonyak, rövid életűek és jellegzetes kifejlődésük egy adott időjárási helyzethez kötődik. A településeken megfigyelhető mikroklímák tarka mozaikszerűségükkel tűnnek ki. Az utcák, terek, parkok és udvarok mind sajátos éghajlattal rendelkeznek, amelyekben azonban közös vonások is vannak, melyek éppen a lokális (helyi) éghajlat, a városhatárklíma keretében jutnak kifejezésre.

Egy város földrajzi elhelyezkedése az adott nagyléptékű éghajlati zónában, mérete (lakosság, terület), szerkezete, gazdaságának jellege jelentős hatással van a kialakult éghajlati különbségek mértékére. A település és környezetének bizonyos természetföldrajzi adottságai (pl. topográfia: völgy, lejtő, medence; vízparti elhelyezkedés: tenger, nagy tó; illetve felszínjelleg: mocsaras, sivatagos) erősíthetik vagy gyengíthetik az antropogén okok hatására bekövetkező változások szerepét. E változások főbb okozói a következők:

A természetes felszínt részben épületek és vízátnemeresztő felületek, burkolatok (utak, járdák, parkolók) helyettesítik, amelyeket vízelvezető csatornarendszerek egészítenek ki.

- A városi felszín geometriája rendkívül összetett, a térbeli egyenetlenségek horizontálisan és vertikálisan is – az utcák és a parkok felületétől a különböző tetőmagasságokig – igen változatosak.
- A járdák, utak és az épületek anyagainak fizikai tulajdonságai is különböznek az eredeti felszín sajátosságaitól. Például általában kisebb albedóval és nagyobb hővezető képességgel rendelkeznek.
- Bizonyos esetekben és időszakokban lényeges szerepe lehet az emberi tevékenység által (ipar, közlekedés, fűtés) termelt és a környezetbe kibocsátott vagy kikerült hő is.

* Dr. Unger János, tszv. egyetemi docens, PhD, SZTE Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék, Szeged

- A sugárzási folyamatok szempontjából fontos tényezők a fűtés, a közlekedés és az ipari folyamatok során keletkező idegen anyagok, így a vízgőz, gázok, füst és egyéb szilárd szennyezőanyagok, melyek a települést kevésbé szeles körülmények között leperszerűen vonják be.

A város klímamódosító hatásának kimutatására – elméletileg – az optimális megoldást természetesen az jelenthetné, hogy ha korábbi adatok állnának rendelkezésre az eredeti, embertől háborítatlan területről és ezeket lehetne összevetni a későbbi, az urbanizáció által már befolyásolt adatokkal. Ennek hiányában a hatások gyakorlatilag a településen belül és a külterületen párhuzamosan észlelt értékeknek a különbségeként értelmezendők (Oke 1997). Csak az egyidejű városi és környékbeli – egyébként azonos feltételek mellett (pl. azonos tengerszint feletti magasság) – mérésekből származó adatokat lehet felhasználni az összehasonlításra. A mért városi paraméterek (pl. hőmérséklet) M értékei három tényező összegzett eredményeként állnak elő (Lowry 1977):

$$M = C + L + U$$

ahol M – a mért érték, C – a terület háttérklímájának alapértékét jelenti, L – a földrajzi elhelyezkedés (topográfia, vízfelület, stb.) sajátosságainak lokális befolyásoló hatásai-ból adódik, U – pedig az összetett városi környezet (területhasználat, anyag, geometria, épülettömeg, -magasság, városon belüli elhelyezkedés, stb.) eredőjét jelenti, egy adott időpontra vonatkozóan, vagy egy adott időszakra átlagolva.

2. A hőmérséklet módosulása a városban

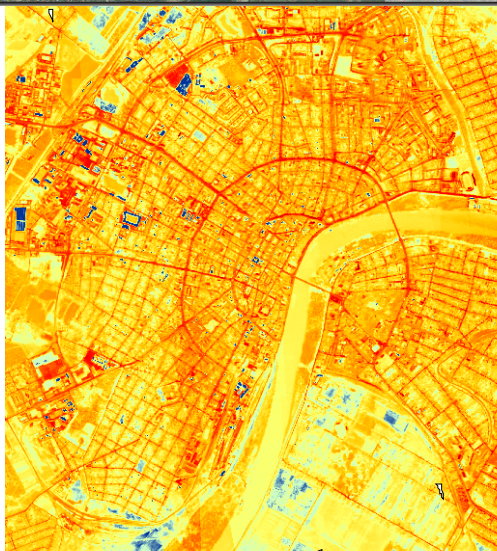
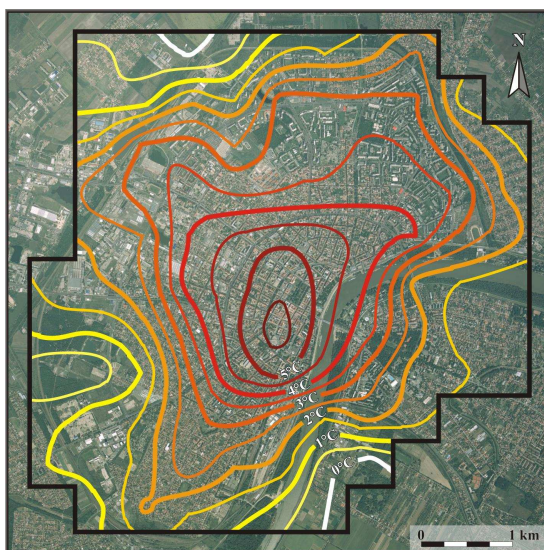
A városi klíma kifejlődése során – a városi és a természetes felszínnek eltérő energiaháztartásának eredményeképpen – a hőmérséklet mutatja a környezetéhez képest a legszembetűnőbb módosulást, jellegzetesen elsősorban növekedést, ami a *városi hősziget* formájában nyilvánul meg. Ez a hőmérsékleti többlet kimutatható a város légtérben (1. ábra) ill. a felszínén (2. ábra), valamint az alatta lévő rétegekben is néhány méteres mélységig. Ezek természetesen összefüggenek, de keletkezésük folyamataiban, időbeli dinamikájukban lényeges eltérések vannak. Itt most elsősorban a légtér melegebb voltával foglalkozunk.

2.1. A városi hősziget általános térbeli és időbeli jellemzői

Az 1. ábra a városi (légtérbeli) hősziget területi szerkezetét mutatja be, jól érzékelte, hogy mennyire talál a sziget elnevezés. Az izotermák rendszere egy "sziget" alakját rajzolja ki, amelyet a vidéki környezet nála hűvösebb levegőjű „tengere” vesz körül. A külterületek felől a belváros felé haladva a település peremvidékén erőteljesen megemelkedik a hőmérséklet. Ezt követően lassú, de viszonylag egyenletes az emelkedés, amelyet csak a közbeékelődő parkok, ritkább beépítésű részek módosítanak valamennyire. A sűrűn beépített belvárosban észlelhető a legmagasabb hőmérséklet. Természetesen ilyen viszonylag szabályos alakzat csak olyan időjárási helyzetekben jön létre, amely kedvező a kisebb léptékű klimatikus folyamatok kialakulásához, általában csak rövid ideig áll fenn és változik is az idő múltával. A *hősziget erőssége* v. *intenzitása* a városi és a külterületek szabad felszíne felett mért hőmérsékletek különbségével definiálható.

A horizontális méretek mellett a hőszigetnek van egy vertikális, a közvetlen városi felszín fölé nyúló kiterjedése is (néhányszor 10 m-től 2–300 m magasságig). A legnagyobb hőmérsékleti különbségek a város és a külterület között a felszín közelében jelentkeznek, majd ez a magassággal csökken.

A hősziget-intenzitás jellegzetes napi menetet a városon belül meglehetősen eltérő mértéket mutat. A napi menet legfőbb jellemzője, hogy a késő délutáni és az esti mérsékeltebb lehűlés miatt a hajnali minimumhőmérséklet sem olyan alacsony, mint a külső területeken. Ugyanakkor napkelte után a város légtere lassabban melegszik fel. Ezek eredőjeként az intenzitás napnyugta után gyorsan növekszik és kb. 3–5 órával később éri el a maximumát (*Oke–Maxwell 1975, Oke 1987*). Az éjszaka hátralévő részében lassan, de egyenletesen csökken a különbség a hőmérsékletek között, majd a csökkenés napkeltekor felerősödik.



1. ábra. Az éjszakai hősziget intenzitás eloszlása Szegeden (2003. március 25.)

2. ábra. Az esti felszínhőmérsékleti mintázat Szegeden (2008. augusztus 14.)

2.2. A hősziget erősségére befolyást gyakorló tényezők

A hősziget maximális intenzitása szoros kapcsolatban áll a település méretével. A város nagyságának egyik lehetséges mérőszáma a lakosság szám. Már az ezer fős településeken is kimutatható a hősziget, és a milliós nagyvárosok esetén a lehetséges legnagyobb hőmérsékleti módosulás 12°C körül alakul (Park 1987, Klysik–Fortuniak 1999). Természetesen, mivel a világ különböző területein jelentősen mások a város-tervezés, a városépítés elvei és hagyományai, ezért a városok méretének a lélekszámmal történő jellemzése sok esetben nem kielégítő a tanulmányozott fizikai jelenség magyarázatára. A hősziget intenzitása szempontjából ugyanis egyáltalán nem elhanyagolható a városszerkezet sem, vagyis hogy szellősen elhelyezett, alacsony épületek, vagy a tömör, magas beépítés dominál az adott településen.

Az időjárási tényezők (különösen a szél és a felhőzet) is jelentősen befolyással vannak a hősziget kifejlődésének mértékére. 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. A befolyásoló tényezőket szemléletesen a 3. ábra foglalja össze.



3. ábra. A városi hősziget erősségére ható tényezők

2.3. A hősziget közvetlen hatásai

Talán a legfontosabb, hogy a hősziget jelentősen befolyásolja a légtér termikus komfortviszonyait. Nyáron bizonyos időszakokban a nagyvárosok felmelegedése human bioklimatológiai szempontból rendkívül kedvezőtlen (az alacsony és közepes szélességeken), télen viszont kifejezetten előnyös lehet.

Példaként említhető, hogy hazánkban a napi maximumhőmérséklet természetes sík felszínek felett az év 10–30 napján meghaladja az ún. hőségnap kritériumát, a 30°C-ot. Nagyvárosainkban ennél 2–6°C-kal melegebb van, azaz hazánk népességének 1/3-a ennél jóval hosszabb ideig, átlagosan évi 30–60 napon át van kitéve a túlmelegedés okozta környezeti terhelésnek (hőségstressz). Ilyenkor szervezetünket a napsugárzásból, valamint az épületek kisugárzásából származó többlet hőbevitel, a szélcsend és a zsúfoltság okozta korlátozott hőleadás is fokozottan terheli. Az időjárás-előrejelzések szokásos hőmérsékleti értékét ezért – elsősorban kritikus helyzetben – meg kell emelni ahhoz, hogy

megkapjuk a belvárosra vonatkozó reálisan feltehető értékeket. Nem elhanyagolandó következménye az előzőknek, hogy a nagyvárosi lakosság fokozottabban kényszerül rá a légkondicionálók használatára.

További hatásként a városban meghosszabbodik a fagymentes időszak és ezzel a növények vegetációs periódusa, csökken a fagyok intenzitása, megrövidül a hótakaróval borítottság ideje, csökken a fagyos és téli napok száma, valamint az ún. fűtési napok száma, ami természetesen mérsékli a fűtésre felhasznált energia mennyiségét is.

3. A vizsgált terület és az adatgyűjtés jellemzői

3.1. Szeged és Debrecen földrajzi, éghajlati és városszerkezeti jellemzői

Hazai nagyvárosaink terepi elhelyezkedésük szerint a három orográfiai tájtypusba sorolhatók: völgyben fekvő, hegyvidék és síkság találkozásánál lévő, valamint síksági felszínen fekvő. Az első két eset a városklíma kifejlődésének bonyolultabb típusát jelenti, mivel ezeknél a változatos orográfiai viszonyok nagymértékben zavarják a mesterséges hatások érvényesülését és azok felismerését, elkülönítését. A „tisza” városi éghajlat kialakulására a domborzat (és a nagy víztömeg) hatásától mentes, tehát a síkvidéki nagyvárosok a legmegfelelőbbek. Az általánosítható törvényszerűségek levonására az ilyen települések részletes klimatikus felmérése és az eredmények sokoldalú feldolgozása szolgáltathatja a legjobb alapot.

Szeged és környezete az ország legalacsonyabban fekvő régiójában van, tengerszint feletti magassága alig változik, 75 és 83 m között van. A város közigazgatási területe 281 km², állandó lakóinak száma pedig kb. 170 ezer fő. Szerkezeti sajátosságait – a múlt század végi újjáépítésből adódóan – a Tisza folyóra, mint tengelyre épült sugárutas-körutas rendszer adja, s a különböző városmorfológiai típusok színes skálája jellemzi: sűrű beépítésű belváros, nagy panelházak alkotta lakótelepek, ipari és raktározási körzetek, családi házas kertvárosi övezetek, parkok és a folyómenti zöldterületek.

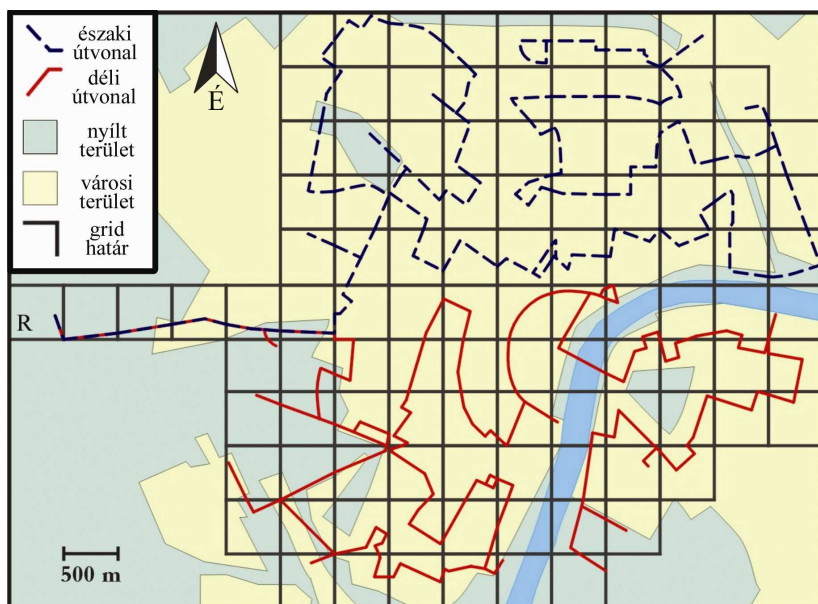
Debrecen tökéletes síkságon fekszik, tengerszint feletti magassága 110 és 125 m közötti. Közigazgatási területe 461 km², 211 ezer lakosával az ország második legnagyobb városa. Nyugati részén a lakótelepek magas panelházai, míg a keleti felén a kertes családi házak dominálnak. A városközpontban a közepes épületek a meghatározóak. A déli részen nagy kiterjedésű ipari területek találhatók, északon a vizsgált területbe a Nagyerdei Park is beletartozik, itt a természetes felszínek a döntőek.

Szeged éghajlata kissé melegebb, de mindkét város térségére a meleg-száraz klíma a jellemző: a nyár meleg, aszályra hajlamos, bőséges a napfénytartam, aránylag kicsi a páratartalom és a felhőzet, télen kevés a hócsapadék, emiatt vékony a hótakaró.

Összességében elmondható, hogy Szeged és Debrecen környezete hasonló földrajzi és éghajlati adottságokkal rendelkezik, ami jól összehasonlíthatóvá teszi a két város által indukált hősziget területi eloszlását, valamint általános következtetések levonására is lehetőséget adhat a hőmérsékleti többlet tulajdonságait illetően.

3.2. Hőmérsékleti adatgyűjtés

A szükséges hőmérsékleti értékek adatbázisa 35 alkalommal, mérőautókkal elvégzett 1 éves mobil mérési sorozaton alapult (2002. április – 2003. március), amely a városok lehatárolt területeiről szolgáltatott adatokat különböző meteorológiai viszonyok mellett. A gépkocsival végzett mérést általános eljárásnak tekinthetjük bizonyos városklíma jellemzők detektálására (Conrads–van der Hage 1971, Klysik–Fortuniak 1999, Sun et al. 2009).



4. ábra. A mérési hálózathoz, a mérési útvonalak és a referencia cella (R) Szegeden

A vizsgált területeket az Egységes Országos Térképrendszer (EOTR) 1:10.000-es méretarányú térképein alkalmazott 1x1 km-es négyzetháló elemeinek negyedelésével kapott gridhálózat fedte le. Az ilyen módon meghatározott vizsgálati területet Szegeden 107 cella (26,75 km²) (Unger et al., 2001), míg Debrecenben 105 cella (26,25 km²) jelenti (Szegei-Kircsi 2003). E cellák a városok belvárosi, elővárosi övezeteiben vannak, valamint egy helyen ki is nyúlnak a városon kívüli területekre (4. ábra). A mérőútvonalak minden cellát érintettek és a nyugaton lévő, külterületi – városi hatásktól mentes – cellából indultak. A kiértékeléskor e cella hőmérsékleti adatai jelentik a természetes háttérklíma adatait, vagyis viszonyítási alapot a városban mért értékek számára.

A cellákban a különböző időben – de az összevethetőség miatt ezért oda-vissza – mért értékeket át kellett számolni egy időpontra, felhasználva azt a tényt, hogy a hőmérséklet a mérés ideje alatt nagyjából lineárisan változott. Ezt a – néhány órával a naplemente utáni – általánosságban tapasztalt linearitást korábbi, részben szegedi kutatások támasztják alá (Oke–Maxwell 1975, Unger et al. 2001). A referencia-idő (amelyre az időkorrekció történt) – az előzetes felmérések eredményeit alapul véve – 4 órával a naplemente utánra esett. Ezekből a korrigált – cellánkénti – értékekből (T_{cella}) kivonva a külterületen elhelyezkedő cella hőmérsékleti értékét (T_R), adódnak az aznapi cellánkénti hősziget intenzitás (abszolút) értékei (ΔT), amelyek a cellák középpontjaira vonatkoznak:

$$\Delta T = T_{\text{cella}} - T_R$$

A hősziget szerkezetének összehasonlító tanulmányozása során az abszolút intenzitás (°C) vizsgálata mellett hasznosnak bizonyul az ún. *normalizált intenzitás* (ΔT_{norm}) is, amely egy 0 és 1 közötti dimenzió nélküli érték és a következőképpen származtatható:

$$\Delta T_{\text{norm}} = (T_{\text{cella}} - T_R) / (T_{\text{cella(max)}} - T_R)$$

ahol $T_{\text{cella(max)}}$ annak a városi cellának a hőmérséklete, amely az adott napi észlelés során a vizsgált cellák között a legmelegebbnek bizonyult.

A vizsgát területek hőmérsékleti mezőinek izotermáit a standard Kriging eljárással interpoláltuk a cellák (abszolút ill. normalizált) hőmérsékleti adataiból.

4. A városi hősziget területi eloszlásának osztályozási típusai

Néhány eseti mérés kiértékeléséből messzemenő következtetéseket nem szabad levonni. Természetesen ezekben az esetekben is meg lehet rajzolni az izotermákat és így adódik is valamilyen szerkezeti kép, amely visszatükrözi a hősziget eloszlásának pillanatnyi állapotát: ez az állapot a viszonylag statikusnak tekinthető felszíni sajátosságok és a dinamikus változó, akkor uralkodó időjárási viszonyok egy kombinált hatásaként adódik. Ezek az – ugyanarra a településre vonatkozó – eseti minták lehetnek markánsak (erős intenzitás – kedvező időjárási feltételek), elmosódottak (gyenge intenzitás – kedvezőtlen időjárási feltételek), ill. valamire eltolódottak (függően a légáramlástól).

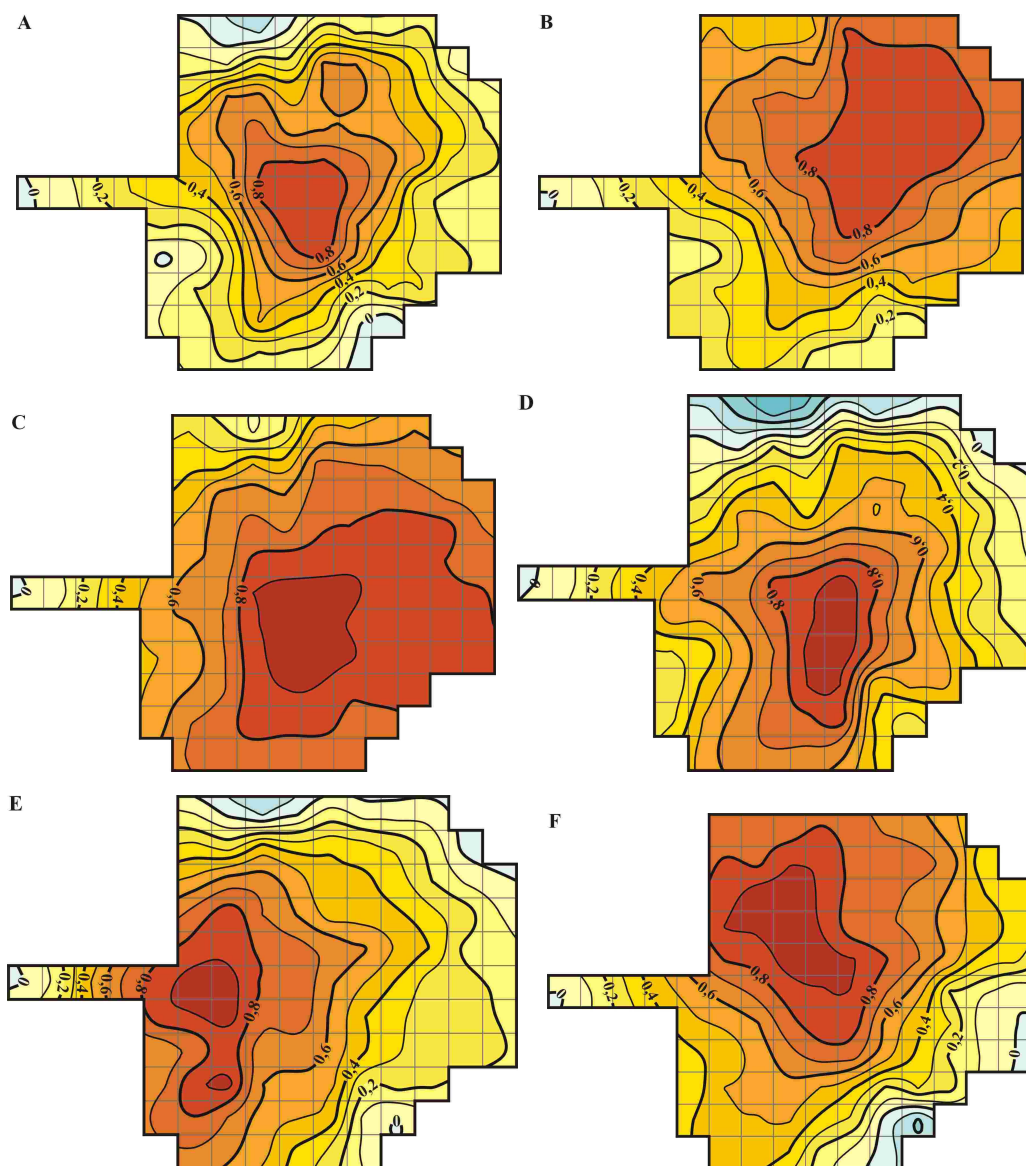
Ha azonban egy általános (átlagos) képet szeretnénk nyerni arra nézve, hogy az adott településen milyen jellemző eloszlási típusai vannak a hőszigetnek, akkor ezeknek a típusoknak a jellemzőit az előzőek alapján nyilvánvalóan nem egy-két, hanem jóval több esetből kell összerakni. A kérdés csak az, hogy ez az „összerakás” milyen rendező elvek mentén történjen, annak érdekében, hogy az eredményül kapott területi minták valóban a városi és időjárási hatásokra kialakuló főbb jellegzetességeket tükrözzék vissza. Unger et al. (2010) vizsgálatai alapján a hőmérsékleti értékek normalizálása lehetőséget kínál a település(rész)ek különböző időben mért hősziget-szerkezetének összehasonlítására. A normalizált adatokból megszerkesztett 35 egyedi eset tanulmányozása során kiderült, hogy bizonyos mintázatok ismétlődnek, ami felvette a csoportosítás lehetőségét.

Ennek érdekében a 35 mérés összes (egyenként 107) normalizált adatával kereszt-korrelációs vizsgálatot végeztünk (Montavez et al. 2000). Ez együttesen 595 összefüggést jelent a különböző esetek között, s a korrelációs együtthatókat praktikusán egy kereszt-korrelációs mátrixba gyűjtöttük össze. 107 elem esetén az együttható akkor szignifikáns a 99%-os valószínűségi szinten, ha nagyobb, mint 0,25. Ennek megfelelően a klasszifikáció alapja igen egyszerű: azok az esetek tartoznak egy osztályba, amelyek a csoport összes többi tagjával az előbb említett szempont szerint szignifikáns kapcsolatban vannak.

E kereszt-korreláción alapuló klasszifikáció szerint Szegeden az egyedi hősziget mintázatoknak hat típusa különböztethető meg (1. táblázat). A szabályos centralizált mintázathoz (A) képest a többi csoportnál (B, C, ..., F) eltolódás tapasztalható (5. ábra).

1. táblázat. A hősziget mintázatainak csoportosítása, elnevezése, az esetek száma és az adott csoporton belül tapasztalt intenzitás-értékek intervalluma Szegeden (2002. április – 2003. március)

Csoport	Elnevezés	Esetek száma	intervallum (C°)
A	centrális	6	0,35 – 5,70
B	eltolódott ÉK felé	11	0,97 – 6,82
C	eltolódott DK felé	6	2,57 – 5,06
D	eltolódott D felé	3	0,82 – 1,43
E	eltolódott DNy felé	3	1,60 – 4,26
F	eltolódott ÉNy felé	6	1,83 – 3,21



5. ábra. A csoportonkénti átlagos normalizált hősziget mezők Szegeden (2002. április – 2003. március): A – centrális; B – eltolódott ÉK; C – eltolódott DK; D – eltolódott D; E – eltolódott DNy, F – eltolódott ÉNy felé

Az egyes csoportokra jellemző különböző irányú és mértékű eltolódások magyarázatánál azt kell figyelembe venni – ahogy azt már korábban is említettük –, hogy a hősziget területi szerkezetét a városi jellemzők és a meteorológiai paraméterek együttesen határozzák meg. Az egyes típusokra bemutatott példák alapján megállapítható, hogy a csoportok elkülönülése mögött nagyrészt meteorológiai okok (szélirány és -sebesség) húzódnak meg.

5. Alföldi városok átlagos hősziget-eloszlásának modellezése

E vizsgálat során – a szegedi és debreceni hőmérsékleti és felszínborítottsági adatok alapján – egy könnyen előállítható bemeneti adatokon alapuló többváltozós modellt készült az éves átlagos hősziget területi eloszlásának közelítésére, majd e modellt kiterjesztettük más, hasonló éghajlati és földrajzi adottságú (alföldi) városokra, ahol nem álltak rendelkezésre hőmérsékleti mérésadatok.

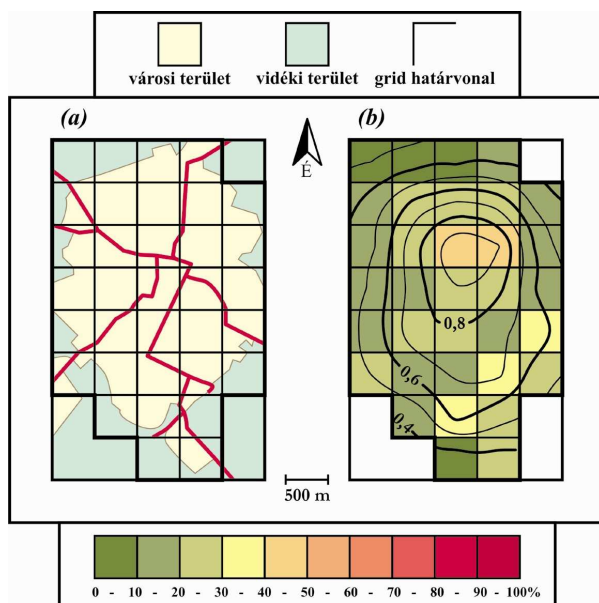
5.2. A beépítettség megállapítása, a modell-egyenlet felállítása

A városi, mesterséges felszín sajátosságait egyszerűen, szemléletesen jellemezi az ún. beépítettségi arány, amely egy adott cellára vonatkozóan a mesterséges területek (pl. utak, tetők, parkolók, burkolt felületek stb.) %-os arányát adja meg az adott cella teljes területéhez viszonyítva. Ennek meghatározása LANDSAT műholdfelvételeken történt a Normalizált Vegetációs Index kiértékelésével (Balázs *et al.* 2009).

Az adott cella tágabb környezete is befolyásolja az ott kialakuló hőmérsékletet, ezért ezeknek a környezeteknek a beépítettségi értékeit is felhasználtuk a hőmérséklet és a felszínsajátosságok közötti összefüggést leíró egyenlet meghatározásakor (Balázs *et al.* 2009). Ezután, az eredményül kapott – Szeged és Debrecen celláinak értékein alapuló – többváltozós közös modellt alkalmaztuk a különböző méretű alföldi városokra annak megállapítására, hogy e településeken mennyire erős és milyen a mintázata a hőszigetnek.

5.3. A modell kiterjesztése

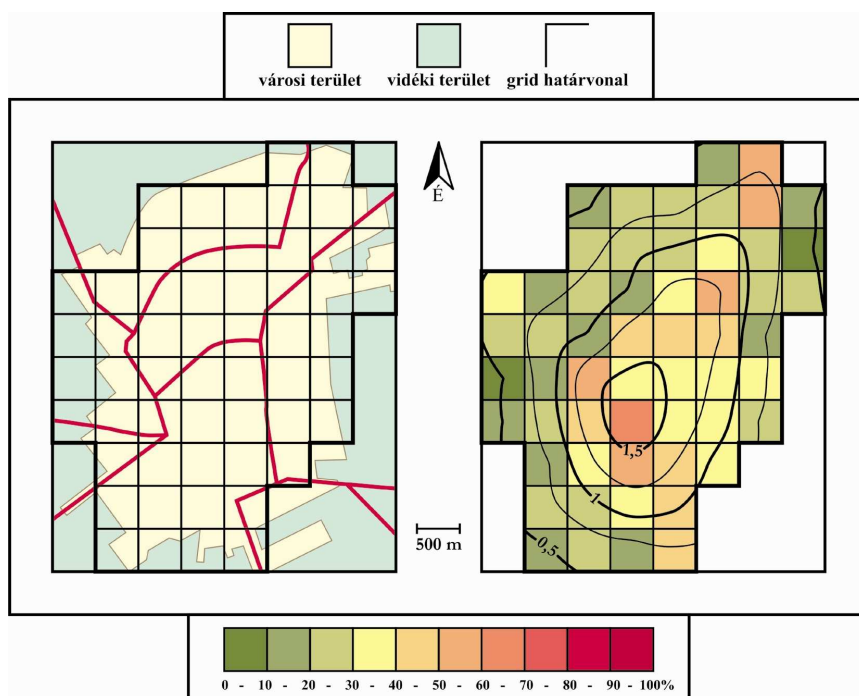
A következőkben lakosságszám szerinti sorrendbe állítva mutatjuk be azokat a településeket (Karcag, Orosháza, Békéscsaba, Kecskemét), melyek területére alkalmaztuk a kapott modell-egyenletet. A példák mindegyike a beépítettséget és a modellezett éves átlagos hősziget területi eloszlását mutatja be és elemzi az adott városban.



6. ábra. Karcag jelentősebb útvonalai és a vizsgált terület (a), valamint a beépítettségi értékek (%) és az átlagos hősziget intenzitás (°C) területi eloszlása (b)

Karcag a legkisebb vizsgált város, lakossága 22.500 fő. Az Alföld középső részén, a Hortobágyi Nemzeti Parktól délre fekszik, a Nagykunság központja (47°É, 21°K). A város keleti és déli határát az egyetlen élővize, a kis Hortobágy-Berettyó folyó alkotja. Tengerszint feletti magassága 87 m.

A vizsgált területet 34 cella teszi ki (8,5 km²) (6.a ábra). A modellezett hősziget alakja kissé É-D irányban megnyúlt, a maximális intenzitás 0,96°C, amely a legmagasabb beépítettségű cellában (45,5%) alakul ki (6.b ábra). Az egész városban az alacsony beépítettségi értékek a jellemzőek, ami a város falusias jellegű, laza beépítettségére utal.

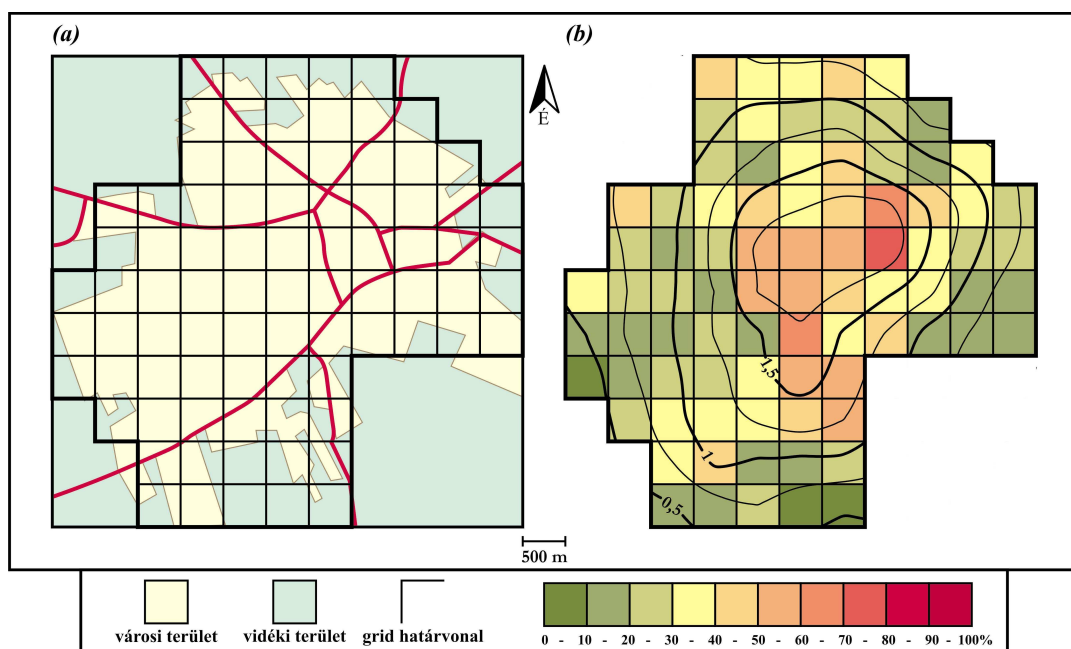


7. ábra. A vizsgált terület és Orosháza jelentősebb útvonalai (a), valamint a beépítettségi értékek (%) és az átlagos hősziget intenzitás (°C) területi eloszlása (b)

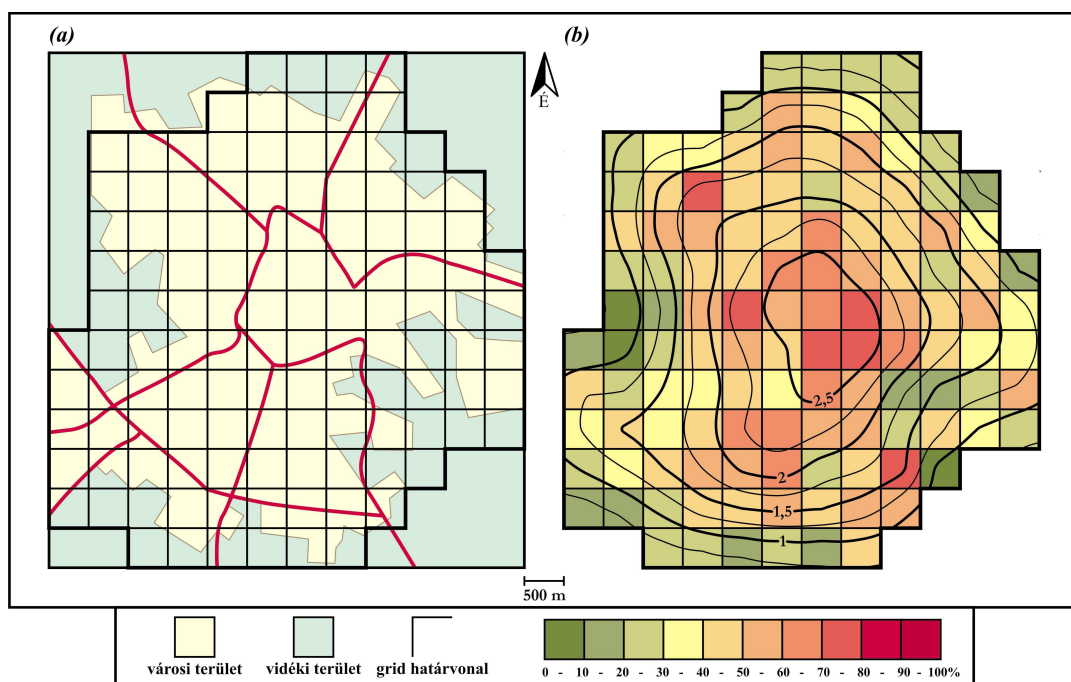
Orosházán 30.500 fő él, így Békés megye harmadik legnagyobb városa. A település a Dél-Alföldön helyezkedik el, az úgynevezett „Viharsarok”-ban (46°É, 21°K). Tengerszint feletti magassága 86 m. 56 cella alkotja a vizsgált területet (14 km²) (7.a ábra). Bár a legnagyobb modellezett intenzitási érték (1,69°C) a belvárosban mutatható ki (69%), a magas beépítettségű ipari területek (pl. ÉK-en az üveggyár) megnyújtják az izotermákat ÉK-i irányba (7.b ábra).

Békéscsaba lakossága 65.000 fő. A város a Tiszántúl délkeleti részén, Békés megye földrajzi középpontjában fekszik (47°É, 21°K). Átlagos tengerszint feletti magassága 85–90 m.

83 cella képezi a vizsgált területet (20,75 km²) (8.a ábra). A modellezett hősziget a városközpontban a legerősebb (1,90°C), itt található a legmagasabb beépítettségű cella is (72,5%) (8.b ábra). A város peremi területein létesült nagy ipari parkok és bevásárlóközpontok módosítják az izotermák futását.



8. ábra. Békéscsaba jelentősebb útvonalai és a vizsgált terület (a), valamint a beépítettségi értékek (%) és az átlagos hősziget intenzitás ($^{\circ}\text{C}$) területi eloszlása



9. ábra. Kecskemét jelentősebb útvonalai és a vizsgált terület (a), valamint a beépítettségi értékek (%) és az átlagos hősziget intenzitás ($^{\circ}\text{C}$) területi eloszlása (b)

Kecskemét lakossága megközelítőleg fele Debrecen lakosságának, 110.000 fő. A város szinte az ország mértani középpontján fekszik (47°É, 20°K), tengerszint feletti magassága 122 m. A 121 cellából álló vizsgált területen (30,25 km²) a modellezett város hőszigete klasszikus kifejlődésű, egy centrummal rendelkezik a történelmi városközpontban (9.a-b ábra), itt éri el a maximumát (a 2,69°C-ot) a legnagyobb beépítettségű cellában (78%). A város déli részén nagy burkolt felülettel rendelkező bevásárlóközpontok és ipari parkok fordulnak elő, így az intenzitás még itt is eléri a 2–2,25°C-ot.

Az eredmények gyakorlati jelentősége abban rejlik, hogy rámutatnak arra: a hőmérséklet különbség a belváros és a külterületek között több °C-ot is elérhet, ráadásul a városon belül szintén nagy területi különbségek alakulhatnak ki. A modell-egyenletből kapott hősziget eloszlásoknak az ismerete a későbbiekben hasznos alapinformáció lehet a városok fejlesztési terveinek kialakításakor. Célszerű már a tervezésekor figyelembe venni az épületek klímamódosító hatásait, így a zöld felületek növelésével, az épület-tömbök megfelelő tagolásával csökkenthetők a hőtöbbletből származó káros hatások.

Irodalom

- Balázs B.–Unger J.–Gál T.–Sümeghy 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
- Conrads, L. A. van der Hage, J.C.H. 1971: A new method of air-temperature measurement in urban climatological studies. *Atmospheric Environment* 5, 629–635
- Klysić, K.–Fortuniak, K. 1999: Temporal and spatial characteristics of the urban heat island of Łódź, Poland. *Atmospheric Environment* 33, 3885–3895
- Lowry, W. P. 1977: Empirical estimation of urban effects on climate: A problem analysis. *Journal of Applied Meteorology* 16, 129–135
- Montavez, J.P.–Rodríguez A.–Jimenez J. I. 2000: A study of urban heat island of Granada. *International Journal of Climatology* 20, 899–911
- Oke, T. R. 1987: *Boundary layer climates*. 2nd edition. Routledge, London-New York.
- Oke, T.R.–Maxwell, G.B. 1975: Urban heat island dynamics in Montreal and Vancouver. *Atmospheric Environment* 9, 191–200
- Park, H. S. 1987: Variations in the urban heat island intensity affected by geographical environments. *Environmental Research Center Papers* 11, The University of Tsukuba, Ibaraki, Japan, 79 p
- Sun, C.Y.–Brazel, A.J.–Choe, W.T.L.–Hedquist, B.C.–Prasad, L. 2009: Desert heat island study in winter by mobile transect and remote sensing techniques. *Theoretical and Applied Climatology* 98, 323–335
- Szegedi, S.–Kircsi, A. 2003: Effects of the synoptic conditions in the development of the urban heat island in Debrecen, Hungary. *Acta Climatologica et Chorologica Univ. Szegediensis* 36–37, 111–120
- Unger, J.–Sümeghy, Z.–Gulyás, Á.–Bottyán, Z.–Mucsi, L. 2001: Land-use and meteorological aspects of the urban heat island. *Meteorological Applications* 8, 189–194
- Unger, J.–Sümeghy, Z.–Szegedi, S.–Kiss, A.–Géczi R. 2010: Comparison and generalisation of spatial patterns of the urban heat island based on normalized values. *Physics and Chemistry of the Earth* 35, 107–114