



Szegedi Tudományegyetem
Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék



ÉGHAJLATVÁLTOZÁS ÉS A VÁROSI KLÍMA

Unger János

unger@geo.u-szeged.hu

www.clima.u-szeged.hu



2018. november 22-23.

44. Met. Tud. Napok – Éghajlatváltozás és alkalmazkodás

VÁZLAT

1. HŐTÖBBLET A VÁROSBAN

2. HŐHULLÁM + UHI + CC

3. VÁROSI HŐTÖBBLET – KÖVETKEZMÉNYEK

3. ALKALMAZKODÁSI STRATÉGIÁK (EXTRA HŐ ELLEN)

1. HŐTÖBBLET A VÁROSBAN

városklíma – *helyi* éghajlat ← a beépített terület és a regionális éghajlat kölcsönhatásának eredményeként jön létre

városi hőtöbblet (hőterhelés) mérése →

városi hősziget (UHI, ΔT) + *humán komfort* indexek

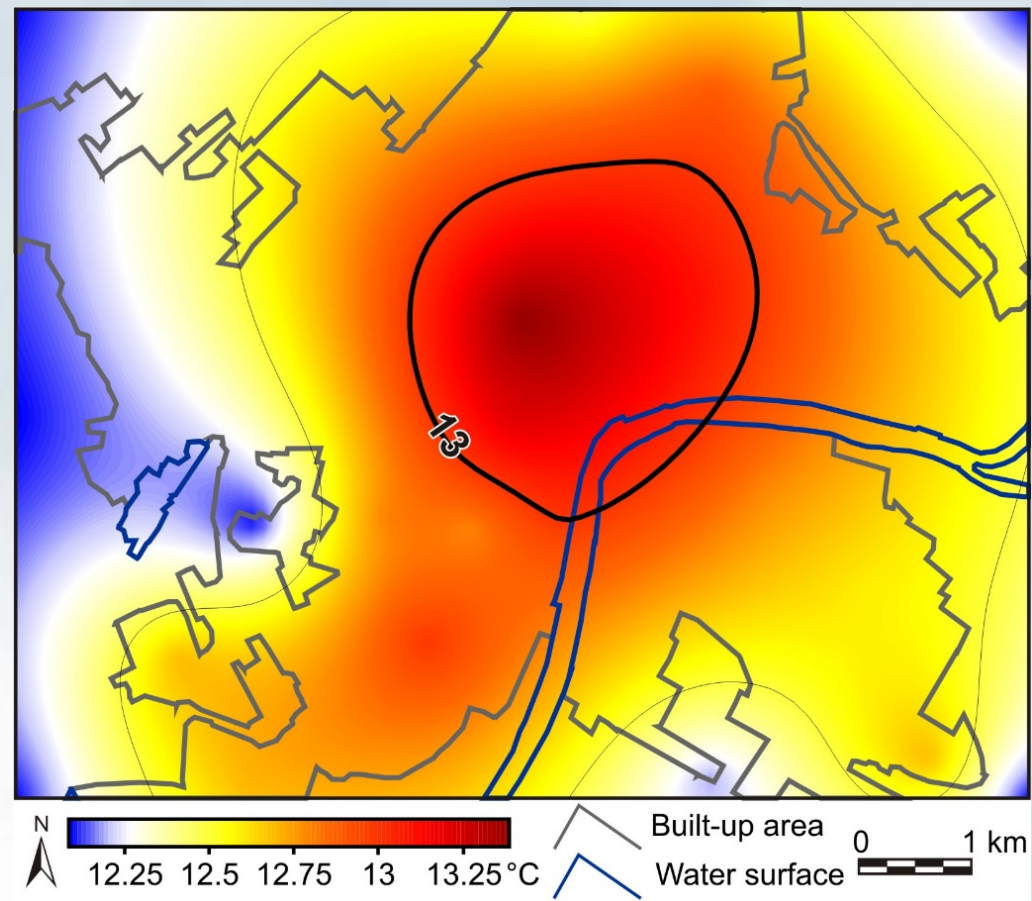
elmúlt évszázad – *globális*
felszínközeli **T** éves átlagban
~1 °C emelkedés



nagyságrendileg összemérhető
már egy *közepes* nagyváros
által generált többlet**T**-hez

Éves közép**T** eloszlás
Szegeden (2014-2015)

(Gál et al. 2016)



2. HŐHULLÁM + UHI + CC

UHI legerőteljesebb kifejlődése ← nyugodt, derült (anticykl.) időjárási helyzetben



Mérés alapján – hőhullám $\leftrightarrow \Delta T$

- $T_{\max} > 30^\circ\text{C}$
- min. 3 egymás utáni nap

 **hőhullám**

ezen belül van \rightarrow

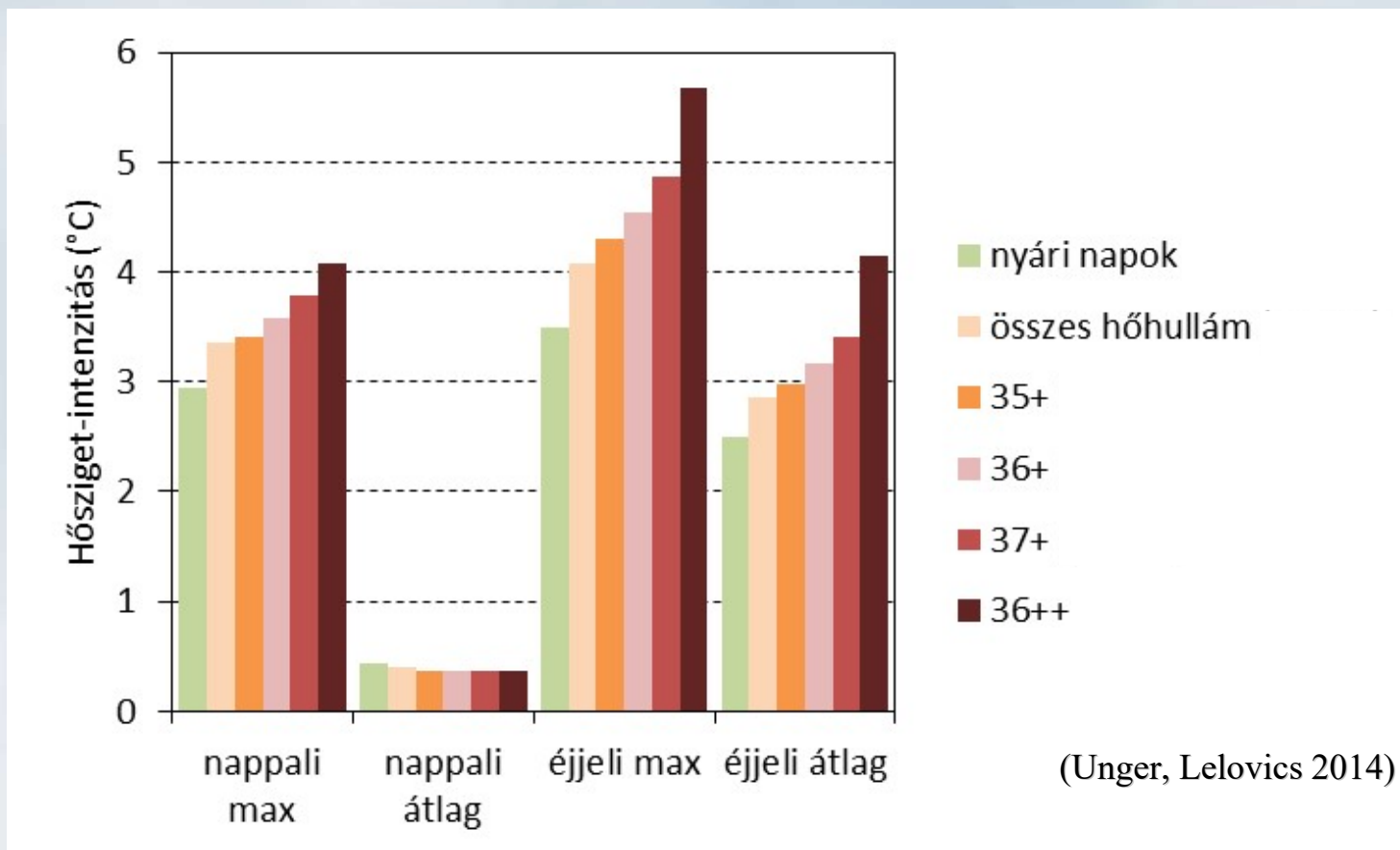
35+: $T_{\max} > 35^\circ\text{C}$

36+: $T_{\max} > 36^\circ\text{C}$

37+: $T_{\max} > 37^\circ\text{C}$

36++: $(T_{\max} > 36^\circ\text{C}) \geq 4$

Nappali/éjszakai
 ΔT_{\max} és ΔT
átlagok
(Szeged,
1998-2014 nyár)



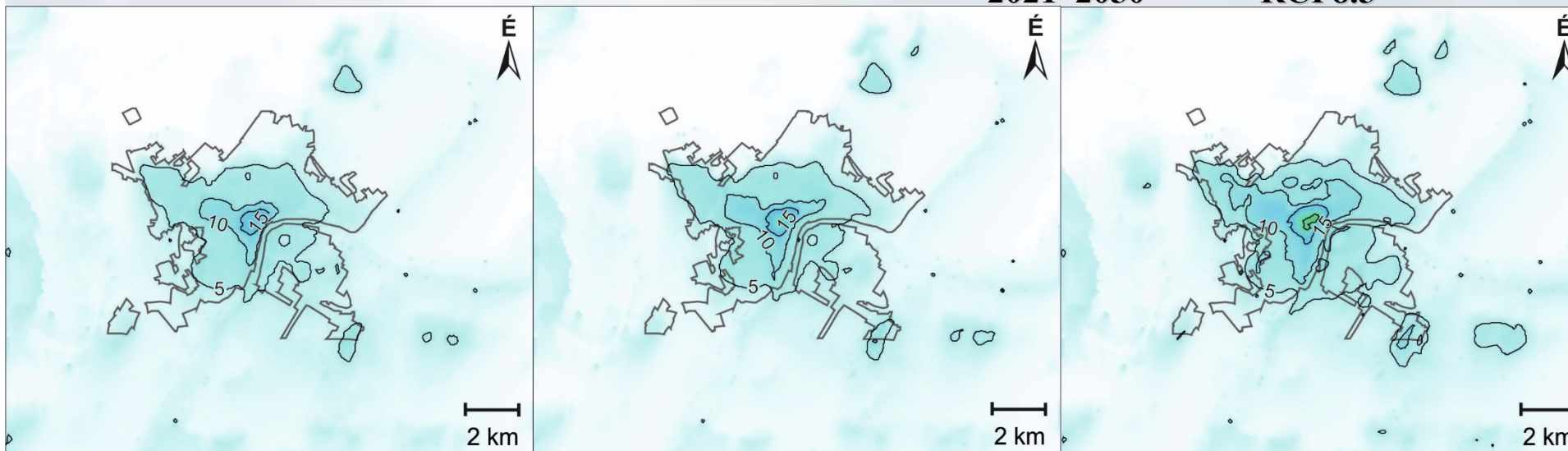
Modellezés (MUKLIMO) alapján – jövőbeli változás

1981–2010

RCP4.5

2021–2050

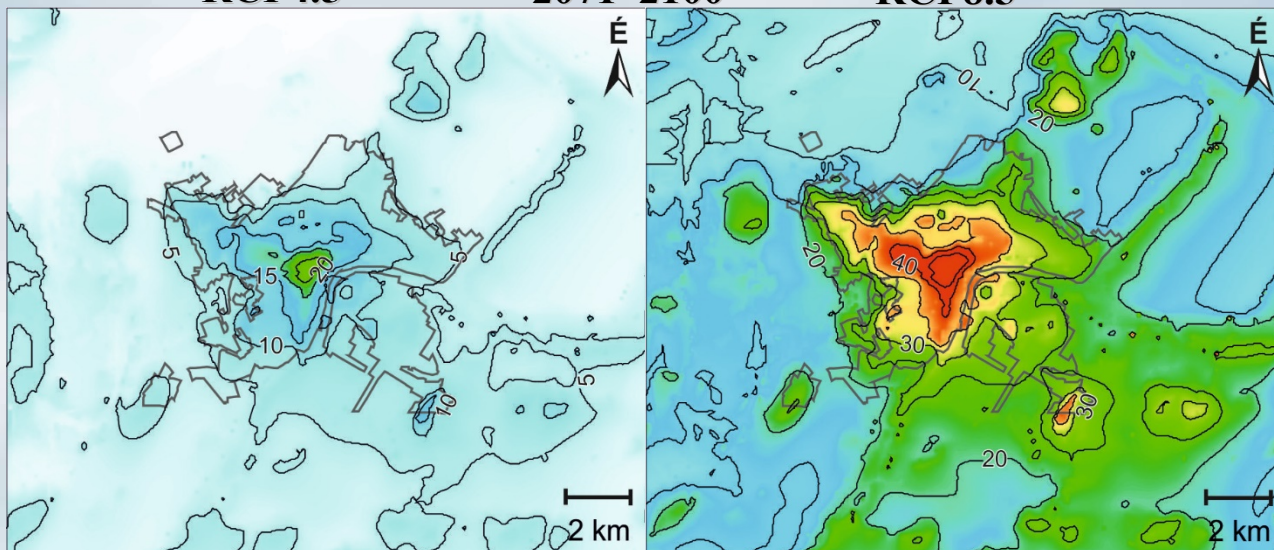
RCP8.5



RCP4.5

2071–2100

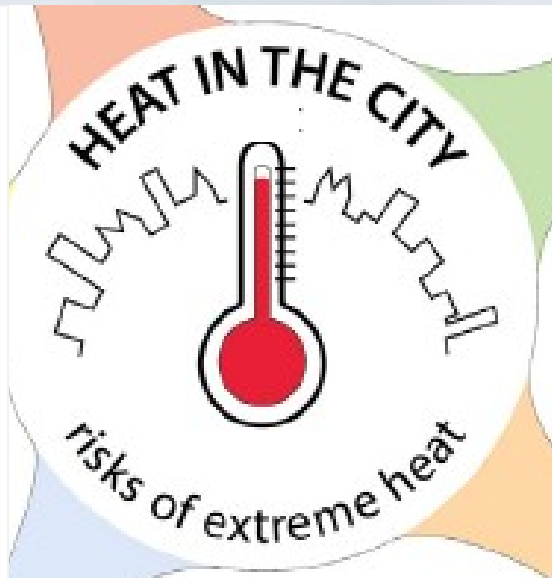
RCP8.5



Trópusi
éjszakák
($T_{\min} \geq 20\text{ }^{\circ}\text{C}$)
Szegeden

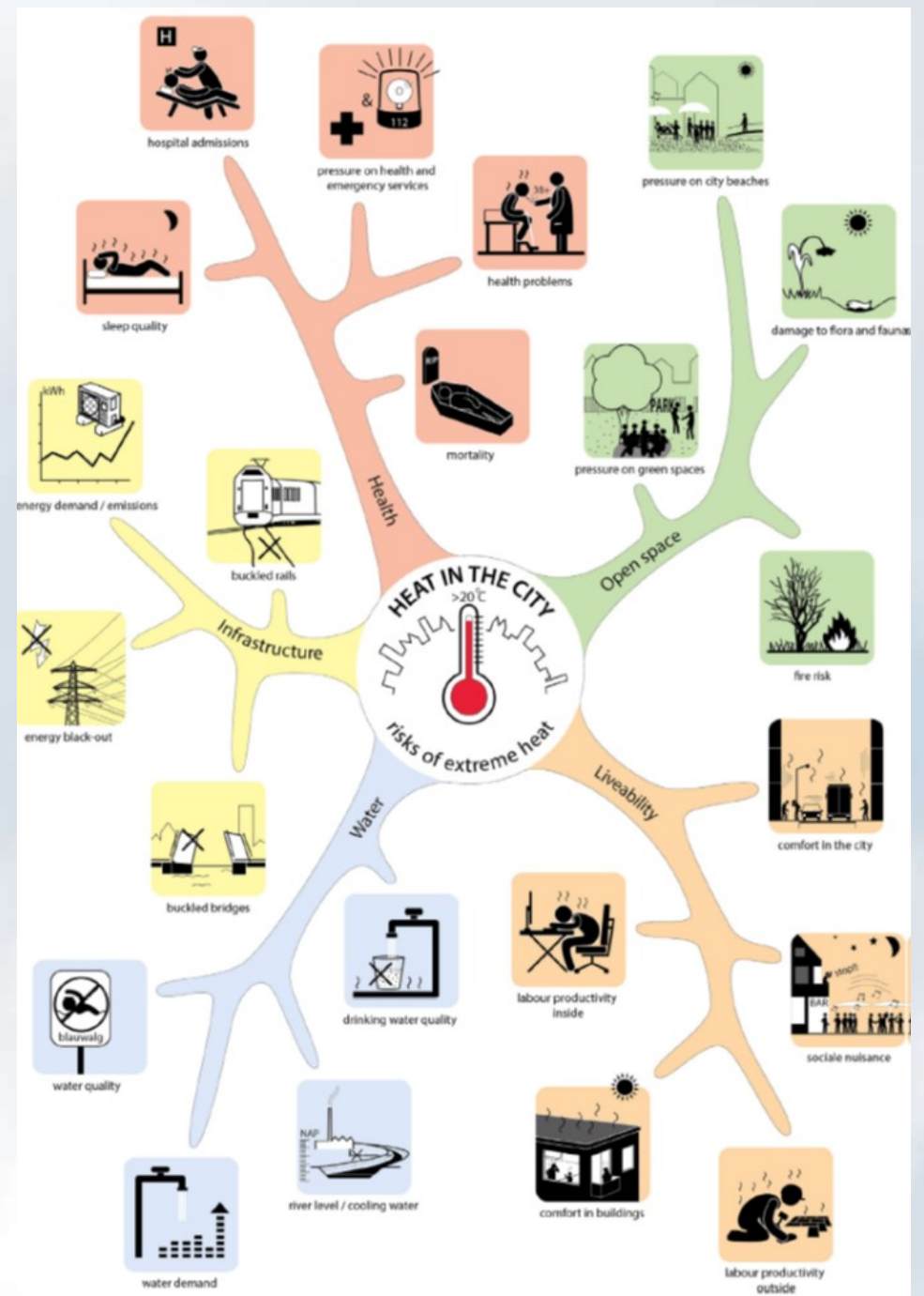
(Skarbit 2018)

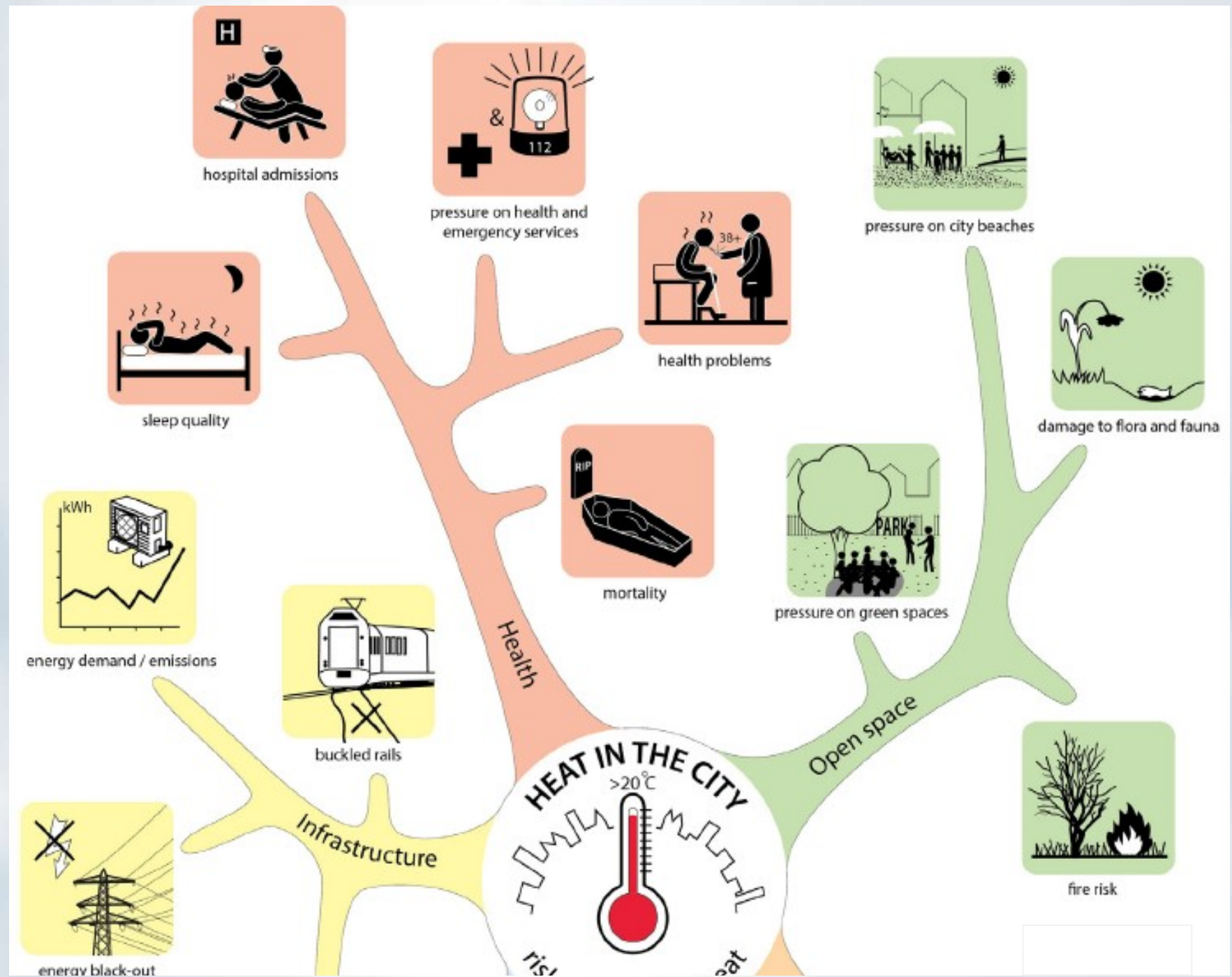
3. VÁROSI HŐTÖBBLET – KÖVETKEZMÉNYEK



Extrém hő következményei
városi környezetben

(Klok, Kluck, 2018)





risks of extreme heat

Liveability

Water



buckled bridges



blauwalg

water quality



drinking water quality



river level / cooling water



water demand



labour productivity inside



comfort in buildings



comfort in the city



sociale nuisance



labour productivity outside

4. ALKALMAZKODÁSI STRATÉGIÁK (EXTRA HŐ ELLEN)

környezeti/technikai

– *növényzet*

- * felszíni
- * zöld tető
- * zöld homlokzat

– *árnyékolás*

- * (utcai) fák
- * árnyékolók

– *víz*

- * felszíni burkolatok nedvesítése
- * víztestek, vizes elemek
- * vízsórás (párakapu)

– *átszellőzés*

viselkedési

- *ruházat, személyes eszközök*
- *hideg/meleg ital*
- *étel*
- *fizikai aktivitás*
- *napsütésnek való kitettség*
- *zuhany*

pszichológiai

- *időjárás előrejelzés*
- *ismeretek a klímaváltozásról*
- ...

(Shooshtarian et al. 2018)

környezeti/technikai

– *növényzet*

- * felszíni
- * zöld tető
- * zöld homlokzat

– *árnyékolás*

- * (utcai) fák
- * árnyékolók

– *víz*

- * felszíni burkolatok nedvesítése
- * víztestek, vizes elemek
- * vízsórás (párakapu)

– *átszellőzés*

Városi parkok



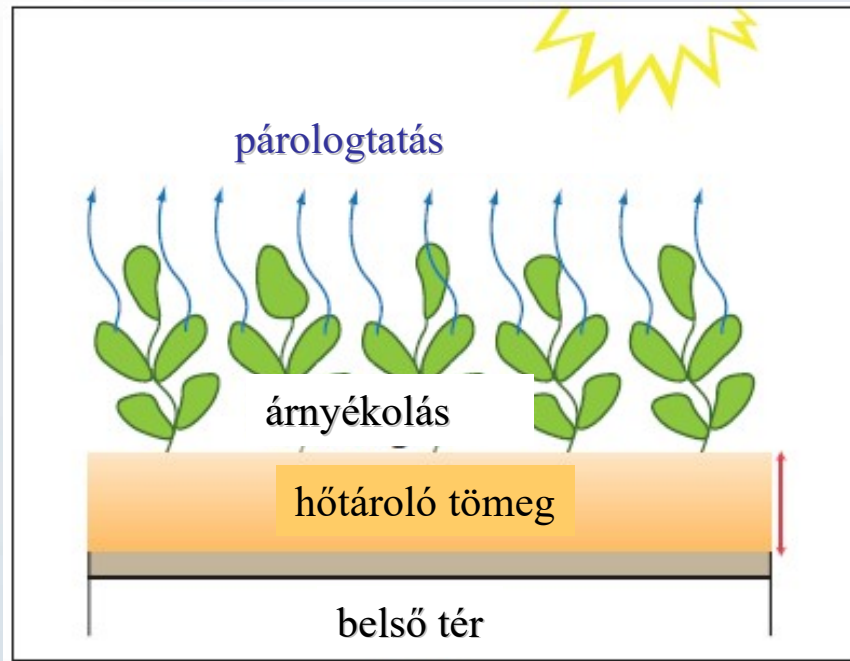
környezeti/technikai

– **növényzet**

* felszíni

* **zöld tető**

* zöld homlokzat



Hatás-
mechanizmus

tése



környezeti/technikai

– *növényzet*

- * felszíni
- * zöld tető
- * **zöld homlokzat**

– *árnyékolás*

- * (utcai) fák
- * árnyékolók



környezeti/technikai

– *növényzet*

- * felszíni
- * zöld tető
- * zöld homlokzat

– *árnyékolás*

- * (utcai) fák
- * árnyékolók

– *víz*

- * felszíni burkolatok nedvesítése
- * víztestek, vizes elemek
- * vízszórás (párakapu)

– *átszellőzés*



*Árnyékolt
parkoló*



Árnyékolt utca

környezeti/technikai

– *növényzet*

- * felszíni
- * zöld tető
- * zöld homlokzat

*Sierpinski's
Forest*

– *árnyékolás*

- * (utcai) fák
- * *árnyékolók*





*Sétány
(Újvidék / Novi Sad)*



környezeti/technikai

– növényzet

- * felszíni
- * zöld tető
- * zöld homlokzat

– árnyékolás

- * (utcai) fák
- * árnyékolók

– víz

- * felszíni burkolatok nedvesítése
- * víztestek, vizes elemek
- * vízsórás (párakapu)

– átszellőzés

környezeti/technikai

– *növényzet*

- * felszíni
- * zöld tető
- * zöld homlokzat

– *árnyékolás*

- * (utcai) fák
- * árnyékolók

– *víz*

- * felszíni burkolatok nedvesítése
- * víztestek, vizes elemek
- * ...



környezeti/technikai

– *növényzet*

- * felszíni
- * zöld tető
- * zöld homlokzat

– *árnyékolás*

- * (utcai) fák
- * árnyékolók

– *víz*

- * felszíni burkolatok nedvesítése
- * víztestek, vizes elemek
- * **vízsórás (párakapu)**

– *átszellőzés*



környezeti/technikai

– *növényzet*

- * felszíni
- * zöld tető
- * zöld homlokzat

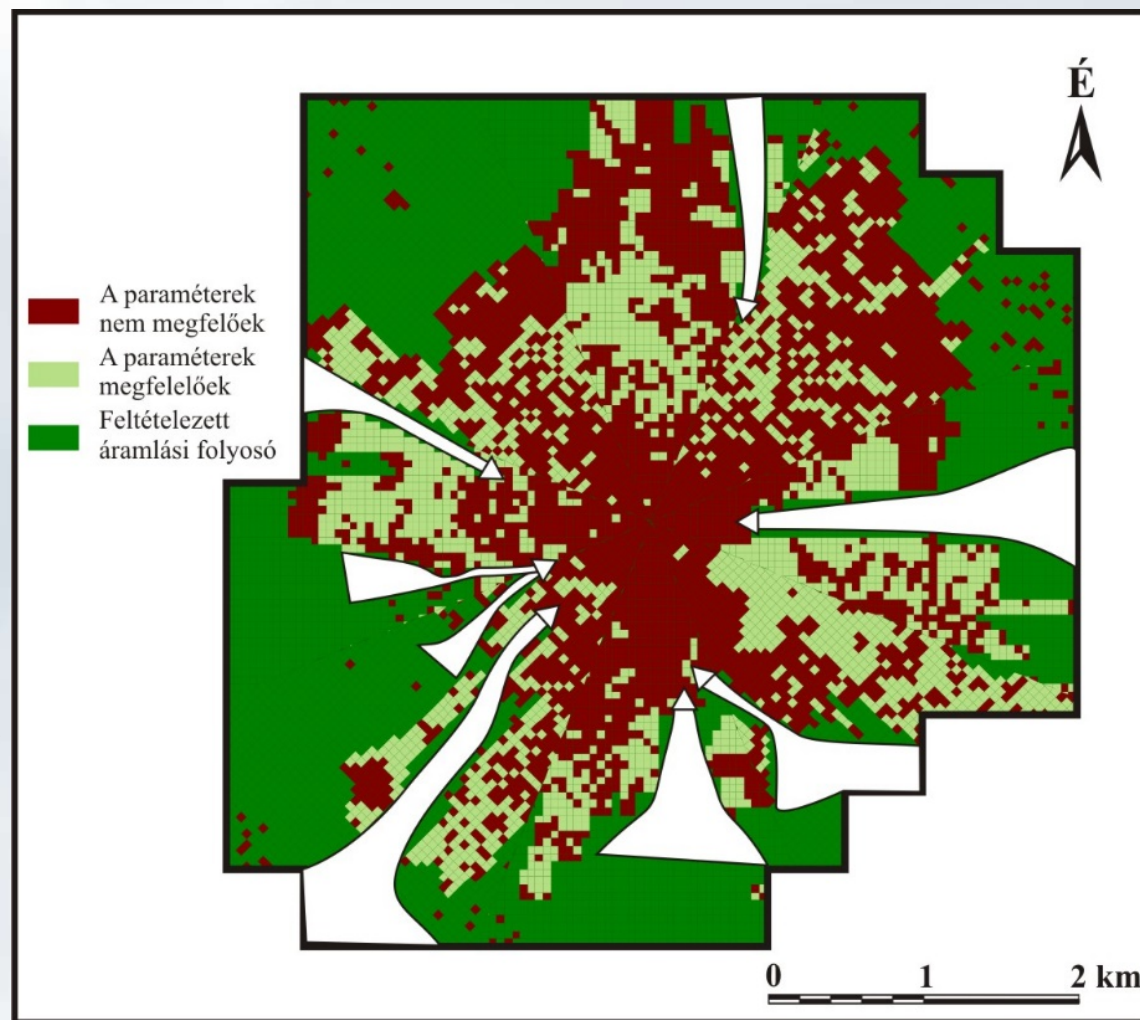
– *árnyékolás*

- * (utcai) fák
- * árnyékolók

– *víz*

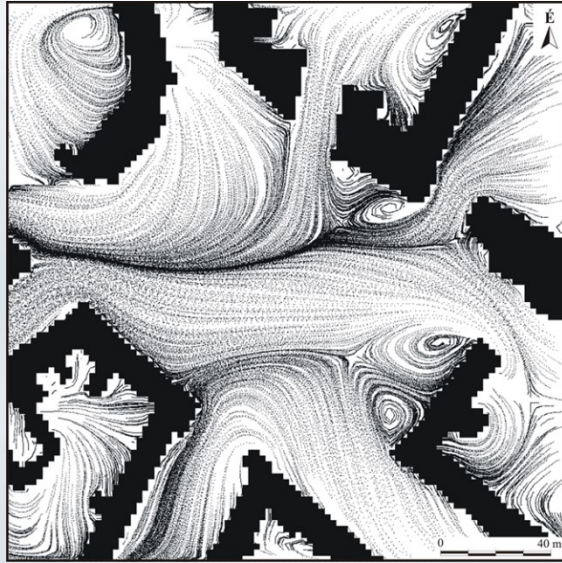
- * felszíni burkolatok nedvesítése
- * víztestek, vizes elemek
- * vízsórás (párakapu)

– *átszellőzés*

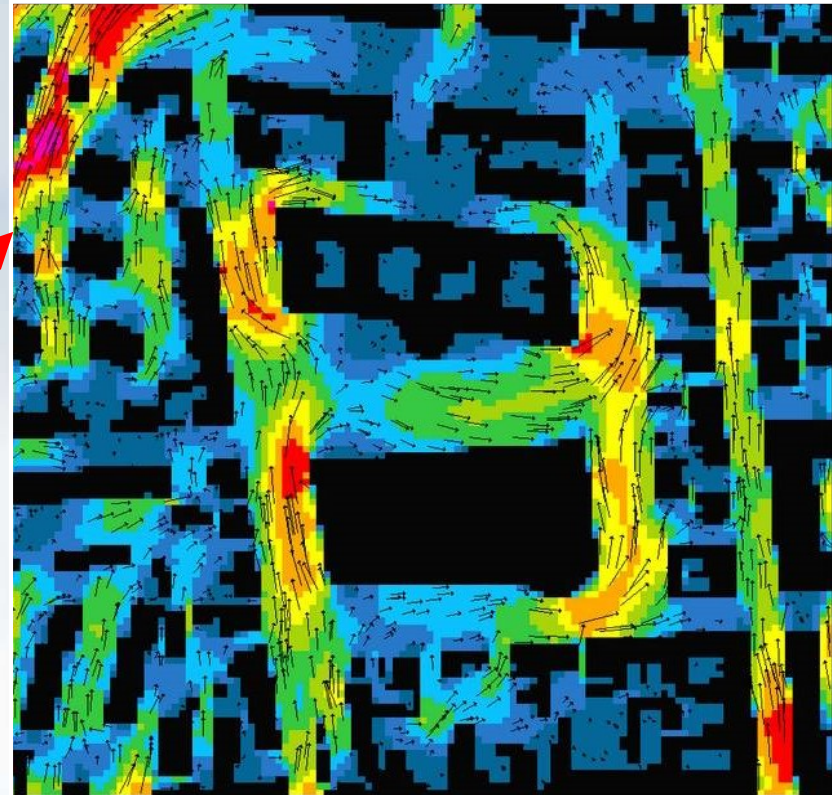
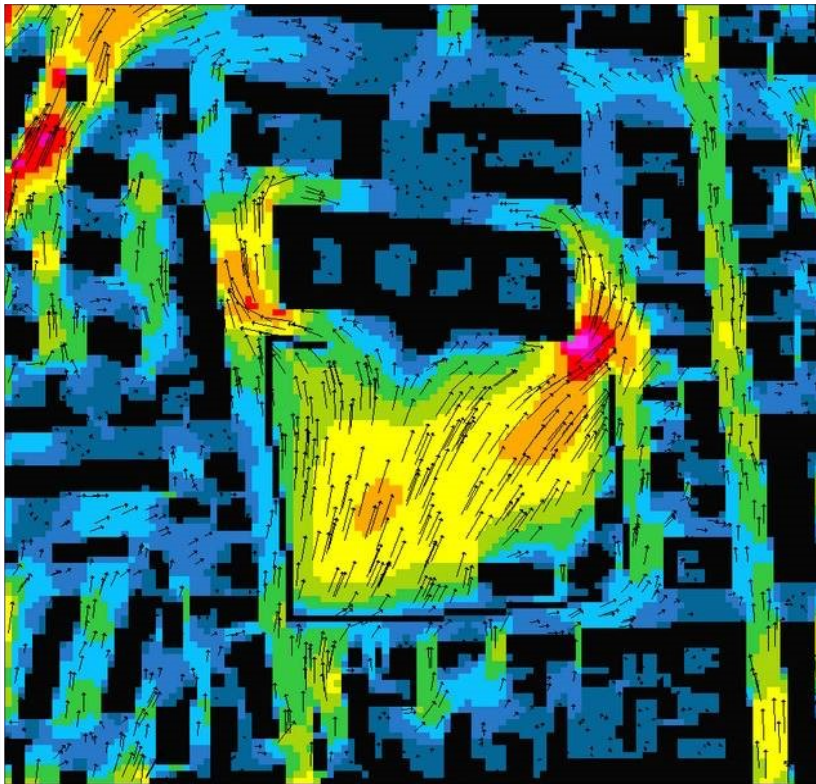


Potenciális áramlási folyosók (Szeged)

(Gál, Unger 2009)



ENVI-MET modell



viselkedési

- *ruházat, személyes eszközök*
- *hideg/meleg ital*
- *étel*
- *fizikai aktivitás*
- *napsütésnek való kitettség*
- *zuhany*



0,05 clo



1,0 clo



4,0 clo



1 clo = 0,155 Km²/W

viselkedési

- *ruházat*
- *hideg/meleg ital*
- *étel*
- *fizikai aktivitás*
- *személyes eszközök*
- *napsütésnek való kitettség*
- *zuhany*



viselkedési

- *ruházat*
- *hideg/meleg ital*
- *étel*
- *fizikai aktivitás*
- *személyes eszközök*
- *napsütésnek való kitettség*
- **zuhany**



pszichológiai

- *időjárás előrejelzés*
- *ismeretek a klímaváltozásról*
- ...



COOLING SINGAPORE
2017

STRATEGIES FOR COOLING SINGAPORE

A CATALOGUE OF 80+ MEASURES TO
MITIGATE URBAN HEAT ISLAND AND
IMPROVE OUTDOOR THERMAL COMFORT

EDITED BY
LEA A. RUEFENACHT & JUAN ANGEL ACERO

FOREWORD Peter Edwards	04
MOTIVATION Heiko Aydt	10
VEGETATION Juan Angel Acero	12
URBAN GEOMETRY Juan Angel Acero, Lea A. Ruefenacht & Muhammad Omer Mughal	34
WATER BODIES & FEATURES Juan Angel Acero	64
MATERIAL & SURFACES Gloria Pignatta	80
SHADING Lea A. Ruefenacht	104
TRANSPORT Jordan Ivanchev	120
ENERGY Sreepathi Bhargava Krishna & Gloria Pignatta	140
GLOSSARY	168

IRODALOM

- Gál T, Skarbit N, Unger J, 2016: Urban heat island patterns and their dynamics based on an urban climate measurement network. *Hung Geogr Bull* 65/2, 105-116
- Gál T, Unger J, 2009: Detection of ventilation paths using high-resolution roughness parameter mapping in a large urban area. *Build Environ* 44, 198-206
- Jacob DJ, Winner DA, 2009: Effect of climate change on air quality. *Atmos Environ* 43, 51-63
- Klok EJ, Kluck J, 2018: Reasons to adapt to urban heat (in the Netherlands). *Urban Clim* 23, 342-351
- Kuttler W, Weber S, 2009: Urban climate and global climate change – a case study of the 'Ruhr area', Germany. *Ber Meteor Inst Albert Ludwigs-Univ Freiburg* 18, 313-319
- Mika J, 2012: A globális klímaváltozás és a városi hősziget összefüggései. In: Kerekes S, Jámbor I (szerk): *Fenntartható fejlődés, Élhető régió, Élhető települési táj – 1. kötet*. Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest, 139-155
- Ruefenacht L, Acero JA, 2017: *Strategies for cooling Singapore: A catalogue of 80+ measures to mitigate urban heat island and improve outdoor thermal comfort*. National Research Foundation, Singapore, 185p <https://www.research-collection.ethz.ch/handle/20.500.11850/258216>
- Shooshtarian S, Rajagopalan P, Sagoo A, 2018: A comprehensive review of thermal adaptive strategies in outdoor spaces. *Sust Cities Soc* 41, 647-665
- Skarbit N, 2018: Városklíma-elemzés térben és időben részletes mérések, valamint lokális léptékű klímamodell alapján. *PhD disszertáció, SZTE Földtudományok Doktori Iskola, Szeged*, 113p
- Unger J, Lelovics E, 2014: Hőhullám és hősziget. (kézirat)



Szegedi Tudományegyetem Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék



*Köszönöm a
megtisztelő
figyelmet!*

Unger János

unger@geo.u-szeged.hu

www.clima.u-szeged.hu



2018. november 22-23.

44. Met. Tud. Napok – Éghajlatváltozás és alkalmazkodás