

**VÁLASZ**  
**DR. PROBÁLD FERENC** opponensi véleményére

**Köszönöm Dr. Probáld Ferenc nyugalmazott egyetemi tanárnak, az MTA doktorának, hogy az értekezésemben leírt tudományos eredményeimet elismerte, emellett kritikával is illette egyes részeit, mely észrevételeket, felvetéseket a további munkáim során feltétlenül figyelembe fogok majd venni. Válaszaim az opponensi véleményben leírtak sorrendjét követik és a bírálatokra, kérdésekre koncentrálnak.**

A bevezető jellegű 2.1. alfejezet (Az urbanizáció időbeli folyamata) igen kis számú forrásmunkára épül, és szakmai szempontból hiányérzetet kelt, mivel a városklíma alakulása szempontjából lényeges tendenciákat (reurbanizáció, energiafelhasználási trendek) említés nélkül hagy. A 2.1.1. ábra forrása és mértékléce hiányzik, a 2.1.1. táblázatból nem derül ki, hogy itt agglomerációk népességszáma szerepel, és több városnév írásmódja (pl. Bombay, Dacca, Sao Paulo) kifogásolható, ill. a továbbiakban is következtelen (ld. 2.3.2. és 2.4.2. táblázat).

Természetesen ennek a fejezetnek a témája óriási irodalommal rendelkezik és lehetett volna sokrétűbben is tárgyalni, de amiatt, hogy az általános rész így is viszonylag hosszúra kerekedett, nem törekedtem erre. A 2.1.1 táblázat feliratában valóban nem szerepel az „agglomeráció” szó, helyette csak „nagyváros” van, noha az adatok a teljes urbanizált térségekre vonatkoznak. Ebben és a további két táblázatban a városoknak részben a magyar, részben pedig az angol nevét használtam, ez okozza az említett következtelenséget.

(Megjegyzésem: a helyes városnévhasználat a következőkön kell alapulnia – 1.) ahol van magyar név (exonima), ott annak használata helyes (pl. Kairó, Mexikóváros), 2.) ahol a „Keleti nevek magyar helyesírása” szerint van átírás, az a helyes (pl. Peking, Oszaka) és 3.) sok ország nem ragaszkodik jelentősebb településeik hivatalos elnevezésének használatához (pl. Mumbai), hanem elfogadja a nemzetközileg elterjedtet (azaz Bombay)).

A városklímakutatás történetének (2.7. pont) felvázolása szerkezetileg nincs a megfelelő helyen: ez a városi éghajlatról kialakult összkép elé kívánkozna. – Az időről-időre változó fő kutatási célok történeti áttekintéséből (1960-as, 70-es évek) hiányolható a városklíma fizikai (energiaháztartási) alapjainak tisztázása. Jelölt azon állítása, hogy az 1970-es években a kutatás első vonalát „kétségtelenül” Észak-Amerika képviselte (33.p.) még szigorúan a külföldre korlátozódó – tehát a hazai eredményektől eltekintő – alfejezet keretében is vitatható.

A tudománytörténeti rész elhelyezésére többféle szempontot is lehet alkalmazni, amelyek önmagukban mind megállják a helyüket. Így Opponensemnek is igaza van abban, hogy ez a rész általában az általános rész elején szokott megjelenni. Mivel az említett történeti rész sok olyan fogalmat tartalmaz, aminek magyarázata az általános rész különböző fejezeteiben bukkan fel, az én elhelyezési szempontom az volt, hogy ez a fejezet – mintegy lezárásként – a téma általános tárgyalásának végére kerüljön.

Csak pontosításként jegyzem meg, hogy az említett állításom az 1970-es és '80-as évekre vonatkozott. Lehet, hogy a „kétségtelenül” kifejezés túlzás, de az azért elmondható, hogy a témában megjelent publikációk igen jelentős része származik az említett térségből (csak néhány év adata az általam ismert forrásokat felhasználva: 1973 ~ 89,5%, 1978 ~ 64%, 1982 ~ 48%, 1988 ~ 46%). Természetesen hozzátehettem volna, hogy ebben az időszakban Európában és Japánban is széleskörű kutatás folyt.

A 2.2–2.6. fejezetrészekben Jelölt a bőséges nemzetközi szakirodalom alapján a különböző éghajlati elemeknek a városklímára jellemző módosulását, valamint ennek okait korrekt módon foglalja össze, s itt az opponensnek kevés bíráltni valója akad. A 2.3.1. ábra azt a téves képzetet kelti, hogy a felszínre érkező szórt rövidhullámú sugárzás kizárólag a felszínről visszavert, majd a határretegéből „visszatérített” sugárzásból, nem pedig közvetlenül a napsugárzásnak a légkörben előre

szórt részéből származik. A 2.3.2. táblázatnak a lakósűrűsége és az antropogén hőtermelésre vonatkozó adatai a különböző városokon belül eltérő területekre, más-más időszakokra vonatkoznak, és eltérő módszerekkel lévén kiszámítva, távról sem összehasonlíthatók. Jelölt az említett ábrát Oke, a táblázatot Oke és Kuttler nyomán közli, így a nem túl jelentős hibákon az idézett illusztris szerzőkkel osztozik. Nem tűnik megalapozottnak Jelölt azon állítása, hogy a hősziget által előidézett, a városközpont felé fújó szél a magyar szaknyelvben elvileg helytelen formában, *városi szél* néven honosodott volna meg (25. p.); az általam ismert szerzők többnyire nem városi szélről, hanem városi *szélrendszer* vagy városi *légkörzés* kialakulásáról, ill. ennek a városközpont felé irányuló ágáról írtak.

**A 2.3.1. ábra a rövidhullámú sugárzásnak csak a városi határréteg „hozzáadott” szóráására koncentrál, ezzel hangsúlyozva a városi légtér sugárzással kapcsolatos tulajdonságainak eltérését a természetestől. A 2.3.2. táblázat pedig inkább csak azt szolgálja, hogy példákat villantson fel a városi antropogén hőtermelés nagyságrendjével kapcsolatos eredményekből, utalva arra, hogy bizonyos esetekben ennek az energiának a jelentősége összevethető a természetes folyamatok által szolgáltatott energiával.**

A korábbi magyar szerzők valóban sokszor szélrendszerről vagy cirkulációról írnak és a címekben is ez szerepel, de a szövegben számos alkalommal találok a „városi szél” elnevezéssel, így pl. Péczely 1962-es és Bán-Gajzágó 1974-es cikkében. Felbukkan ez az elnevezés Probáld 1974-es könyvében és Dezső 2000-es tanulmányában is. Az értekezésben ezen előzmények alapján tettem megjegyzésemet a név helytelen voltáról (ugyanis a cirkuláció alsó ágát, amely a vidéki területekről a városközpont felé irányul, helyesen „vidéki szél”-nek kellene hívni, a többi helyi szél elnevezésének analógiájára).

A disszertáció érdemi részének értékelése előtt röviden szólni kell arról, hogy a szöveg fogalmazása általában precíz, ám gyakran ismétlődő nyelvhelyességi hiba az „egy” határozatlan névelő fölösleges használata. Nem tartom követendőnek Jelölt azon gyakorlatát, hogy a magyar szakkifejezéseket rendre angol betűszó-rövidítésekkel (UHI, SVF stb.) helyettesíti. Néhány esetben előfordul egyes szakkifejezések hibás vagy pontatlan használata is: pl. Jelölt a bevezetésben (3. lap) felsorolás-szerűen egymás mellé rendeli a sugárzás, az energia és a momentum (?) fogalmát, a 86.-87. lapon több ízben determinációs helyett determinisztikus együttthatoról ír. Számos helyen a városi hősziget, ill. a hőmérsékleti többlet átlagos intenzitása szerepel, holott az értekezésben szereplő vizsgálatok fő jellemzője s egyben korlátja, hogy azok csak a hőmérsékleti többlet átlagos *napi maximumára* vonatkoznak.

**Az angol betűszó-rövidítéseket két okból alkalmaztam az értekezésben (és minden magyar nyelvű publikációmban): (1) használatuk rövidíti a szöveget és az általában három nagybetű egyben figyelemfelhívó is, (2) a magyar rövidítések (VHSZ, ÉLI) egyáltalán nem tettszenek, ezért bevezetésükhöz (ugyanis ilyenekkel még nem találok a magyar szakirodalomban) nem volt megfelelő motivációm.**

Az említett három fogalmat azért soroltam fel így, mert a szakirodalom is egymás mellett használja őket: „The process of urbanization ... involves the transformation of the radiative, thermal, moisture and aerodynamic characteristics ...” (Oke, 1991: Boundary Layer Climates, p. 272).

Elismerem, a „determinisztikus” sajnálatos elírás.

A helyes természetesen mindig az lenne, hogy a „városi hősziget napi maximumának (éves v. évszakos) átlaga”. Ezt az átlagot mindig definiáltam egyértelműen az adott fejezet elején (pl. 64. old., 2. bekezdés), utána viszont a túl hosszú volta miatt – gondolván, hogy nem értelemzavaró – gyakran rövidítve használtam az adott szövegkörnyezeten belül.

Az értekezésben alkalmazott kutatási módszerek részletes leírását a 3., az elért eredményeket pedig a 4. fejezet tartalmazza. Ez a szerkesztési megoldás nem könnyíti meg az áttekintést, mivel így az a felhasznált metodika és az ennek révén megállapított, vele logikai kapcsolatban álló

összefüggések a szövegben távol kerültek egymástól. A helyenként igen szofisztikált módszerek kidolgozása és kivitelezése azonban *alapos szakmai felkészültséget* és megfontoltságot tükröz, leírásuk pedig korrekt, *szakmailag hiteles*. Ugyanez vonatkozik az eredmények bemutatására és magyarázatára is.

**Egyetértek Opponensem véleményével, de az említett szerkezeti megoldást azért választottam, hogy az általános felvezetés után a saját rész a kutatási altémák miatt ne olyan legyen, mint egymás után fűzött cikkek láncolata, ahol minden altémán belül külön szerepel a Vizsgált terület, a Módszer, majd az Eredmények és Következtetések fejezet.**

A felsorolt tudományos eredmények elfogadása kapcsán azokhoz - különösen az 1. és 4. számúhoz - az alábbi megjegyzéseket tartom indokoltnak hozzáfűzni:

ad 4. Jelölt vizsgálatainak jelentős része a szegedi városi hősziget maximális napi erősségét magyarázó empirikus statisztikai összefüggések feltárására irányult, melyeknek eredménye regressziós egyenletek formájában jelent meg (ld. fenti 3. és 4. pont). Lényeges kérdés azonban: vajon tudományos eredménynek minősíthető-e a számtalan, elvileg elképzelhető – pl. tetszés szerinti tényezőváltozókra épülő, különböző év- és napszakokra, különböző éghajlati jellemzőkre vonatkozó - empirikus összefüggés közül bármelyiknek a vizsgálata, ill. a regressziós együtthatók és konstansok számszerű rögzítése? A városklimatológusok – akik sok öncélúnak látszó (sőt olykor bizony valóban öncélú) empirikus statisztikai vizsgálatot (is) végeztek és publikáltak – ritkán bocsátkoztak e gyakran komoly apparátust igénylő vizsgálatok végső céljának, tulajdonképpeni értelmének magyarázatába. (Nem tette ezt Jelölt sem.)

Véleményem szerint az ilyen jellegű vizsgálatok létjogosultságát, a révükön elérhető eredmény tudományos értékét az adja meg, ha

a) közelebb visznek az éghajlati elemek alakulását befolyásoló *fizikai folyamatok* megértéséhez;

b) általánosítható, egyes éghajlati paraméterek előrejelzésében vagy befolyásolásában, esetleg a további kutatások irányának kijelölésében hasznosítható *következtetésekre* vezetnek.

**Az értekezésben valóban nem bonyolódtam bele az ilyen típusú vizsgálatok tulajdonképpeni értelmének magyarázatába. Azonban máshol megjelent (2009: Meteorol Appl) cikkünk szerint két város (Szeged és Debrecen) adatbázisa alapján kapott és így generalizáltnak tekinthető empirikus összefüggést kiterjesztettük hasonló éghajlati és domborzati körülményekkel (Alföld) rendelkező, különböző méretű városokra annak megállapítására, hogy e településeken mennyire erős és milyen a mintázata az átlagos hőszigetnek (pl. Kecskemét esetében, Fig. 10).**

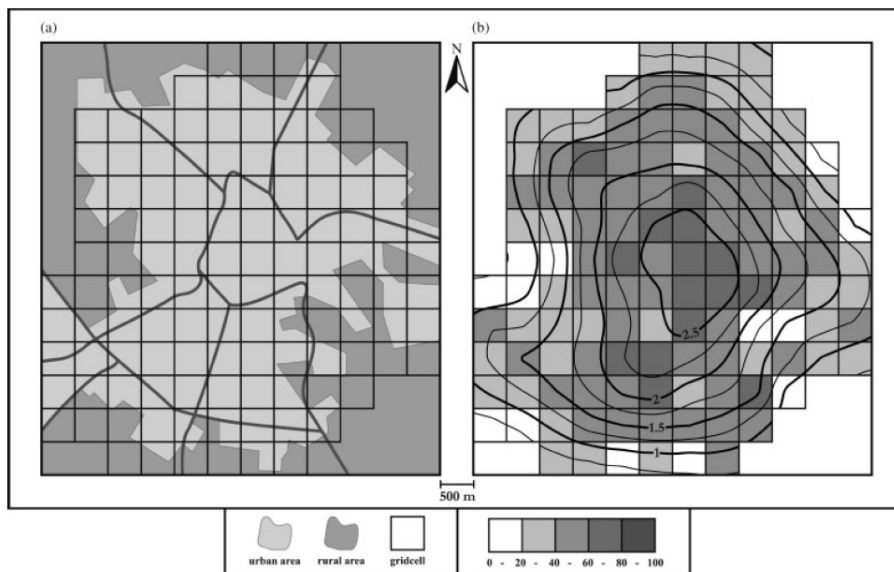


Figure 10. Study area with grid network and the main traffic lines (a) as well as the spatial distribution of the built-up ratio (%) and the modelled mean UHI intensity (°C) (b) in Kecskemét.

Ehhez mindössze a városokról készült műholdfelvételekre volt szükség, melyekből meghatározhatók a modell független változói, tehát a beépítettség, valamint a belőle származtatott mutatók. Ez a kifejlesztett modell felhasználható – kombinálva a helyi klímazónák (local climate zones – 2009: UCN) lehatárolásával – annak érdekében, hogy tervezett, reprezentáns mérőhálózatok elemeinek optimális helyeit megállapítsuk (alföldi városok viszonylatában) (2011: AM, Figs. 5, 6, 7). Az ábrák Újvidékre (Novi Sad) vonatkoznak.

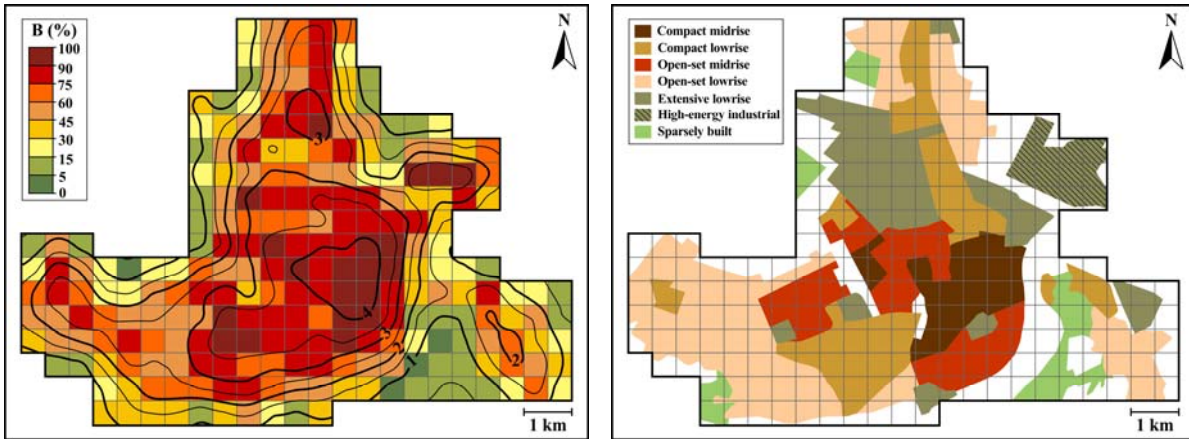


FIGURE 5: Spatial distribution of the built-up ratio (%) and the modelled annual mean UHI intensity ( $^{\circ}\text{C}$ ) in the study area of Novi Sad

FIGURE 6: Spatial distribution of urban Local Climate Zones occurring in the study area of Novi Sad

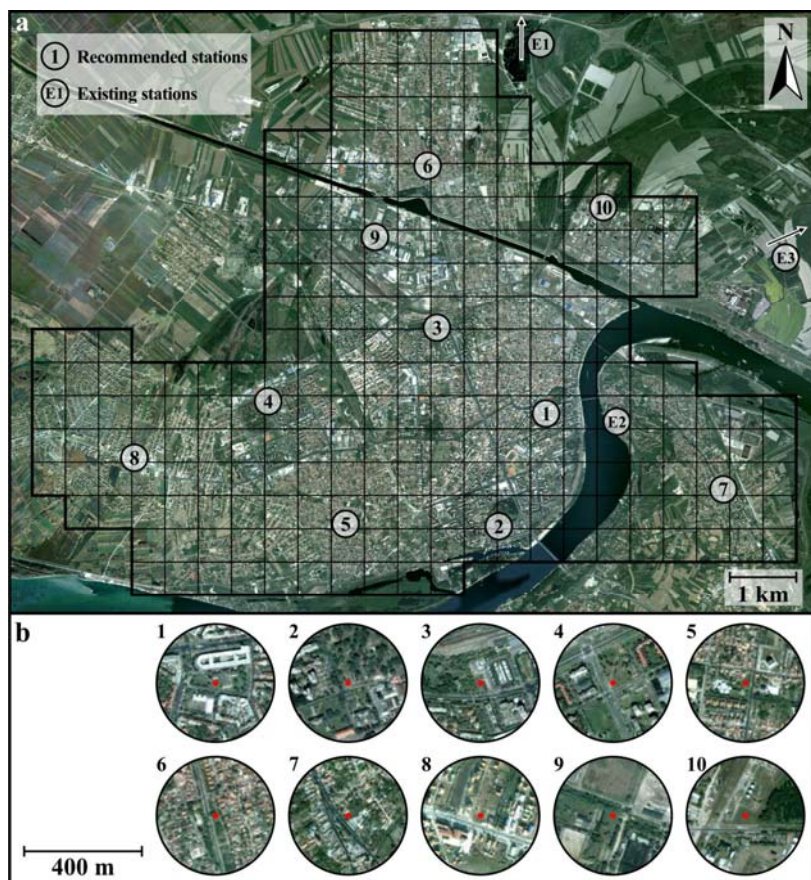


FIGURE 7: Satellite image of the study area in Novi Sad [44] with the existing stations and the recommended sites of a 10-station urban climate network (a) and the immediate surroundings (diameter – 400 m) of these sites (b) (E1 - Rimski Šančevi, E2 – Petrovaradin, E3 – Kać)

A statisztikai összefüggések feltárásának a fenti b) pont szerinti értelme azon alapul, hogy egyszerűen megállapítható prediktorok (pl. a város mérete, lélekszáma) alapján, hosszú és költséges mérések nélkül is lehetővé teszik valamely klímaelem lokális módosulására, pl. a városi hőmérsékleti többlet átlagos napi maximumára vonatkozó becslést. Ilyen egyszerű prediktorok a beépítettségi arány és a városközponttól mért távolság is, amelyeknek a városi hősziget mintázatára gyakorolt hatását a Jelölt által leírt szoros statisztikai összefüggés (is) igazolta. Kétséges viszont az olyan potenciális prediktorokkal végzett vizsgálat értelme, amelyek önmagukban is csak a közvetlen meteorológiai méréseknél sokkal bonyolultabb (erőforrás-igényesebb, költségesebb stb.) módszerekkel és bizonytalanabban határozhatók meg. Ilyen prediktor pl. az égbolt-láthatóság.

**Az egyszerű prediktorok (pl. a város mérete, lélekszáma) csak a város egésze által generált jellemző (maximális) hősziget-intenzitás értékére ad közelítést, de annak városon belüli mintázatára nem.**

Várostervezési (egészségügyi, energetikai) szempontból az egyik legfontosabb információk közé tartozik az átlagos maximális hősziget-mező intenzitása és struktúrája. Ennek becsléséhez az értekezésben bemutatott és felhasznált prediktorok előállításának anyagi igénye nem volt jelentős, munkaigénye is csak a 3D-s épület adatbázis előállításának volt (ami az alapja pl. az égboltláthatóságnak is), s csakis azért, mert Szeged esetében ez még nem állt rendelkezésre (ám idővel egyre több település esetében készül el, mert várostervezési/rekonstrukciós/nyilvántartási feladatok szempontjából amúgy is elengedhetetlen). A szükséges meteorológiai (hőmérsékleti) adatok gyűjtése mobil mérésekkel csak kellő rendszeresség esetén ad figyelembe vehető eredményt, amelynek emberi és anyagi erőforrásigénye is számottevő (jármű, üzemeltetés, több résztvevő). A mobil mérések során gyűjtött adatsűrűséget eredményező állandó mérési hálózat telepítése szintén költséges (sok mérőpont kiépítése, szenzorok és adatgyűjtők beszerzése) és a fenntartás problémái sem elhanyagolhatók (karbantartás és biztonság kérdései). Mindkét esetben minimum egy év után lehet reális eredményt számítani, míg megfelelő alapadatok esetén egy geoinformatikai ismeretekkel rendelkező személy ennél lényegesebben gyorsabban tudja produkálni az említett prediktorokat.

**(Ehhez kapcsolódik még a Dr. Bartholy Judit 3. kérdéséhez adott válaszom is!)**

Jelöltnek e mutatóval végzett kísérletéből véleményem szerint az alábbi – fizikai megfontolásokkal is alátámasztható – általánosabb következtetés vonható le:

*A bonyolult térinformatikai eljárással előállítható égbolt-láthatósági mező és a városi hősziget területi szerkezete között kimutatott empirikus statisztikai összefüggés lazább, mint amely a beépített (burkolt) felszín aránya, a városközponttól mért távolság és a hősziget-intenzitás között többváltozós regresszióanalízissel megállapítható. Ennél fogva az égbolt-láthatósági tényezőt az európai típusú városokban nem célszerű a hősziget szerkezetének (mintázatának) prediktoraként számításba venni.*

Kérdés, vajon Jelölt egyetért-e ezzel a konklúzióval, s ha igen, miért nem fogalmazta meg művében. - Véleményem szerint az értekezésben *implicit*e bennfoglaltatik a fenti következtetés, s főként éppen emiatt tudom a fentebbi 4. pontba sorolt sztochasztikus összefüggést tudományos eredményként elfogadni.

**Részben egyetértek Opponensemvel, de arra hívnám fel a figyelmet, hogy az ide vonatkozó téziseknél nem maga a statisztikai összefüggés kimutatása volt az igazán új eredmény. Inkább annak felismerése, hogy a megfelelően választott méretű területre vonatkozó átlagos SVF értékeiben tulajdonképpen összegződnek az adott terület geometriájának sajátosságai ugyanúgy, mint ahogy a hőmérsékleti többlet is a különféle – a város területére jellemző mozaikos – mikroklímák sajátosságainak eredője. Vizsgálatom az első olyan, ahol egy város teljes területén került meghatározásra az SVF értéke. Csak egy ilyen méretű adatbázis felhasználásával lehet statisztikailag kellően megalapozott következtetéseket levonni. Ilyen módon keresve közöttük a kapcsolatot, a korábbi irodalmi eredmények ellentmondásai feloldhatónak bizonyultak.**

Végezetül egy személyes megjegyzés. Még hallgató koromban olvastam a Professor Úr „Budapest városklímája” című kiváló könyvét, amely mélyen megragadott és igencsak felkeltette érdeklődésemet e téma iránt. Néhány év más irányú tevékenységem után, az Éghajlattani Tanszékre kerülve lehetőségem lett a téma mélyebb művelésére és most arra, hogy az ezzel kapcsolatos eredményeimet itt megvédhessem.

Ennek tükrében külön is köszönöm Opponensem, Dr. Probáld Ferenc elismerő szavait, kritikai szellemű észrevételeit és kérdéseit, és tisztelettel kérem az ezekre adott válaszaimnak az elfogadását.

Szeged, 2011. április 22.

dr. Unger János

#### Megemlített irodalom:

- Péczely Gy, 1962: A nagyváros által keltett helyi szélrendszer Budapesten. Időjárás 66, 354-360*  
*Bán M, Gajzágó L, 1974: A cirkuláció sajátosságai Budapesten. OMI Beszámolók 1971, Bp, 114-120*  
*Probáld F, 1974: Budapest városklímája. Akadémiai Kiadó, Budapest, 127 p*  
*Dezső Zs, 2000: Budapest szélklímájának és potenciális környezeti hatásainak elemzése. Léggör 45/3, 29-34*  
*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*  
*Stewart ID, 2009: Classifying urban climate field sites by „Local Climate Zones”. Urban Climate News 34, 8-11*  
*Unger J, Savic S, Gál T, 2011: Modelling of the annual mean urban heat island pattern in Novi Sad, Serbia. Advances in Meteorology (bírálatok alapján átdolgozás alatt)*