韓國環境復元技術學會誌 26(4) : 51~59(2023)
J. Korean Env. Res. Tech. 26(4) : 51~59(2023)
DOI : https://doi.org/10.13087/kosert.2023.26.4.51
ISSN 1229-3032

건물 에너지 절약을 위한 저류 옥상 녹화의 온도 저감 효과*

윤석환[1] · 김은섭[1] · 박정강[2] · 김상혁[1] · 김나연[2] · 황혜미[2] · 제상우[3] · 강한민[4] · 함은경[5] · 이동근[6]

[1]서울대학교 협동과정 조경학 학생 · [2]서울대학교 생태조경·지역시스템공학부 학생 ·
[3]한국그린인프라 연구소 부사장 · [4]한국그린인프라 연구소 부장 · [5]한국그린인프라 연구소 과장 ·
[6]서울대학교 조경지역시스템공학부 교수

The effect of Temperature Reduction of Green roof for building energy-saving using Rainwater Storage Tank*

Yun, Seok-hwan[1] · Kim, Eun-sub[1] · Piao, Zheng-gang[2] · Kim, Sang-hyuck[1] · Kim, Na-yeon[2] · Hwang, Hye-mee[2] · Je, Sang-woo[3] · Kang, Han-min[4] · Ham, Eun-kyung[5] and Lee, Dong-kun[6]

[1]Interdisciplinary program in Landscape Architecture, Seoul National University, Seoul, South Korea, Student,
[2]Dept. of Landscape Architecture and Rural System Engineering, Seoul National University, Seoul, South Korea, Student,
[3]Korea institute of green infrastructure, Seoul, South Korea, Vice-president,
[4]Korea institute of green infrastructure, Seoul, South Korea, General Manager,
[5]Korea institute of green infrastructure, Seoul, South Korea, Manager,
[6]Dept. of Landscape Architecture and Rural System Engineering, Seoul National University, Seoul, South Korea, Professor.

ABSTRACT

Despite countries' efforts to reduce carbon emissions, carbon emissions have increased in recent decades along with energy use, of which building energy uses account for a large proportion. Energy savings are essential as a strategy to reduce carbon emissions in existing buildings. The field experiment on the roof of a building located in Seoul was designed to measure the temperature

* 본 결과물은 환경부의 재원을 지원받아 한국환경산업기술원 "신기후체제 대응 환경기술개발사업"의 연구개발을 통해 창출되었습니다.(2022003570004)

First author : Yun, Seok-Hwan, Interdisciplinary program in Landscape Architecture, Seoul National University, Student, Tel : +82-2-880-4885, E-mail : ysw330616@snu.ac.kr

Corresponding author : Lee, Dong-Kun, Dept. of Landscape Architecture and Rural System Engineering, Seoul National University, Professor, Tel : +82-2-880-4875, E-mail : dklee7@snu.ac.kr

Received : 17 January, 2023. **Revised** : 31 August, 2023. **Accepted** : 27 August, 2023

reduction effect of green roof with rainwater storage tank to reduce cooling energy consumption in summer. The results showed that the mean mean surface temperature under the green roof was 14.77 degrees lower than that of the non-green roof from 13:00 P.M. to 15:00 P.M., which would have a great effect on reducing cooling energy. From 01:00 A.M. to 03:00 A.M., the effect was 3.36 degrees, showing that tropical nights could be improved. The temperature reduction effect due to the rainwater storage system increased by 1.45 degrees during the day and decreased by 0.63 degrees at night. The storage system can be strategically utilized to reduce carbon emissions during the week when cooling energy increases significantly.

Key Words : *Energy consumption, Energy saving, Carbon emissions, Urban planning, Environmental planning, urban greening strategy.*

I. 서 론

지난 2020년 10월, 중국, 일본, 그리고 미국에 이어 우리나라도 탄소중립을 선언하면서 2050년 달성을 목표로 하고 있다. 이를 달성하기 위한 다각도적인 노력의 필요성에 반해 탄소 배출과 직접적으로 연관된 에너지 사용량은 전 세계적으로 증가하고 있다. 특히 주거용 및 상업용 건물의 에너지 사용량은 지난 수십 년 동안 증가했으며 이는 전 세계 에너지 수요에 상당한 영향을 미쳤다. 경제 성장, 인구 증가, 도시화는 전 세계 에너지 소비 증가에 기여하였고, 건물은 전 세계 에너지 소비의 40% 이상을 차지하며 상당한 양의 온실 가스를 배출하고 있다(Huang et al., 2020). 유럽 또한 건물 부문이 총 탄소 배출량의 36%를 담당하고 있다(Clarke et al., 2015).

실내의 쾌적한 환경을 조성하기 위해 소비되는 HVAC (Heating, Ventilating, and Air Conditioning) 시스템은 건물 부문의 주축을 담당하고 있으며 (Aryal & Becerik-Gerber, 2020; Song et al., 2020), 건물 에너지 사용량의 약 40~50%를 차지한다(Jung & Jazizadeh, 2019). 특히 여름철 냉방 에너지 소비는 1990년에서 2016년 사이에 세 배로 증가하여 가장 빠르게 증가하는 에너지 수요원이 되었다(International Energy Agency, 2018). 더욱이 냉방 에너지 소비는 인공열을 발생하여 실외 열환경을 더욱 악화시키고, 이는 다시 냉방 에너지를 증가시키는 악순환을 불러일으킨다(Oke, 1988; Chow & Roth, 2006). 이를 완화하기 위하여 기존 건물의 옥상을 녹지로 개조하는 것을 목표로 대규모 옥상 녹화 정책이 채택되고 있다 (Versini et al., 2020).

옥상녹화는 표면 온도 저감을 통해 건물의 냉방 에너지를 줄이는데 효과적이다(Jim, 2014; Fantozzi et al., 2021). 옥상 녹화의 증산 작용은 잠열을 증가시켜 표면 온도를 낮추고(Jim & Tsang, 2011; Cascone et al., 2019), 반사율 변화, 녹화 모듈로 인한 그림자를 형성하여 건물로 입사하는 열량을 감소시킨다(Cai et al., 2019). 옥상 녹화는 지상에 있는 녹지와 달리, 옥상 공간에서 활동 인구가 적기 때문에 사람에게 냉각 효과를 제공하는 것보다 건물 내부로 들어가는 열량을 줄임으로써 실내 냉방 에너지를 절감하는 데 큰 의의가 있다(Lee et al., 2005; Jaffal et al., 2012; Gagliano et al., 2015; Morakinyo et al., 2017).

최근에는 저류조가 결합된 기술이 제안되어 옥상 녹화가 주는 효과를 증진시키고 식생의 생육 관리를 개선하도록 하고 있다. 저류조는 저장된 빗물을 녹지에게 제공하여 증발산 현상을 더욱 지속적이고 크게 유도함으로써 냉각 효과를 증진

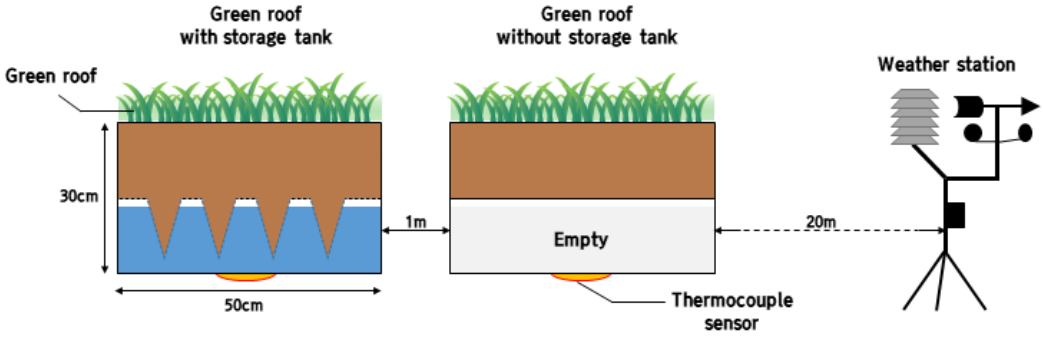

Figure 1. Cross section of green roof and weather station

시킨다. 실제 경기도 수원에서 진행된 실험 연구에서는 빗물 저류 시스템을 활용한 옥상 녹화를 통해 표면 온도가 12~14시 기준, 15.4℃ 저감하는 것으로 나타났다(Yun et al., 2021). 또한 더 많은 저류를 통해 저영향개발(LID; Low-impact development) 전략으로써 옥상 녹화의 효과를 증대한다(Ercolani et al., 2018; Charalambous et al., 2019). 그러나 선행 연구에서는 저류 옥상 녹화로 인한 상부 표면 온도 저감 효과에 대한 연구만 진행되었고, 건물 에너지 절감을 위한 하부 표면 온도에 대한 연구는 미흡하다.

본 연구에서는 저류 옥상 녹화로 인해 건물에 입사하는 열량을 감소시키는 온도 저감 효과를 정량적으로 평가하고자 한다. 이를 위해 비 녹화 옥상을 포함하여, 저류 시스템 유무에 따른 옥상 녹화의 하부 표면 온도를 측정 및 비교하였다. 또한 기상 환경, 주야간 시간과 연계하여 외부 상황에 따른 양상 변화를 분석하였다. 본 연구는 저류 옥상 녹화의 온도 저감 효과로 인한 에너지 절감 및 탄소 배출 저감 효과의 잠재성을 보일 수 있을 것이다.

II. 재료 및 방법

1. 실험 장소 및 재료

본 연구는 도시 공간에서의 옥상 녹화의 온도 저감 효과를 평가하기 위하여 서울 관악구에 위치한 서울대학교 캠퍼스의 글로벌공학교육센터 건물 옥상을 연구의 대상지로 선정하였다. 저류 옥상 녹화의 규격은 50cm x 50cm로, 바텀애쉬(bottom ash) 기반의 경량토로 구성된 20cm의 토양층, 10cm의 저류 공간, 토양층과의 분리를 위한 중간판으로 구성되었다(Figure 1). 강우 기간 동안 저류된 물을 토양층으로 공급하여 토양 함수율을 증대하고 이를 통해 증발산량 및 온도 저감 효과를 향상시키기 위하여, 저류 옥상 녹화의 중간판의 하단부를 작은 구멍이 뚫린 원뿔 형태로 설계하여 흡수된 물이 상층부까지 전달되도록 하였다. 실험을 위한 녹화 식재는 저관리·경량형 옥상녹화의 소재로 주로 활용되고 척박한 환경에 적응력이 강한 식물종인 섬기린초(*Sedum takevimense* Nakai)를 대상으로 연구를 실시하였다(Li & Kang, 2013). 본 연구에서는 저류로 인한 옥상 녹화의 하부 표면 온도 변화를 평가하기 위하여 저류조가 없는 기존 옥상 녹화를 설치하여 비교하였다(Figure 2). 실험은 다른 구조물로부터 약 5m 이상 거리를 두고 태양의 방향을 고려하여 그림자 등의 영향을 받지 않도록 하였다.

2. 실험방법

1) 기상 환경 측정

기상 환경에 따른 옥상 녹화의 냉각 효과를 평가하기 위하여 대기 온도, 상대습도, 풍속을 측정

Figure 2. Green roof system without(left) / with(right) rainwater storage tank

하였다. 기상 환경 측정은 옥상 녹화의 영향을 받지 않게 하기 위하여 옥상 녹화로부터 20m 떨어진 지역에서 약 1.5m 높이로 측정하였다(Figure 1). 대기 온도와 상대습도는 Onset Hobo S-THB-M002, 풍속은 Onset Hobo s-wcf-m003, 데이터 로깅은 Hobo station (Bourne, MA, USA)로 측정하였다. 측정은 2022년 8월로 16일부터 22일까지 7일간 측정하였다.

2) 옥상 녹화의 냉각 효과 측정

저류 옥상 녹화의 온도 저감 효과를 평가하기 위하여 저류조가 설치된 옥상 녹화와 저류조가 설치되지 않은 옥상 녹화, 비 옥상 녹화 바닥면을 대상으로 열전대(Thermocouple)를 이용해 표면 온도를 측정하였다. 표면 온도는 측정한 기상 환경과 동일하게 24시간 연속하여 측정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 옥상 녹화의 온도 저감 효과

측정 기간 동안 강우는 하루 (8월 19일) 발생하였고, 이를 제외하고 맑은 조건 (8월 16일 ~ 8월 22일)에서 기상 환경에 따른 옥상 녹화의 냉각 효과를 평가하였다. 해당 기간 동안 일일 최고 기온은 30~34℃, 주간 상대 습도는 약 60%를 유지하였다(Figure 3). 모든 조건에서 (하부) 표면 온도는 대기 온도와 같은 패턴으로 증감이 이루어졌으며, 녹화 조건에 따라 증감의 크기가 달랐다(Figure 4).

비 녹화 옥상 (gray roof)의 경우 표면 온도가 주간에는 최대 50℃까지 증가하고 야간에는 25℃까지 감소하여 주야간 최대 차이가 약 25℃로 측정되었다. 맑은 조건의 기상 환경에서도 일일 최대 온도의 변화는 측정 기간 동안 약 4℃까지 발생하였고 이는 대기 온도와 일사량의 차이인 것으로 여겨진다. 저류조가 설치되지 않은 일반 옥상 녹화의 경우, 측정 기간 동안 주간 최대 하부 표면 온도는 32℃, 야간에는 23℃까지 변동하였다. 비 녹화 옥상과 다르게 옥상 녹화의 일일 최대 온도의 차이는 진폭이 작아 일사량의 영향을 상대적으로 적게 받는 것으로 나타났다.

2. 녹화 조건에 따른 냉각 효과

Figure 5는 비가 오지 않은 날을 제외한 6일 동안의 녹화 및 저류 조건에 따른 평균 온도 차이를 보여준다. 옥상 녹화를 설치함으로써 옥상의 표면 온도가 주야간 모든 시간대에서 감소하였고, 특히 주간에 크게 발생하였다. 해당 측정 기간 동안의 일출 시간인 6시부터 차이가 꾸준히 증가하여 13시에 최댓값 16℃까지 증가하였으며, 그 이후 일몰 시간인 7시까지 크게 감소하

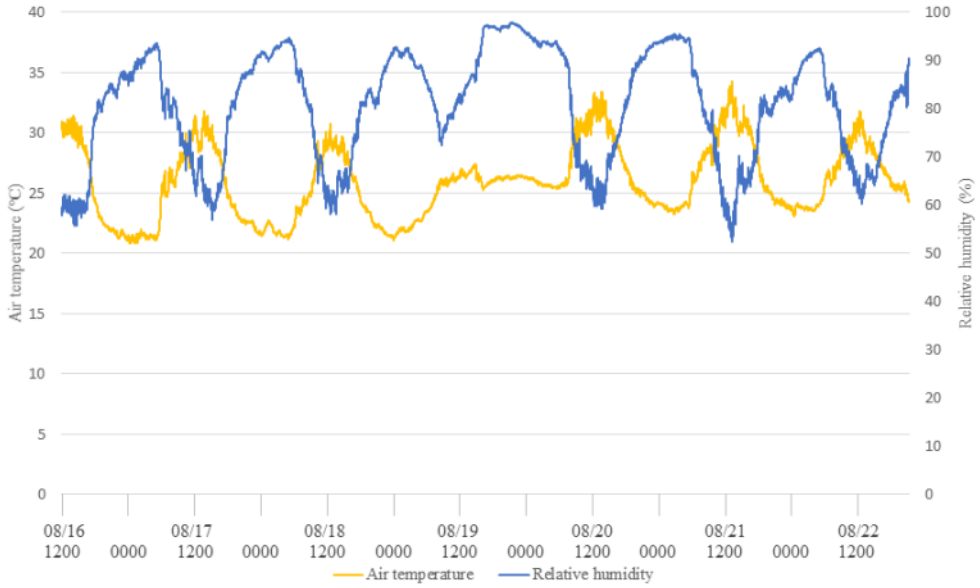

Figure 3. Meteorological data during the experiment

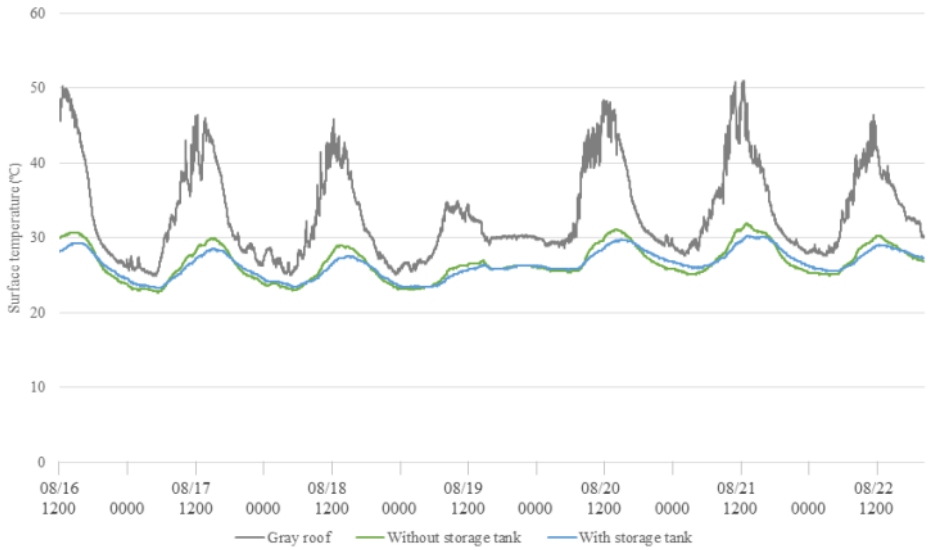

Figure 4. Lower surface temperature of green roof with/without storage tank and gray roof

고 그 이후에는 감소 폭이 줄어들었다. 주간에는 태양 복사열로 인해 옥상 녹화의 온도 저감 효과가 더욱 커질 것이고, 녹화가 옥상 표면에 제공하는 그림자가 이것을 심화시켰을 것으로 해석될 수 있다.

저류 시스템 유무에 따른 옥상의 표면 온도 차이는 주야간에 다른 패턴을 보여주었다(FIgure 5). 옥상의 표면 온도는 주간에 저류 옥상 녹화가 평균 1.45℃ (13~15시) 더 낮고, 야간에는 저류조가 설치되지 않은 옥상 녹화가 0.63℃ (01~03시) 더 낮았다. 주간에는 증발산 과정을 통한 잠열 증가 및 온도 저감 효과, 야간에는 저류조에

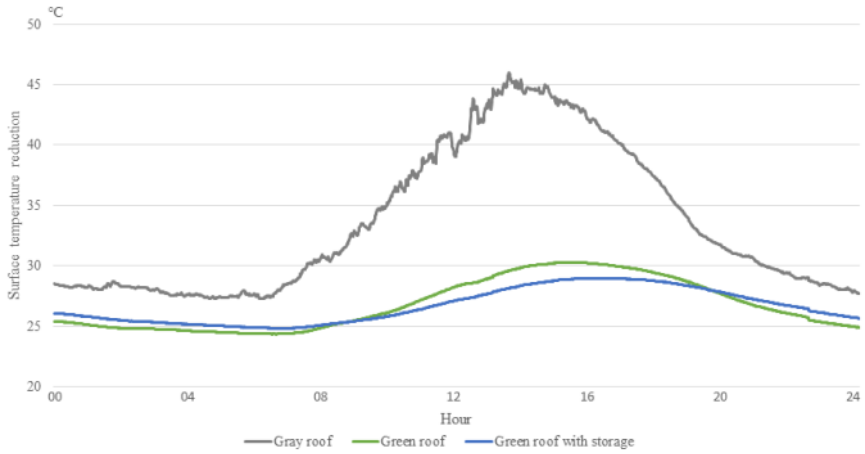

Figure 5. Mean lower surface temperature according to roof type except rainy day (08/19)

담겨있는 물의 높은 비열로 인한 것으로 해석된다. 선행 연구에서도 관수를 통해 토양에의 물 공급이 중요한 요인이라고 연구되었다 (Fantozzi et al., 2021). 따라서 주간에는 저류 옥상 녹화가 더 효과적이나 야간에는 저류조에 있는 물의 비열로 인해 일반 옥상 녹화가 더 효과적이라고 할 수 있다. 그러나 실제 도시 환경에서의 포장재는 주간에 태양열을 흡수하고, 야간에 방출하는 기작을 통해 열대야를 조성하기 때문에 실제 환경과는 다를 수 있다. 따라서 주간 환경을 개선할 수 있는 저류 옥상 녹화가 일반적으로 효과적이라고 할 수 있고, 이를 통한 열대야 개선 효과는 건물 옥상 전체를 녹화하는 추가적인 실험을 통해 확인할 수 있을 것이다.

3. 저류 옥상 녹화의 에너지 절감 효과

건물의 녹화로 인한 옥상 표면 온도 저감은 실내 냉각 에너지 절감 효과를 가져온다 (Refahi & Talkhabi, 2015; Virk et al., 2015; Berardi, 2014; Silva et al., 2016). Akbari (2003)은 캘리포니아에서 옥상 녹화로 인한 건물 에너지 소비를 시뮬레이션 하였고, 30%의 에너지 절감과 유의미한 CO2 배출량 저감 효과를 확인하였다. Cai et al. (2019)는 실내외 표면 온도 측정을 통해 일반 옥상 녹화의 단열 성능을 평가하였고, 일반 옥상 녹화로 인한 실외 표면 온도 15℃ 저감이 실내 표면 온도 5℃ 차이를 야기한 것으로 나타났다. 또한 겨울철 난방에너지 절감 효과 평가 결과와 더불어 측정 결과를 기반으로 시뮬레이션 분석했을 때 옥상 녹화는 단위 면적당 연간 11.53kWh를 절감할 수 있고, 본 연구에서 측정한 실외 표면 온도 저감(13~16℃)과 유사한 결과라는 것을 고려하였을 때, 에너지 절감 효과도 충분히 유의미할 것으로 보인다. 본 연구에서 제안한 저류 옥상 녹화 기술을 도입하였을 경우, 온도 저감 효과가 더욱 크므로 냉난방에너지 절감 효과를 더욱 극대화함으로써 탄소배출저감에 기여할 수 있을 것이다. 또한 2021년에 수원에서 진행된 연구와 결합하였을 때, 저류조 설치는 상부 표면 온도를 평균 2.49℃, 하부 표면 온도를 1.45℃ 추가적인 온도 저감 효과를 가져왔기 때문에 실외 공간과 실내 공간 모두에게 효과적이라고 볼 수 있다. 추후에는 저류 옥상 녹화의 여름의 실내 온도 저감, 겨울의 온도 보존 효과로 인한 에너지 절감 정량화를 통해 탄소 배출 저감 효과 연구가 필요할 것으로 보인다. 또한 본 연구에서 진행한 실험은 저류 시스템 유무에 따른 옥상 녹화의 샘플 수

를 각각 1개로 진행하였기 때문에, 식생 밀도의 차이 등으로 인해 오차가 발생했을 수 있다. 따라서 추가적인 연구를 통해 결과의 신뢰성을 증진시켜야 할 것으로 보인다.

IV. 결 론

전 세계적으로 진행되고 있는 도시화와 경제성장은 1인당 에너지 소비량을 증가시키고, 우리나라의 1인당 탄소 배출량은 꾸준히 증가하고 있다. 탄소 배출을 줄이기 위한 노력은 에너지, 산업, 수송 부문에서 다양하게 이루어져야 하고 개인의 삶도 적극적으로 변화해야 탄소중립을 달성할 수 있을 것이다. 옥상 녹화는 구조적으로 변화하기 어려운 도시 환경 속에서 주로 활용되지 않는 옥상 공간을 활용하여 냉방 에너지를 절감할 수 있는 효과적인 전략이다. 본 연구에서는 그 효과를 증대하기 위해 저류 시스템이 결합된 옥상 녹화를 제시하고 표면 온도 측정을 통해 건물에 입사하는 열량을 정량적으로 평가하였다.

옥상 녹화의 온도 저감 효과는 모든 시간대에 존재하였으며 13시에 16℃로 가장 큰 것으로 나타났다. 이 효과는 저류 시스템을 통해 1.45℃ 추가적으로 저감할 수 있었으나, 야간에는 저류 옥상 녹화의 표면 온도가 0.63℃ 더 높은 것을 확인했다. 냉방 에너지 사용량이 가장 큰 주간에는 저류 옥상 녹화가 더욱 효과적일 것이며, 열대야를 대비하기 위해서는 일반 옥상 녹화가 효율적일 수 있으나 이에 대해서는 추가적인 연구가 필요할 것으로 보인다. 선행 연구에서 옥상 녹화의 단열 효과에 대해서 확인되고 있다는 점에서, 후속 연구에서는 냉방 및 난방 에너지 절감 효과를 정량적으로 평가한다면 도시 탄소 배출 저감에 있어 옥상 녹화의 활용성이 커질 것으로 사료된다.

References

Akbari, H. 2003. Measured energy savings from the application of reflective roofs in two small non-residential buildings. Energy. 28: 953-967.

Aryal, A. · Becerik-Gerber, B. 2020. Thermal comfort modeling when personalized comfort systems are in use: Comparison of sensing and learning methods. Building and Environment. 185: 107316.

Berardi, U. · GhaffarianHosein, A. · Ghaffarian Hosein, A. 2014. State-of-the-art analysis of the environmental benefits of green roofs. Applied Energy. 115: 411–428.

Cai, K. · Feng, X.P. · Yu, J.Y. · Xiang, Q.C. · Chen, R. 2019. Reduction in Carbon Dioxide Emission and Energy Savings Obtained by Using a Green Roof. Aerosol and Air Quality Research. 19(11): 2432-2445.

Cascone, S. · Coma, J. · Gagliano, A. · Perez, G. 2019. The evapotranspiration process in green roofs: A review. Building and Environment. 147: 337-355.

Charalambous, K. · Bruggeman, A. · Eliades, M. · Camera, C. · Vassiliou, L. 2019. Stormwater Retention and Reuse at the Residential Plot Level—Green Roof Experiment and Water Balance Computations for Long-Term Use in Cyprus. Water. 11(5): 1055.

Chow, W.T.L. and Roth, M. 2006. Temporal dynamics of the urban heat island of Singapore. International Journal of Climatology. 26. 2243-2260.

Clarke, L.E. · Jiang, K. · Akimoto, K. · Babiker, M. · Blanford, G.J. · Fisher-Vanden, K. · Hourcade, J.C. · Krey, V. · Kriegler, E. · Loschel, A. · McCollum, D. 2015. Assessing Transformation Pathways. Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth

Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (No. PNNL-SA-102686), Pacific Northwest National Lab.(PNNL), Richland, WA United States

Ercolani, G. · Chiaradia, E.A. · Gandolfi, C. · Castelli, F. · Masseroni, D. 2018. Evaluating performances of green roofs for stormwater runoff mitigation in a high flood risk urban catchment. Journal of Hydrology. 566: 830-845.

Fantozzi, F. · Bibbiani, C. · Gargari, C. · Rugani, R. · Salvadori, G. 2021. Do green roofs really provide significant energy saving in a Mediterranean climate? Critical evaluation based on different case studies. Frontiers of Architectural Research. 10(2): 447-465.

Gagliano, A. · Detommaso, M. · Nocera, F. · Evola, F. 2015. A multi-criteria methodology for comparing the energy and environmental behavior of cool, green and traditional roofs. Building Environment. 90: 71-81.

Huang, H. · Zhou, Y. · Huang, R. · Wu, H. · Sun, Y. · Huang G. · Xu, T. 2020. Optimum insulation thicknesses and energy conservation of building thermal insulation materials in Chinese zone of humid subtropical climate. Sustainable Cities and Society. 52: 101840.

International Energy Agency (IEA), The Future of Cooling, 2018, http://www.iea.org/reports/the-future-of-cooling, (accessed: December 2022).

Jaffal, I. · Ouldboukhitine, S. · Belarbi, R. 2012. A comprehensive study of the impact of green roofs on building energy performance. Renew. Energy, 43: 157-164.

Jim, C.Y. and Tsang, S.W. 2011. Modeling the heat diffusion process in the abiotic layers of green roofs. Energy Building. 43: 1341-1350.

Jim, C.Y. 2014. Air-conditioning energy consumption due to green roofs with different building thermal insulation. Applied Energy. 128(1): 49-59.

Jung, W. · Jazizadeh, F. 2019. Comparative assessment of HVAC control strategies using personal thermal comfort and sensitivity models. Building and Environment. 158: 104-119.

Morakinyo, T.E. · Kalani, · K.W.D. · Dahanayake, C. · Ng, E. · Chow, C.L. 2017. Temperature and cooling demand reduction by green-roof types in different climates and urban densities: a co-simulation parametric study. Energy Building. 145: 226-237.

Lee, D.K. · Yoon, S.W. · Oh, S.H. · Jang, S.W. 2005. The Effect of Temperature Reduction asInfluenced by Rooftop Greening. Journal of the Korea Society of Environmental Restoration Technology, 8(6): 34-44.

Li, H. · Kang, T.H. 2013. Photosynthetic Characteristics of Sedum takevimense on Various Moisture Conditions in a Green Roof System. Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture. 41(6): 140-146.

Oke, T.R. 1988. Street design and urban canopy layer climate. Energy and Building. 11: 103-113.

Refahi, A.H. · Talkhabi, H. 2015. Investigating the effective factors on the reduction of energy consumption in residential buildings with green roofs. Renewable Energy. 80: 595–603.

Silva, C.M. · Gomes, M.G. · Silva, M. 2016. Green roofs energy performance in Mediterranean climate. Energy and Buildings. 116: 318–325.

Song, K. · Jang, Y. · Park, M. · Lee, H.S. · Ahn, J. 2020. Energy efficiency of end-user groups for personalized HVAC control in multi-zone

buildings. Energy. 206: 118116.

Versini, P.A. · Gires, A. · Tchiguirinskaia, I. · Schertzer, D. 2020. Fractal analysis of green roof spatial implementation in European cities. Urban Forestry & Urban Greening. 49: 126629.

Virk, G. · Jansz, A.Mavrogianni, A. · Mylona, A. · Stocker, J. · Davies, M. 2015. Microclimatic effects of green and cool roofs in London and their impacts on energy use for a typical office building. Energy and Buildings. 88: 214–228.

Yun, S.H. · Kim, E.S. · Piao, Z.G. · Jeon, Y.H. · Kang, H.W. · Kim, S.H. · Kim, J.Y. · Kang, H.M. · Ham, E.K. · Lee, D.K. 2021. The effect of Temperature Reduction of Green Roof using Rainwater Storage Tank. Journal of the Korea Society of Environmental Restoration Technology. 24(6): 109-119.