

KLÍMAVÁLTOZÁS ÉS ADAPTÁCIÓ – A ZÖLD INFRASTRUKTÚRA SZEREPE VÁROSI KÖRNYEZETBEN

CLIMATE CHANGE AND ADAPTATION – ROLE OF THE GREEN INFRASTRUCTURE IN URBAN ENVIRONMENT

Hoyk Edit

Tudományos főmunkatárs, MTA KRTK RKI, Kecskemét, Rákóczi út 3. 6000, tel.: 76/502 840, e-mail: hoyk.edit@rtk.mta.hu

ÖSSZEFOGLALÁS

A klímaváltozás negatív hatásaival szembeni adaptáció városi környezetben elsősorban a túlzott felmelegedés elleni védekezésre, ill. a városi hősziget-hatás mérséklésére fókuszál. Ebben a folyamatban a zöld infrastruktúrának kitüntetett szerepe van, és kell, hogy legyen a jövőben is. Jelen tanulmányban egy magyarországi középváros, Kecskemét példáján mutatjuk be a városon belüli mikroklimatikus eltéréseket, amelyek utalnak a városi hősziget kialakulására. Mennyiségi és minőségi szempontból elemezzük a belváros zöldfelületeit, amelyek szerepet játszhatnak a hősziget-hatás csökkentésében, valamint kitérünk a túlmelegedéssel szembeni egyéb adaptációs lehetőségekre, mint pl. zöld falak és homlokzatok, zöld tetők, reflektív tetők és járdák, stb. Következtetésként javaslatokat fogalmazunk meg az egyes, zöld infrastruktúrához kötődő adaptációs eszközök alkalmazási lehetőségeivel kapcsolatban, amelyek egy kontinentális klímájú, közép-kelet európai középváros esetében hatékonyan szolgálhatják a klímaváltozás negatív hatásainak mérséklését.

SUMMARY

The attempts to reduce the negative effects of climate change in urban environment focus on overheating protection and decrease of urban heat island (UHI) effect primarily. Green infrastructure has a prominent role in this adaptation process and this should be in the future. In this study, we present the microclimatic differences within a medium sized Hungarian city (the study area was Kecskemét), which refer to the urban heat island phenomenon. We made a qualitative and a quantitative analyses about green surfaces in the downtown, which have an important role in urban heat island effect reduction. In addition, we deal with other adaptation possibilities against daytime overheating, such as green facades, green roofs, reflective roofs and pavements etc.

As a conclusion, we make suggestions about green infrastructure as an adaptation tool. These possibilities can effectively serve to mitigate the negative effects of climate change in a medium sized, continental climate city in Central and Eastern Europe.

1. BEVEZETÉS

Napjainkra a klímaváltozás negatív következményei széles körben ismertek, amelyek tudatosításán túl a hangsúly a mitigációs és adaptációs lehetőségek felé fordult.

A nemzetközi szakirodalomban az elmúlt években egyre nagyobb számú publikáció jelent meg az egyes lehetőségekről, azok eredményességéről, pénzügyi vonatkozásairól, stb. A kutatások egyetértenek abban, hogy a városi szintű adaptáció egyik kulcseleme a zöld infrastruktúra. Ugyanakkor azt csak napjainkban ismerték fel, hogy mindegyik, eltérő

klimatikus adottságokkal és építészeti jellemzőkkel bíró országnak helyi kutatásokat kell végeznie annak érdekében, hogy a zöld tetők, és egyéb, zöld infrastruktúra témakörébe sorolható adaptációs lehetőség sikeres alkalmazása megvalósítható legyen (Vijayaraghavan 2016).

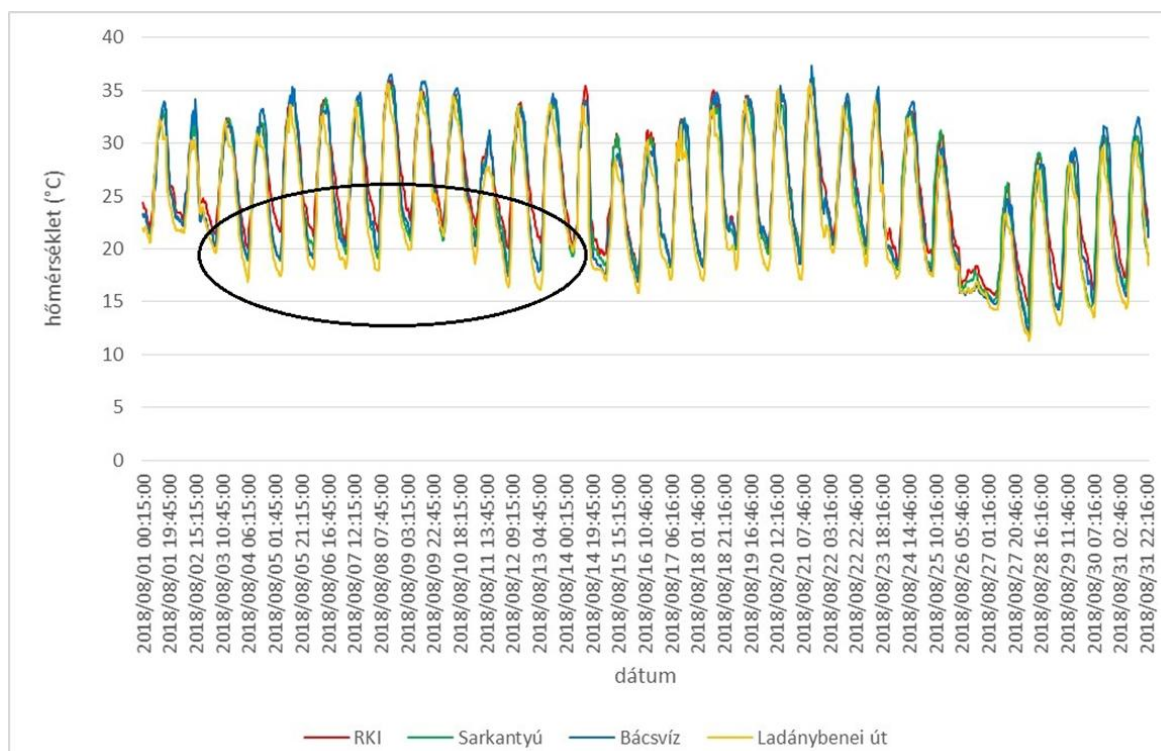
A nemzetközi kutatások jelentős része a zöld tetők és a reflektív tetők közötti különbségekre fókuszál (Cuce 2017). A vizsgálati eredmények aláhúzzák a zöld falak pozitív hatásait nyári időszakban, és mérsékelt hőveszteséget mutatnak ki télen (Djedjig et al., 2015). Más vizsgálatok azt mutatják, hogy a reflektív tetők (cool roofs) használata hatékonyabb a városok hűtésében, mint a zöld tetőké, fasoroké, vagy egyéb zöldfelületeké (Santamouris 2014). A kérdést az energiafogyasztás mérséklése szempontjából közelítve elmondható, hogy a zöld tetők alkalmazása elsősorban a fűtés-domináns városokban lehet eredményes, míg a reflektív tetők és zöld tetők együttes alkalmazása a hűtés-domináns területeken hatékony (Zeng 2017). Ezen kívül fontos megemlíteni, hogy a zöld tetők nem csupán a felmelegedéssel szemben nyújtanak védekezési lehetőséget, hanem a csapadékvíz visszatartásával csökkentik a vízhiányt, és hozzájárulnak a városi csapadékvíz-menedzsmenthez.

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

Kutatásunkban a városi klíma nyomon követését négy db, általunk telepített Netatmo NRG01-WW típusú meteorológiai állomás adatainak segítségével végeztük. Az elemzésbe a 2017. augusztus 10. – 2018. március 10. közötti időszakot vontuk be. A mért paraméterek a következők: kinti és benti hőmérséklet, csapadék, páratartalom, szél. Kecskemét zöldfelületeinek felmérését egyrészt a körutak által határolt belváros területére végeztük el, Google Street View alkalmazás területszámításának alkalmazásával. Másrészt a város főterének, valamint egy kitüntetett útjának (Rákóczi út) fáit mennyiségi és minőségi szempontból elemeztük. Ez magában foglalta a fák számának, típusának és egészségi állapotának felmérését. Az egészségi állapot megállapítása során az Európai Unióban elfogadott módszer egyszerűsített változatát alkalmaztuk, amelynek keretében három egészségügyi osztályba (1 – jó; 2 – közepes; 3 – gyenge egészségi állapot) soroltuk a fákat.

3. EREDMÉNYEK

A kecskeméti hőmérséklet- és csapadékadatok azt mutatják, hogy elsősorban az éjszakai lehűlésben vannak eltérések a város egyes pontjai között. Az 1. ábra az állomások hőmérsékleti adatait mutatja nyári időszakban.



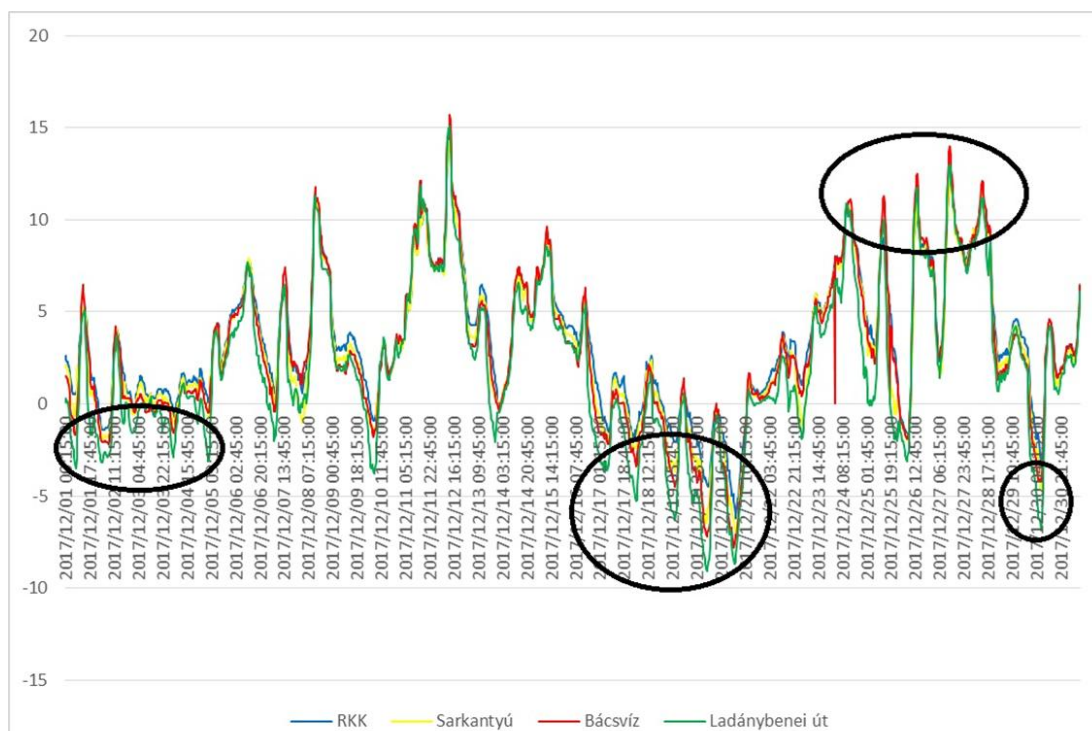
1. ábra: A mérőállomások léghőmérsékleti adatai Kecskeméten, nyári időszakban (2018. augusztus 1. – 31.)

Az éjszakai lehülés eltérései alapvetően a beépítési sűrűséggel hozhatók összefüggésbe. A sűrűn beépített helyszínen lévő belvárosi mérőpont adatai és a belváros peremi – lazábban beépített –, valamint a belváros és a peremterület közötti mérésből származó adatok 1,5-2 fokos eltéréseket mutatnak az éjszakai hőmérsékletekben, a belváros javára. Ugyanakkor a nappali felmelegedésben jelentős eltérés nem tapasztalható.

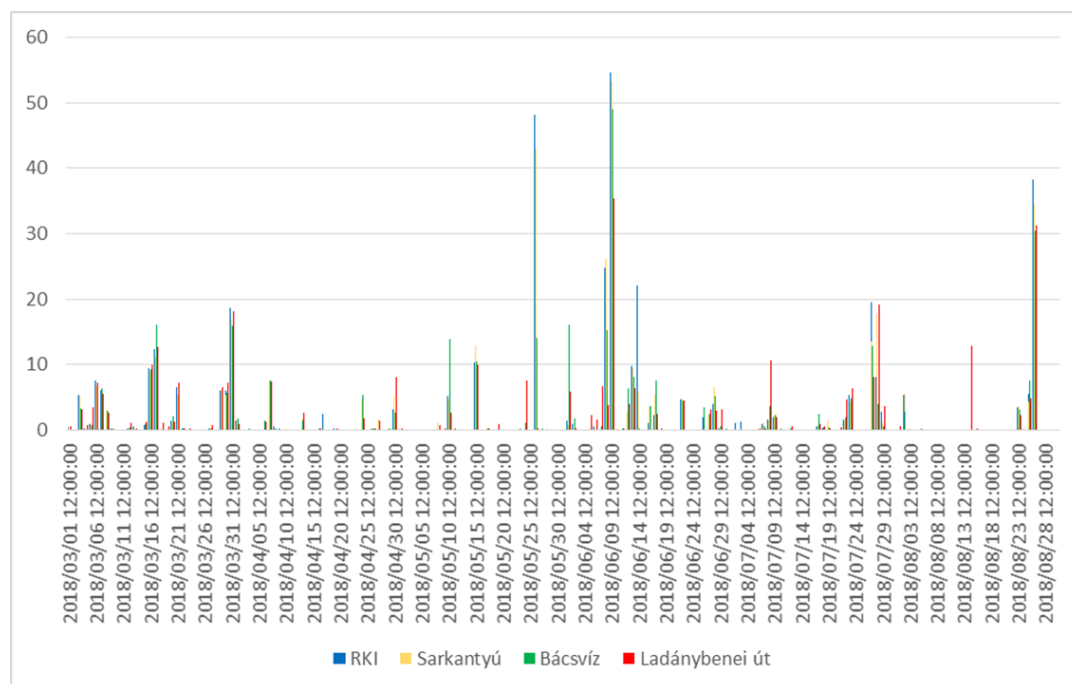
A hőmérsékleti eltérések téli időszakban markánsabban jelentkeznek, elsősorban a városperem és a belváros között (2. ábra). A belváros kb. 5 °C-kal melegebb, mint a város pereme, míg a köztés zónák a két szélsőérték között mozognak.

A város egyes részei között a hőmérsékleti eltérések leginkább éjszaka mutathatók ki. Átlagban 1,5-2 °C-os eltérést mértünk a sűrűn beépített belvárosi és a lazán beépített városperemi mérőpontok között, magasabb értékekkel a belvárosban. Ez az eltérés a városi hősziget-hatás meglétére utal.

A csapadékmennyiség Magyarországon rendkívül változékony. A 3. ábrán látható, hogy mindössze a napok 10%-án haladta meg a csapadék az 5 mm-t a késő őszi-kora tavaszi időszak között. Ugyanakkor ebben az időszakban két olyan nap is volt, amikor a 24 óra alatt lehullott csapadék mennyisége meghaladta a 25 mm-t (téli időszakban). Ez a mennyiség a téli hónapokban a havi átlagos csapadékmennyiségnek felel meg.

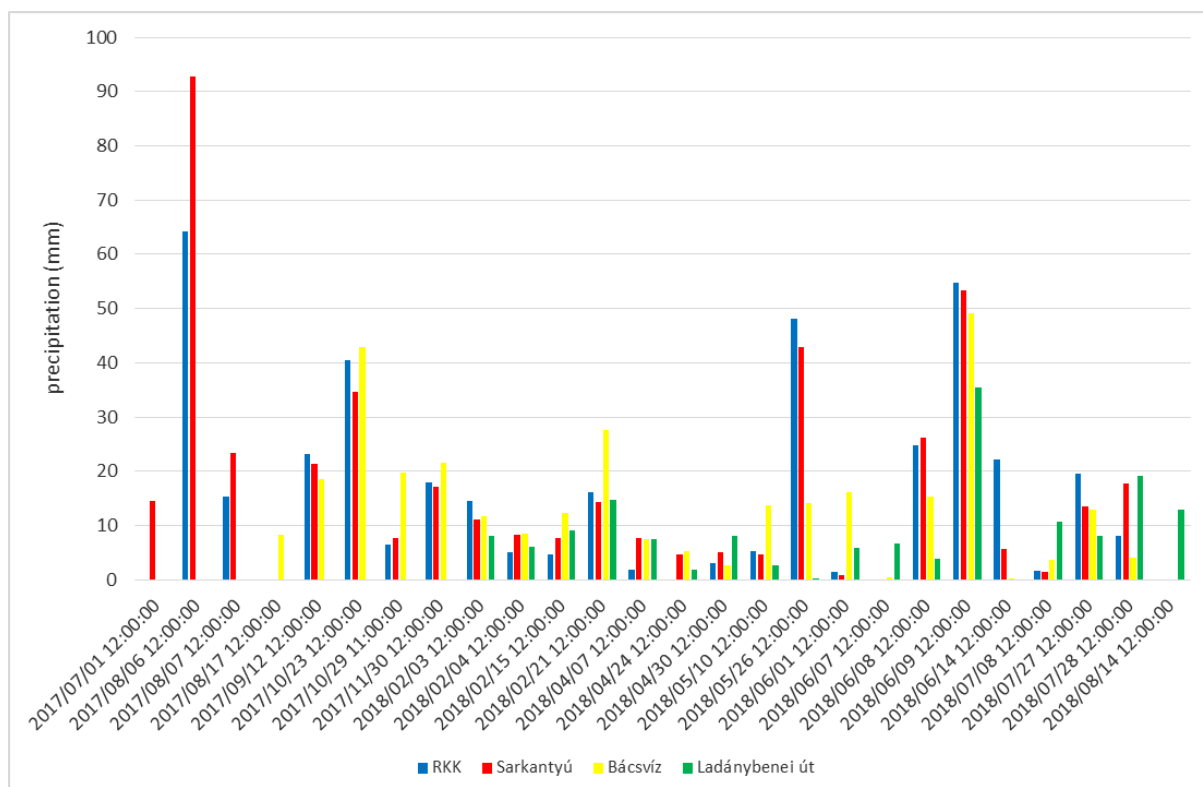


2. ábra: Léghőmérsékleti adatok Kecskeméten, téli időszakban (2017. december 1-31.)



3. ábra: Mért csapadékmennyiség Kecskeméten (2018. március 1.-2018. augusztus 31.)

A szélsőséges csapadékhullásra jó példát szolgáltat az a város egyes pontjain, egy időben lehulló csapadékmennyiség különbsége. Így pl. 2017. augusztus 6.-án a belvárosban a lehullott csapadék meghaladta a 60 mm-t (RKK mérőpont), míg kb. egy km-es távolságban (Sarkantyú mérőpont) a 90 mm-t, tehát a különbség a két állomás között több mint 30 mm volt. Más napokon a mérőállomások közötti különbség 5-10 mm között mozgott (4. ábra).



4. ábra: A lehullott csapadékban mért legnagyobb eltérések (2017. július 1. – 2018. augusztus 31.)

A növényzet városi környezetben betöltött árnyékoló hatásának, és ezáltal adaptációban játszott szerepének értékeléséhez Kecskemét belvárosának zöldfelülettel borítottságát és a növényzet egészségi állapotát (1. táblázat) elemeztük.

A város belső területeinek zöldfelülete kb. 60 ha, ami a vizsgált terület mintegy 30%-a. Ez az érték viszonylag magasnak tekinthető, ugyanakkor fontos figyelembe venni, hogy a városi hősziget-hatás csökkentésében nagy szerepe van az összefüggő zöldfelület nagyságának. Esetünkben a legnagyobb összefüggő zöldterület közel 5 ha, amely a belváros peremén (Vasútkert) helyezkedik el. Ez a méret már képes számottevő mértékben hatást gyakorolni a városi mikroklímára, viszont a belváros többi, növényzettel fedett részének hősziget csökkentő hatása gyakorlatilag elhanyagolható.

1. táblázat: A vizsgált fák egészségügyi osztályokba sorolásának eredménye (piros: leggyakoribb fajok)

fafaj	utca	1 osztály	2 osztály	3 osztály	összesen
<i>Sophora japonica</i>	Rákóczi út	12	62	43	117
<i>Celtis occidentalis</i>	Rákóczi út	99	39	9	147
<i>Platanus</i>	Rákóczi út	1		4	5
<i>Fraxinus ornus 'Mecsek'</i>	Rákóczi út	30			30
<i>Ilex</i>	Szabadság tér	5	2	2	9
<i>Quercus</i>	Szabadság tér	3	3	3	9
<i>Fraxinus</i>	Szabadság tér	3	2		5
<i>Betula pendula</i>	Szabadság tér	1	2	2	5
<i>Sophora japonica</i>	Szabadság tér	13	5	8	26
<i>Morus</i>	Szabadság tér	12	1		13
<i>Acer</i>	Szabadság tér	6	1		7
<i>Ginkgo biloba</i>	Szabadság tér	1		1	2
<i>Taxus baccata</i>	Szabadság tér	14	1		15
<i>Corylus colurna</i>	Szabadság tér	6	4		10
<i>Tilia</i>	Szabadság tér	21	4	5	30
<i>Celtis occidentalis</i>	Szabadság tér	22	42	9	53
<i>Prunus cerasifera</i>	Szabadság tér	2			2
<i>Populus</i>	Szabadság tér		1	2	3
<i>Picea pungens</i>	Szabadság tér	6	8	2	16
<i>Cornus mas</i>	Szabadság tér		1		1
<i>Rhus typhina</i>	Szabadság tér	1	1		2
<i>Ulmus</i>	Szabadság tér		2	2	4
<i>Viburnum</i>	Szabadság tér	3	4	2	9
<i>Ficus carica</i>	Szabadság tér	2			2
<i>Platanus</i>	Szabadság tér	1			1
<i>Catalpa bignonioides</i>	Szabadság tér	1			1
<i>Abies</i>	Szabadság tér	2			2
<i>Cerasus</i>	Szabadság tér		1		1
<i>Cupressus</i>	Szabadság tér		2		2
<i>Larix</i>	Szabadság tér	1			1
<i>Pseudotsuga</i>	Szabadság tér	1			1
<i>Pinus cembra</i>	Szabadság tér	3			3
		272	188	94	534

Emiatt a belvárosi növényzet esetében az árnyékolásra, és ezzel összefüggésben a túlzott nappali felmelegedés mérséklésére kell a hangsúlyt helyezni. Ehhez azonban egészséges, jól záródó lombkoronára van szükség. A belváros általunk felmért fás vegetációjának jelentős része nincs megfelelő egészségi állapotban. Eredményeink azt mutatják, hogy a fásszárú növényzet több mint 50%-a 2-es, ill. 3-as egészségügyi osztályba sorolható, amely azt jelzi, hogy a fák nagyobb része 10-15 éven belül eléri életképessége felső határát.

4. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

Hőmérsékletméréseink eredményei arra utalnak, hogy Kecskeméten is megfigyelhető a városi hősziget kialakulása, amelynek pontos nyomon követéséhez további mérésekre van szükség. A város egyes pontjain lehullott csapadékmennyiségben mutatkozó különbségek alátámasztják a csapadék rendkívüli szélsőségeségét, amely azt jelenti, hogy 1 km-es

távolságon belül a lehullott mennyiségben akár 30%-os eltérés is tapasztalható. Ez alátámasztja a városi csapadékvíz-gazdálkodás szükségességét és sürgősségét, amelynek segítségével egyaránt enyhíthetők a csapadékbőségből és -hiányból eredő problémák. Megfelelő csapadékvíz-gazdálkodás esetén a zöldfelületek fenntartása is jelentősen könnyebbé válna.

A belváros zöldfelületeinek mennyiségi és minőségi vizsgálata arra világít rá, hogy nagy hangsúlyt kell helyezni a városi zöldfelületek kiterjedésének növelésére – amelyhez célszerű a zöld infrastruktúra egyéb elemeit (zöldfalak, zöldsötök) is alkalmazni –, valamint a meglévő növényzet folyamatos gondozására és frissítésére.

5. IRODALOMJEGYZÉK

Cuce, E. (2017): Thermal regulation impact of green walls: An experimental and numerical investigation. *Applied Energy*. 194. pp. 247–254.

Djedjig, R., Bozonnet, E., Belarbi, R. (2015): Experimental study of the urban microclimate mitigation potential of green roofs and green walls in street canyons. *International Journal of Low-Carbon Technologies*. 10:1. pp. 34–44.

Santamouris, M. (2014): Cooling the cities – A review of reflective and green roof mitigation technologies to fight heat island and improve comfort in urban environments. *Solar Energy*. 103. pp. 682–703.

Vijayaraghavan, K. (2016): Green roofs: A critical review on the role of components, benefits, limitations and trends. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 57. pp. 740–752.

Zeng, C., Bai, X., Sun, L., Zhang, Y., Yuan, Y. (2017): Optimal parameters of green roofs in representative cities of four climate zones in China: A simulation study. *Energy and Buildings*. 150. pp. 118–131.