



Original Article

Analysis of Factors Affecting Urban Heat Island Phenomenon in Bangkok Metropolitan Area, Thailand

Nguyen Trong Can^{1,*}, Nguyen Thi Hong Diep¹, Sanwit Iabchoon²,
Pariwate Varnakovid², Vo Quang Minh¹

¹*College of Environment and Natural Resources, Can Tho University,
Campus 2, 3/2 street, Ninh Kieu, Can Tho city, Vietnam*

²*KMUTT Geospatial Engineering and Innovation Center (KGEO), Faculty of Science, King Mongkut's
University of Technology Thonburi, 126 Pracha Uthit Rd, Bangmod, Thung Khru, Bangkok, Thailand*

Received 21 December 2018; Accepted 16 March 2019

Abstract: Rapid urbanization and urban scale expansion contribute to an increase in both land surface temperature and urban heat island (UHI) in the Bangkok metropolitan. By integrating remotely sensed imagery analysis to retrieval the land surface temperature from a thermal infrared band of Landsat satellite imagery, spatial analysis, and correlation analysis. The research revealed spatial distribution, magnitude and impact factors of the UHI. The UHI areas located in the urban areas in the city center where were high urban density. These areas had a degree of UHI from 0-7°C compared to non-urban areas. The UHI magnitude can be increased by urban development throughout the urban density enhancement. Besides, UHI can also be mitigated by the cool surfaces, open water surfaces and vegetation cover in the urban areas. The research findings offer information for urban spatial planning forward to the general goal of becoming a livable city.

Keywords: Bangkok metropolitan, urbanization, urban heat island, land surface temperature, remote sensing.

* Corresponding author.

E-mail address: ntcan93@gmail.com

<https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuees.4355>



Phân tích yếu tố ảnh hưởng hiện tượng đảo nhiệt đô thị bề mặt tại khu vực đô thị Bangkok, Thái Lan

Nguyễn Trọng Cần^{1,*}, Nguyễn Thị Hồng Điệp¹, Sanwit Iabchoon²,
Pariwate Varnakovid², Võ Quang Minh¹

¹*Khoa Môi trường và Tài nguyên Thiên nhiên, Đại học Cần Thơ,
Khu 2, đường 3/2, Ninh Kiều, TP. Cần Thơ, Việt Nam*

²*Trung tâm đổi mới và kỹ thuật không gian địa lý (KGEO), Khoa Khoa học,
Trường Đại học Công nghệ King Mongkut Thonburi, 126 Pracha Uthit, Bangmod, Tung Khru,
Bangkok, Thái Lan,*

Nhận ngày 21 tháng 12 năm 2018, Chấp nhận đăng ngày 16 tháng 3 năm 2019

Tóm tắt: Đô thị hóa nhanh chóng cùng với quy mô đô thị ngày càng mở rộng góp phần làm gia tăng nhiệt độ bề mặt và đảo nhiệt đô thị tại đô thị Bangkok. Bằng phương pháp phân tích ảnh viễn thám trong trích xuất nhiệt độ bề mặt từ ảnh hồng ngoại nhiệt trên vệ tinh Landsat, phân tích không gian và phân tích tương quan, nghiên cứu đã xác định phân bố không gian, độ lớn và các yếu tố chính tác động đến đảo nhiệt đô thị. Kết quả nghiên cứu cho thấy, khu vực được xác định xảy ra đảo nhiệt đô thị là vùng đô thị phân bố tại trung tâm thành phố với mật độ đô thị cao hơn hẳn so với các khu vực khác. Những khu vực này có mức độ đảo nhiệt từ 0-7°C so với khu vực ngoài đô thị. Độ lớn của đảo nhiệt đô thị gia tăng do sự phát triển đô thị thông qua sự gia tăng mật độ đô thị. Đồng thời nghiên cứu cũng cho thấy hiện tượng đảo nhiệt có thể được giảm thiểu bởi các yếu tố như bề mặt ít hấp thụ nhiệt, mặt nước mở và thực vật tại đô thị. Kết quả nghiên cứu cung cấp thông tin hữu ích cho công tác quy hoạch không gian đô thị hợp lý tại các thành phố hướng tới mục tiêu trở thành một thành phố đáng sống.

Từ khóa: Đô thị Bangkok, đô thị hóa, đảo nhiệt đô thị, nhiệt độ bề mặt, viễn thám.

1. Giới thiệu

Đô thị hóa là một quá trình tất yếu trong tiến trình phát triển kinh tế - xã hội, đô thị hóa có thể dẫn đến vô số những hệ quả tích cực và

tiêu cực đến kinh tế, xã hội, môi trường [1]. Cũng như hầu hết các thành phố lớn khác, Bangkok đang phải đối mặt trước tình trạng đô thị hóa nhanh chóng [2, 3], đặc biệt sau thế chiến thứ hai với sự đầu tư mạnh mẽ vào hạ tầng đô thị và các tiện ích công. Bangkok đã nhanh chóng trở thành một trong những thành phố lớn nhất khu vực với diện tích đô thị liên tục mở rộng từ 1.900 km² (năm 2000) lên 2.100

*Tác giả liên hệ.

Địa chỉ email: ntcan93@gmail.com

<https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnu.ees.4355>

km² (năm 2010) và chiếm khoảng 80% tổng diện tích đô thị toàn Thái Lan [4]. Đô thị hóa góp phần mạnh mẽ vào thay đổi các mặt phủ tự nhiên (cây xanh, đồng ruộng, mặt nước) thành các bề mặt không thấm (nhà cửa, cao ốc, đường sá) với các vật liệu đặc trưng đô thị (thép, kính, bê-tông, nhựa đường). Các vật liệu này không những hấp thụ mà còn giữ nhiệt từ bức xạ mặt trời bên trong các cấu trúc của nó, góp phần vào gia tăng nhiệt độ trung bình tại đô thị [5].

Khu vực đô thị Bangkok nằm trong khu vực nhiệt đới gió mùa khá khuất gió trong vịnh Thái Lan với số giờ nắng dài, nhiệt độ và độ ẩm cao. Khí hậu hàng năm có thể được chia thành ba mùa chính với những đặc điểm khác biệt rõ rệt gồm, mùa mưa (7-10), mùa đông (11-1) và mùa hè (2-6) với nhiệt độ cao nhất năm, có thể lên đến trên 40°C [6, 7].

Sự tập trung ngày một dày đặc các đô thị liền kề, hạ tầng đô thị dày đặc cùng với các đặc điểm khí hậu bản địa đã góp phần hình thành tại Bangkok một vùng luôn có nhiệt độ cao hơn những khu vực nông thôn lân cận, đây được gọi là hiện tượng đảo nhiệt đô thị [8]. Nhiệt độ cao từ hiện tượng đảo nhiệt đô thị có thể mang đến lợi ích trong việc kéo dài thời gian canh tác nông nghiệp, đặc biệt vào mùa đông ở các vùng hàn đới [9]. Nhưng hầu hết các tác động của đảo nhiệt đô thị là có hại như ô nhiễm không khí, ảnh hưởng đến sức khỏe cư dân đô thị, suy thoái chất lượng môi trường và góp phần gia tăng điện năng tiêu thụ cho nhu cầu làm mát, từ đó gián tiếp làm gia tăng chi phí sinh hoạt của người dân đô thị [8].

Vì vậy, nghiên cứu được thực hiện nhằm xác định mức độ và phân bố đảo nhiệt đô thị, đồng thời xác định các yếu tố chính ảnh hưởng đến đảo nhiệt đô thị làm cơ sở cho quy hoạch phát triển không gian đô thị và khuyến cáo giảm thiểu tình trạng đảo nhiệt đô thị.

2. Dữ liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Khu vực nghiên cứu

Khu vực đô thị Bangkok gồm vùng lõi là thủ đô Bangkok, tỉnh Nonthaburi ở phía tây bắc

và tỉnh Samutprakarn ở phía đông nam (Hình 1). Toàn bộ khu vực đô thị Bangkok bao phủ 3.192 km², gồm 18 quận như sau Bangbuathong, Bang Yai và Nontha Buri (thuộc tỉnh Nontha Buri), Samut Prakarn, Bang Plee và một phần quận Rat Burana và Prawet (thuộc tỉnh Samut Prakarn) và 7 quận còn lại thuộc thủ đô Bangkok. Khu vực đô thị Bangkok được xác định là vùng cùng tiêu thụ điện năng và được quản lý bởi Sở điện lực thành phố Bangkok, đồng thời cũng là vùng cùng chia sẻ các tiện ích khác tại đô thị [10].

2.2. Dữ liệu

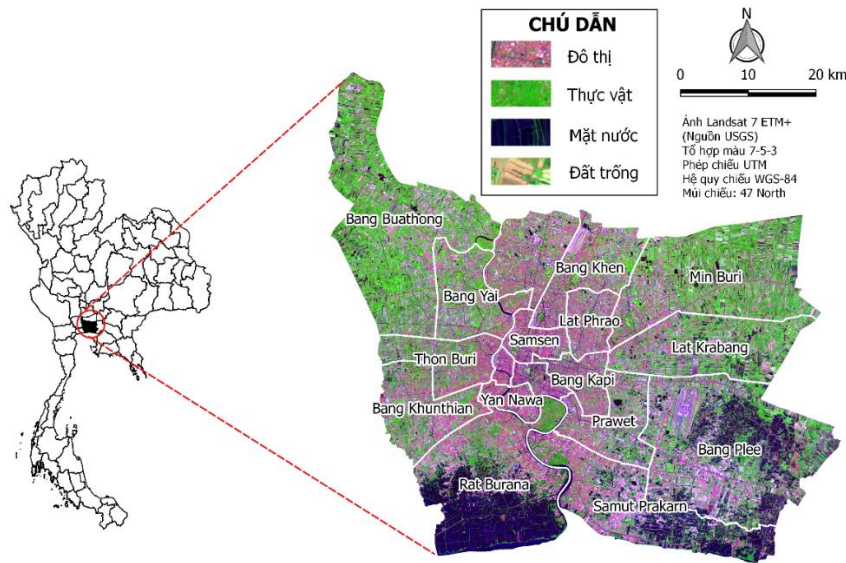
Dữ liệu ảnh: Dữ liệu của nghiên cứu là ảnh vệ tinh Landsat 7 (ETM) chụp ngày 18/02/2017 gồm hai cảnh ảnh thuộc hàng/cột 129/050 và 129/051 có hệ tọa độ UTM-WGS-84 zone 47 North. Ảnh có độ phân giải không gian trung bình 30 mét trên các kênh đa phổ và 60 mét đối với kênh hồng ngoại nhiệt đã được thay đổi kích thước pixel thành 30 mét. Hai ảnh được chụp lần lượt vào 10:39 và 10:40 tại Bangkok (UTC +07:00). Các ảnh đều có tỷ lệ mây phủ nhỏ hơn 1,0% phù hợp cho trích xuất nhiệt độ bề mặt từ ảnh.

Ngoài ra, để phục vụ cho việc phân tích đảo nhiệt đô thị, nghiên cứu còn sử dụng dữ liệu bổ trợ về phân bố không gian đô thị được phân loại từ ảnh vệ tinh Landsat 7 ETM cùng thời điểm bằng phương pháp phân loại hướng đối tượng với độ chính xác toàn cục đạt 90,1%.

2.3. Phương pháp nghiên cứu

Tiền xử lý ảnh

Dữ liệu ảnh viễn thám thu được đã đạt yêu cầu về tỷ lệ mây phủ, tuy nhiên do lỗi Scan Line Corrector (SLC) từ cuối tháng 05/2003 trên ảnh Landsat 7 làm xuất hiện các sọc làm thiếu thông tin trên ảnh. Các sọc này được phục hồi lại thông tin bằng thuật toán nội suy với phương pháp Triangulation [11-14]. Mỗi điểm ảnh thiếu thông tin được tính toán và nội suy bằng giá trị của các điểm ảnh lân cận với cửa sổ tam giác (triangles) [15].



Hình 1. Ảnh Landsat 7 ngày 18/02/2017 (tổ hợp màu 7-5-3) khu vực đô thị Bangkok, Thái Lan.

Trích xuất nhiệt độ bề mặt

Nghiên cứu đã thực hiện trích xuất nhiệt độ bề mặt từ kênh hồng ngoại nhiệt, kênh cận hồng ngoại và kênh đỏ của dải phổ nhìn thấy thông qua việc hiệu chuẩn phát xạ bề mặt đối với các mặt phủ khác nhau bằng hợp phần thực vật, gồm các bước sau:

1. Chuyển đổi giá trị TOA (Top of Atmosphere) bức xạ sang giá trị TOA nhiệt độ sáng bằng công thức (1) với hằng số nhiệt được cung cấp trong tệp metadata.

$$T_B = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L_\lambda} + 1\right)} \quad (1)[16]$$

Trong đó: T_B là giá trị nhiệt độ độ sáng(K); L_λ là giá trị TOA bức xạ(Watts/(m²*srad * μ m)); K_1 là hằng số nhiệt K1, K_2 là hằng số nhiệt K2.

2. Độ phát xạ của bề mặt tự nhiên khác nhau do các đặc tính mặt phủ khác nhau, như sự khác biệt giữa đồng ruộng, đô thị và đất trống [17]. Độ phát xạ bề mặt (ϵ) được tính dựa vào công thức (2) [18].

$$\epsilon = mP_v + n \quad (2)$$

$$\text{Với: } m = \epsilon_v - \epsilon_s - (1 - \epsilon_s)F\epsilon_v \quad (2.a)$$

$$n = \epsilon_s + (1 - \epsilon_s)F\epsilon_v \quad (2.b)$$

Trong đó ϵ_v , ϵ_s lần lượt là độ phát xạ bề mặt của mặt phủ đây thực vật và đất trống. Các giá trị tham khảo cho ϵ_v và ϵ_s lần lượt là 0,99 và 0,97 [18]. Và F là chỉ số hình dạng, giá định phân bố hình học là khác nhau và F=0,55. Vì vậy công thức (2) được thể hiện cụ thể bằng công thức (3) như sau:

$$\epsilon = 0,004.P_v + 0,986 \quad (3)$$

Hợp phần thực vật P_v được tính bằng công thức (5) bởi chỉ số thực vật (NDVI) bằng công thức (4), và các giá trị cụ thể NDVI_{min} và NDVI_{max} là giá trị nhỏ nhất và lớn nhất của kênh NDVI được thống kê từ kênh ảnh [19].

$$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red} \quad (4) [20]$$

Trong đó, NIR là kênh cận hồng ngoại (Near Infrared) và Red là kênh ảnh thuộc vùng ánh sáng nhìn thấy màu đỏ.

$$P_v = \left(\frac{NDVI - NDVI_{min}}{NDVI_{max} - NDVI_{min}} \right)^2 \quad (5)$$

3. Ước tính nhiệt độ bề mặt LST (T_s) từ nhiệt độ sáng T_B và ϵ bằng công thức (6) [21-23].

$$T_s = \frac{T_B}{1 + \left(\lambda \frac{T_B}{\rho} \right) \cdot \ln \epsilon} \quad (6)$$

Trong đó, λ là giá trị bước sóng của kênh nhiệt phát xạ; $\rho = h \cdot c / \sigma$ ($\rho = 1,438 \times 10^{-2}$ Mk); với σ = hằng số Boltzmann ($1,38 \times 10^{-23}$ J/K), h = hằng số Planck ($6,626 \times 10^{-34}$ Js), và c = vận tốc ánh sáng ($2,998 \times 10^8$ m/s).

Xác định đảo nhiệt đô thị và phân tích không gian

Đảo nhiệt đô thị là phần nhiệt độ chênh lệch giữa khu vực đô thị so với nhiệt độ trung bình khu vực ngoài đô thị.

Phân bố không gian đảo nhiệt đô thị và sự tập trung được xác định bằng phân tích Hot Spot Analysis (Getis-Ord G_i^*) trên dữ liệu đảo nhiệt đô thị trung bình của các lục giác có cạnh 1.000 m [24]. Trong phép phân tích hotspot, kết quả trả về giá trị p (xác suất) và điểm số z (độ lệch chuẩn), trong đó các giá trị dương lớn hơn z là các cụm hotspot (điểm nóng), ngược lại các giá trị âm nhỏ hơn z được phân nhóm là các cụm điểm coldspot (điểm lạnh) [25].

Phân tích tương quan

Các biến có kỳ vọng ảnh hưởng đến đảo nhiệt đô thị được phân tích phân tích tương quan cặp (pair correlation) với hệ số tương quan tham số. Độ lớn hệ số tương quan thể hiện mối quan hệ giữa các biến chặt hay không chặt tương ứng với giá trị các trọng số từ -1 đến 1 [26]

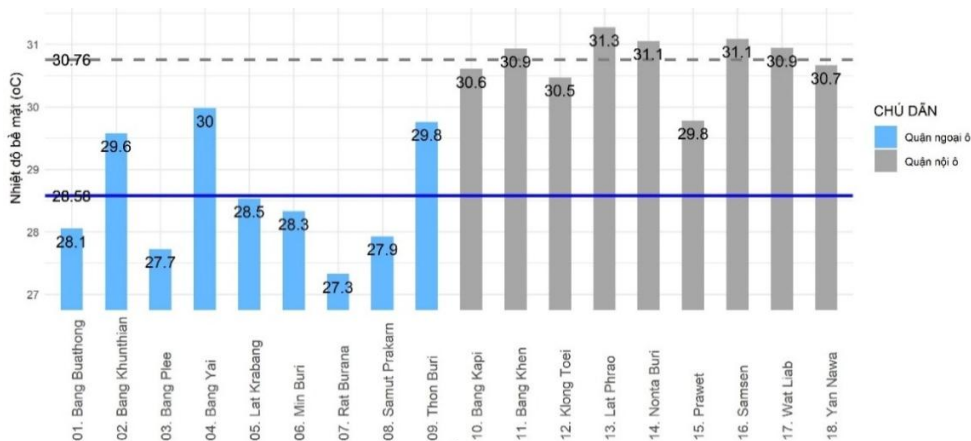
3. Kết quả và thảo luận

3.1. Nhiệt độ bề mặt và đảo nhiệt đô thị bề mặt

Nhiệt độ bề mặt

Nhiệt độ bề mặt trung bình tại khu vực nghiên cứu là $28,6^\circ\text{C}$ ($\pm 2,5^\circ\text{C}$), trong đó nhiệt độ cao nhất đạt $44,2^\circ\text{C}$ tại khu vực đô thị và nhiệt độ thấp nhất là $11,9^\circ\text{C}$ tại các bề mặt phủ nước ngoài đô thị, cho thấy có sự khác biệt giữa nhiệt độ bề mặt trung bình của các quận nội ô trung tâm thành phố và các quận ngoại ô bên ngoài thành phố. Nhiệt độ trung bình khu vực đô thị trên các quận nội ô được ước tính khoảng $30,76^\circ\text{C}$ ($\pm 1,6^\circ\text{C}$) với khoảng nhiệt độ bề mặt dao động từ $29,8-31,3^\circ\text{C}$ tương ứng tại quận Prawet và quận Lat Phrao.

Nhiệt độ trung bình tại khu vực này cao hơn hẳn tại các quận ngoại ô với nhiệt độ trung bình là $28,58^\circ\text{C}$ ($\pm 1,7^\circ\text{C}$), trong đó quận có nhiệt độ cao nhất là Bang Yai đạt 30°C và quận có nhiệt độ trung bình thấp nhất là Rat Burana với $27,3^\circ\text{C}$ (Hình 2).



Hình 2. Biểu đồ nhiệt độ bề mặt trung bình của nhóm quận nội ô và ngoại ô năm 2017.

Bảng 1. Các khoảng giá trị nhiệt độ LST và độ lớn tương ứng

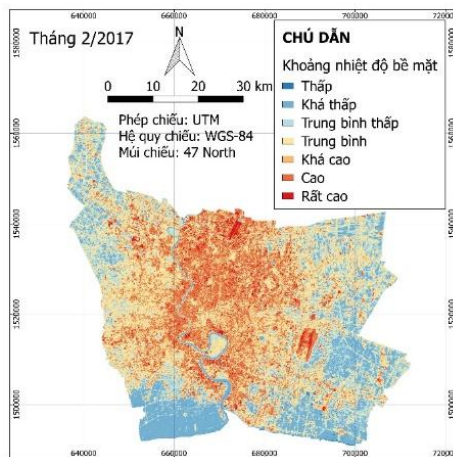
STT	Độ lớn	Công thức	Giá trị LST (°C)
1	Rất cao	$T_s > T_a + 2S_d$	$T_s > 33,6$
2	Cao	$T_a + S_d \leq T_s \leq T_a + 2S_d$	$31,1 \leq T_s \leq 33,6$
3	Khá cao	$T_a + S_d/2 \leq T_s \leq T_a + S_d$	$29,9 \leq T_s \leq 31,1$
4	Trung bình	$T_a - S_d/2 \leq T_s \leq T_a + S_d/2$	$27,4 \leq T_s \leq 29,9$
5	Trung bình thấp	$T_a - S_d \leq T_s \leq T_a - S_d/2$	$26,1 \leq T_s \leq 27,4$
6	Khá thấp	$T_a - 2S_d \leq T_s \leq T_a - S_d$	$23,6 \leq T_s \leq 26,1$
7	Thấp	$T_s < T_a - 2S_d$	$T_s < 23,6$

Ghi chú: T_s là nhiệt độ bề mặt, T_a là nhiệt độ bề mặt trung bình, S_d là độ lệch chuẩn.

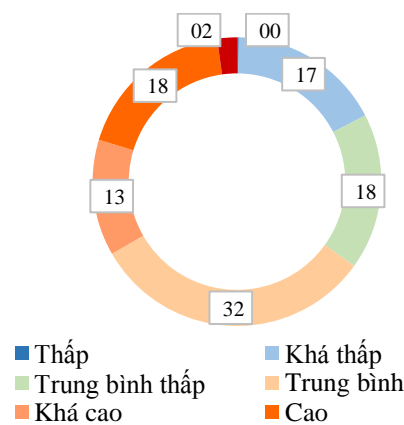
Nhiệt độ bề mặt được chia thành 7 khoảng tương ứng với 7 mức độ nhiệt độ từ thấp đến rất cao tương ứng bằng công thức ở Bảng 1 [27].

Về phân bố không gian, Hình 3 thể hiện phân bố không gian của 7 khoảng nhiệt độ đã được tính toán tại khu vực nghiên cứu. Nhìn chung, bề mặt khu vực nghiên cứu được bao phủ chủ yếu bởi các vùng nhiệt độ dao động từ trung bình đến cao và rất cao. Các khu vực này được dễ dàng nhận diện trên ảnh với màu vàng cam là chủ yếu. Những vùng có nhiệt độ cao này tập trung chủ yếu ở khu vực trung tâm thành phố và các khu vực đô thị lân cận. Ngược lại, vùng có nhiệt độ bề mặt thấp phân bố ở phía tây nam và vùng ngoài đô thị trên các bề mặt phủ gồm thủy sản và thực vật phủ.

Về diện tích phân bố, những vùng có nhiệt độ bề mặt thấp gồm vùng thấp (dưới 23,6°C) và khá thấp (23,6-26,1°C) chiếm dưới 1/5 tổng diện tích, trong đó vùng có nhiệt độ thấp chiếm chỉ 0,2% và vùng khá thấp chiếm 17,2%. Vùng nhiệt độ bề mặt trung bình chiếm gần 50% diện tích so với vùng trung bình thấp (26,1-27,4°C) chiếm 17,5% và vùng trung bình (27,4-29,9°C) chiếm đến 31,7%. Còn lại khoảng 1/3 tổng diện tích khu vực Bangkok là các bề mặt có nhiệt độ từ khá cao (29,9-31,1°C), cao (31,1-33,6°C) và rất cao (trên 33,6°C) với tỉ lệ diện tích tương ứng là 13%, 18,1% và 2,2%. Nhìn chung, nhiệt độ bề mặt khu vực đô thị Bangkok khá cao với nhiệt độ trung bình trên 27°C và chiếm hơn 50% diện tích toàn khu vực.



(a)



(b)

Hình 3. Bản đồ nhiệt độ bề mặt theo các khoảng nhiệt độ (a) và biểu đồ cơ cấu các khoảng nhiệt độ năm 2017 (b).

Đảo nhiệt đô thị bề mặt

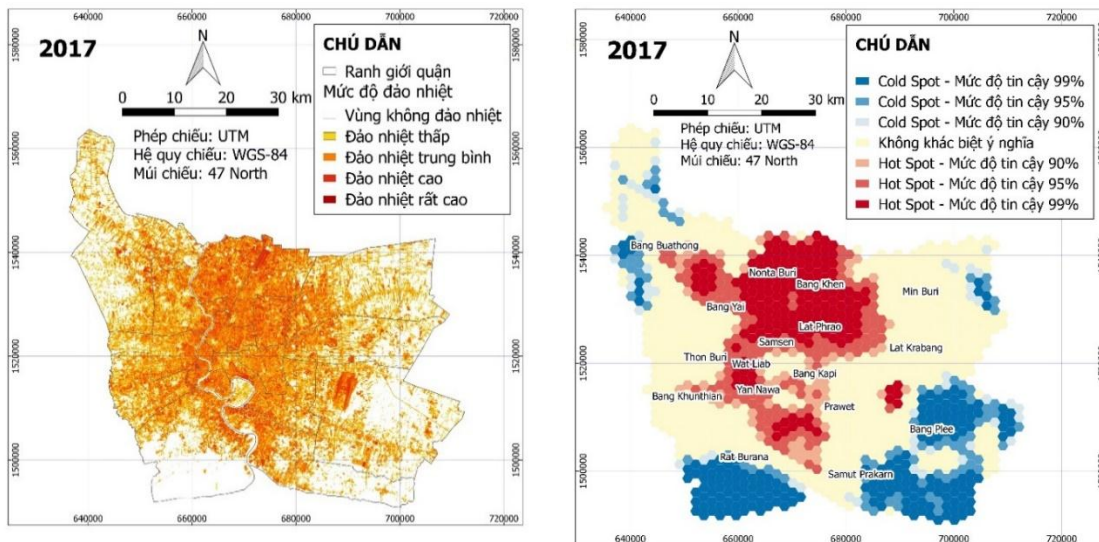
Đảo nhiệt đô thị bề mặt được xác định dựa trên chênh lệch nhiệt độ trung bình giữa vùng đô thị và vùng ngoài đô thị. Độ lớn đảo nhiệt cũng được chia khoảng tương ứng với mức độ theo Wang et al (2017), trong đó gồm 4 mức độ đảo nhiệt: đảo nhiệt thấp (0-1,3°C), đảo nhiệt trung bình (1,3-4,2°C), đảo nhiệt cao (4,2-7,0°C) và đảo nhiệt rất cao (trên 7,0°C). Trong đó, phần lớn diện tích khu vực có xảy ra hiện tượng đảo nhiệt bề mặt thuộc mức độ đảo nhiệt cao với 120.268 ha chiếm 38% diện tích toàn khu vực. Diện tích vùng đảo nhiệt trung bình và đảo nhiệt rất cao có diện tích xấp xỉ bằng nhau với diện tích lần lượt là 42.293 ha và 39.461 ha chiếm 13,4% và 12,5%. Còn lại chiếm diện tích thấp nhất với 1.861 ha là vùng có đảo nhiệt ở mức độ thấp.

Về phân bố không gian, thông qua biểu đồ phân tích hotspot mức độ đảo nhiệt bề mặt thể hiện 3 vùng trong xu hướng đảo nhiệt như sau: vùng tập trung đảo nhiệt cao (vùng màu đỏ, Hình 4), vùng không có khác biệt về mức độ đảo nhiệt (vùng màu vàng, Hình 4) và vùng đảo nhiệt thấp (vùng màu xanh, Hình 4). Nhìn chung, vùng nóng (hotspot) đại diện cho mức độ đảo nhiệt cao ($p \geq 90\%$) tập trung ở các quận nội thành có mật độ đô thị dày đặc gồm

Bang Khen, Lat Phrao, Samsen, Bang Kapi, Bang Khungthian, Yan Nawa, Klong Toei và Bang Plee (nơi tọa lạc của sân bay quốc tế Suvarnabhumi). Vùng lạnh (coldspot) đại diện cho vùng đảo nhiệt đô thị rất thấp ($p \geq 90\%$) phân bố ở vòng ngoài rìa của khu vực đô thị Bangkok được đặc trưng bởi các bề mặt phủ thực vật và mặt nước thuộc tây nam quận Rat Burana và phía đông nam của quận Samut Prakarn và quận Bang Plee.

3.2. Yếu tố ảnh hưởng đến nhiệt độ bề mặt và đảo nhiệt đô thị

Qua phân tích tương quan giữa các biến quan sát gồm mật độ đô thị (UD), tỉ lệ vùng có nhiệt độ cao (HT), tỉ lệ diện tích thực vật phủ (VD), tỉ lệ diện tích mặt nước (WD), tỉ lệ diện tích bề mặt mát (CSD) so với nhiệt độ bề mặt (LST) và mức độ đảo nhiệt đô thị (UHI). Mức độ tương quan giữa các biến được thể hiện ở Bảng 1 và sơ đồ mạng (Hình 5). Trong đó các biến có tương quan với nhau được thể hiện bằng các kết nối trong mạng càng gần nhau, mức độ tương quan dương và âm được thể hiện lần lượt bằng màu đỏ và xanh, đồng thời độ dày của đường kết nối thể hiện mức độ tương quan của các biến (tương ứng với giá trị ở Bảng 2).

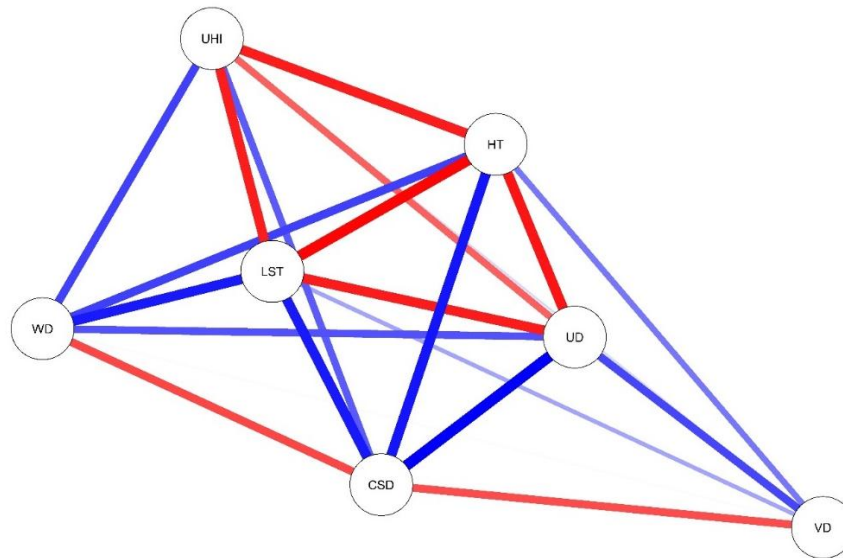


Hình 4. Bản đồ mức độ đảo nhiệt đô thị bề mặt và biểu đồ hotspot đảo nhiệt đô thị bề mặt.

Bảng 2. Hệ số tương quan của các yếu tố ảnh hưởng đến nhiệt độ bề mặt và đảo nhiệt đô thị

	UD	HT	LST	UHI	VD	WD	CSD
LST	0,87***	0,96***		0,87***	-0,35	-0,88***	-0,88***
UHI	0,61**	0,87***	0,87***		-0,14	-0,73***	-0,63**

UD là mật độ đô thị (%); HT là diện tích vùng có nhiệt độ cao; LST là nhiệt độ bề mặt trung bình ($^{\circ}\text{C}$). UHI là độ lớn trung bình của hiện tượng đảo nhiệt đô thị ($^{\circ}\text{C}$); VD là tỷ lệ bề mặt thực vật phủ (%); WD là tỷ lệ bề mặt phủ bởi nước (%); CSD là tỷ lệ chung các bề mặt mát ngoài đô thị (%). Với: *** tương ứng $P \leq 0,001$; ** tương ứng $P \leq 0,01$; và * tương ứng $P \leq 0,05$



Hình 5. Sơ đồ mạng thể hiện quan hệ giữa các biến quan sát.

Qua đó ta thấy, nhiệt độ bề mặt có tương quan thuận khá cao với mật độ đô thị của một khu vực. Đồng thời, tỷ lệ các bề mặt mát gồm mặt nước và thực vật có vai trò quan trọng trong giảm nhiệt độ bề mặt của một khu vực, trong đó, bề mặt nước giúp làm giảm nhiệt độ bề mặt rõ rệt. Ngược lại, mức độ đảo nhiệt đô thị của khu vực được nhận thấy sẽ gia tăng theo sự phát triển đô thị thông qua mật độ đô thị, đồng thời bởi các yếu tố khí hậu thông qua nhiệt độ không khí và nhiệt độ bề mặt cũng làm gia tăng khu vực có nhiệt độ bề mặt cao. Hơn nữa, các yếu tố môi trường như diện tích phủ bởi cây xanh và mặt nước trong khu vực đô thị có tác dụng làm giảm mức độ đảo nhiệt đô thị cho khu vực đó.

Nhìn chung, có hơn 50% diện tích khu vực nghiên cứu là khu vực đô thị có xảy ra đảo nhiệt đô thị. Trong điều kiện khí hậu nhiệt đới

gió mùa có mùa hè nóng với nhiệt độ không khí lên đến 40°C (tháng 3-4) và sự đô thị hóa nhanh chóng là những yếu tố góp phần hình thành đảo nhiệt đô thị tại vùng đô thị Bangkok. Trong khuôn khổ của nghiên cứu, yếu tố mật độ đô thị, tỷ lệ các bề mặt mát (cây xanh, mặt nước) và nhiệt độ bề mặt đã được chứng minh là có tác động đến sự hình thành và độ lớn của đảo nhiệt đô thị. Bên cạnh đó, các yếu tố khác như sự phát triển dân số, mức phát thải các khí nhà kính và loại vật liệu xây dựng trong đô thị có thể góp phần vào sự hình thành đảo nhiệt nhưng chưa được xem xét trong nghiên cứu.

Kết quả của nghiên cứu là bước đầu phân tích xu hướng đảo nhiệt đô thị đồng thời đề xuất giải pháp giảm thiểu ảnh hưởng đảo nhiệt đô thị. Thực tế, đô thị hóa và mở rộng đô thị là vấn đề không thể tránh khỏi, việc giảm mật độ đô thị đồng thời gia tăng các bề mặt mát (cây xanh,

mặt nước) trong cùng một diện tích là điều khó có thể thực hiện. Biện pháp giảm thiểu nhiệt độ bề mặt và đảo nhiệt của cây xanh và mặt nước là một gợi ý cho quy hoạch không gian và quy hoạch xây dựng phát triển đô thị. Cụ thể, Bangkok cần tăng cường trồng mới và chăm sóc cây xanh trên các tuyến đường, công viên và tại các không gian mở. Đồng thời có thể tăng diện tích phủ cây xanh cho khu vực bằng cách trồng cây cảnh, rau trên các mái nhà hoặc sân thượng [28, 29].

4. Kết luận và kiến nghị

Nhiệt độ bề mặt trung bình đô thị Bangkok năm 2017 khác biệt rõ rệt giữa các quận nội thành ($30,76^{\circ}\text{C}$) và ngoại thành ($28,58^{\circ}\text{C}$). Trong đó, khu vực có nhiệt độ khá cao đến rất cao chiếm khoảng 30% diện tích khu vực trên các vùng đô thị và đất xây dựng. Mức độ đảo nhiệt đô thị tại khu vực nghiên cứu được xác định từ $0-7^{\circ}\text{C}$, phân bố chủ yếu trên các khu vực đô thị tập trung dày đặc ở trung tâm thành phố và giảm dần ra rìa ngoài đô thị. Đồng thời nghiên cứu cũng tìm ra các yếu tố làm tăng đảo nhiệt đô thị là nhiệt độ bề mặt qua gia tăng mật độ đô thị xây dựng, tuy nhiên đảo nhiệt đô thị cũng có thể được giảm thiểu bằng cách tăng diện tích không gian mặt nước mở và các bề mặt mát từ thảm thực vật.

Trong phạm vi nghiên cứu này các yếu tố ảnh hưởng đến đảo nhiệt đô thị được trích xuất từ dữ liệu ảnh viễn thám hiện có. Vì vậy, cần xem xét đến các yếu tố khác có thể ảnh hưởng đến gia tăng nhiệt độ bề mặt như sự phát triển các ngành công nghiệp sản xuất, gia tăng ô nhiễm không khí, và quy mô dân số cho các nghiên cứu tiếp theo.

Lời cảm ơn

Bài báo là một phần của nghiên cứu thuộc dự án số No. P-15-51258 được tài trợ bởi Cơ quan Phát triển Khoa học và Công nghệ Hoàng gia Thái Lan, được thực hiện tại Trung tâm đổi mới và kỹ thuật không gian địa lý (KGEO),

Trường Đại học kỹ thuật King Mongkut Thonburi, Thái Lan.

Tài liệu tham khảo

- [1] M. Dociu, A. Dunarintu, The Socio-Economic Impact of Urbanization, International Journal of Academic Research in Accounting, Finance and Management Sciences. 2 (2012) 47-52.
- [2] A. Murakamia, A. M. Zain, K. Takeuchi, A. Tsunekawa, S. Yokota, Trends in urbanization and patterns of land use in the Asian mega cities Jakarta, Bangkok, and Metro Manila, Landscape and Urban Planning. 70 (2005) 251-259. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2003.10.021>.
- [3] K. Tsuchiya, Y. Hara, D. Thaitakoo, Linking food and land systems for sustainable peri-urban agriculture in Bangkok Metropolitan Region, Landscape and Urban Planning 143 (2015) 192-204. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.07.008>.
- [4] The World Bank, Urbanization in Thailand is dominated by the Bangkok urban area. <http://www.worldbank.org/en/news/feature/2015/01/26/urbanization-in-thailand-is-dominated-by-the-bangkok-urban-area/>, 2015 (Accessed: 10 September 2018).
- [5] Nguyễn Văn Chiến, Biến đổi khí hậu và hiệu ứng đảo nhiệt đô thị ở Thành phố Hồ Chí Minh, Quản lý đô thị. <http://quanlidothi.com/xem/1089/bien-doi-khi-hau-va-hieu-ung-dao-nhiet-do-thi-o-tphcm.html/>, 2014 (Accessed 10 August 2017).
- [6] B.M.A, Bangkok profile, Bangkok Metropolitan Administration. <http://www.bangkok.go.th/main/page.php?&340&l=en/>, 2017 (Accessed 11 January 2018).
- [7] S. Ruangwises, N. Ruangwises, Occurrence of Aflatoxin M1 in Pasteurized Milk of the School Milk Project in Thailand, Journal of Food Protection. 72 (2009) 1761-1763. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-72.8.1761>.
- [8] US EPA, Urban Heat Island Basics, Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies, Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency, 2008.
- [9] A.D. Waffle, R.C. Corry, T.J. Gillespie, R.D. Brown, Urban heat islands as agricultural opportunities: An innovative approach, Landscape and Urban Planning 161 (2017) 103-114. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2017.01.010>.
- [10] MEA, CSR annual report 2016: Move forward to Smart Metro, Bangkok metropolis, 2016.

- [11] V.K. Gautam, P.K. Gaurav, P. Murugan, M. Annadurai, Assessment of Surface Water Dynamics in Bangalore Using WRI, NDWI, MNDWI, Supervised Classification and K-T Transformation, Aquatic Procedia: International conference on water resources, coastal and ocean engineering (ICWRCOE 2015) 4 (2015) 739-746. <https://doi.org/10.1016/j.aqpro.2015.02.095>.
- [12] R.L. Miller, C.C. Liu, C.J. Buonassissi, A.M. Wu, A multi-sensor approach to examining the distribution of total suspended matter (TSM) in the Albemarle-Pamlico Estuarine System, NC, USA, Remote Sensing. 3 (2011) 962-974. <https://doi.org/10.3390/rs3050962>.
- [13] G. Molnar, Analysis of land surface temperature and NDVI distribution for budapest using Landsat 7 ETM+ data, Acta climatologica et chorologica 49-50 (2016) 49-61.
- [14] A. Singh, U. Kumar, F. Seitz, Remote sensing of storage fluctuations of poorly gauged reservoirs and state space model (SSM)-based estimation, Remote Sensing 8. (2015) 17113-17134. <https://doi.org/10.3390/rs8110960>.
- [15] D. F. Watson, Contouring. A guide to the analysis and display of spatial data, Oxford: Elsevier, 1992.
- [16] USGS, Landsat 8 (L8) Data Users Handbook (LSDS-1574 version 2.0), U.S. Geological Survey, 2016.
- [17] A. A. Van De Griend, M. Owe, On the relationship between thermal emissivity and the normalized difference vegetation index for natural surfaces, International Journal of Remote Sensing 14 (1993) 1119-1131. <https://doi.org/10.1080/01431169308904400>
- [18] J.A. Sobrino, J.C. Jiménez-Muñoz, L. Paolini, Land surface temperature retrieval from LANDSAT TM 5, Remote Sensing of Environment 90 (2004) 434-440. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2004.02.003>
- [19] T.C. Carlson and D. a. Ripley, On the relationship between NDVI, fractional vegetation cover, and leaf area index, Remote Sensing of Environment 62 (1997) 241-252. [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(97\)00104-1](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(97)00104-1)
- [20] C. J. Tucker, Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation, Remote Sensing of Environment. 8 (1979) 127-150. [https://doi.org/10.1016/0034-4257\(79\)90013-0](https://doi.org/10.1016/0034-4257(79)90013-0).
- [21] D.A. Artis, W.H. Carnahan, Survey of emissivity variability in thermography of urban areas, Remote Sensing of Environment 12 (1982) 313-329. [https://doi.org/10.1016/0034-4257\(82\)90043-8](https://doi.org/10.1016/0034-4257(82)90043-8)
- [22] Q. Weng, D. Lu, J. Schubring, Estimation of land surface temperature-vegetation abundance relationship for urban heat island studies, Remote Sensing of Environment 89. (2004) 467-483. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2003.11.005>.
- [23] X. Zhang, R. C. Estoque, Y. Murayama, An urban heat island study in Nanchang City, China based on land surface temperature and social-ecological variables, Sustainable Cities and Society 32. (2017) 557-568. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.05.005>.
- [24] T. Whiteaker, Create Hexagon Tessellation. Center for Research in Water resources, The University of Texas, Austin, 2013.
- [25] ESRI (*Environmental Systems Research Institute*), How Hot Spot Analysis (Getis-Ord G_i^*) works. <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/spatial-statistics-toolbox/h-how-hot-spot-analysis-getis-ord-gi-spatial-stati.htm/>, 2016 (Accessed: 07 May 2018).
- [26] R. Hadria, T. Benabdelouahaba, H. Mahyoud, R. Balaghia, L. Bydekerkeb, T. El Hairech, P. Ceccatod, Relationships between the three components of air temperature and remotely sensed land surface temperature of agricultural areas in Morocco, International Journal of Remote Sensing. 39 (2017) 356-373. <https://doi.org/10.1080/01431161.2017.1385108>.
- [27] H. Wang, Y. Zhang, J. Tsou, Y. Li, Surface Urban Heat Island Analysis of Shanghai (China) Based on the Change of Land Use and Land Cover, Sustainability 9. (2017) 1-22. <https://doi.org/10.3390/su9091538>.
- [28] US EPA, Trees and Vegetation, Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies, Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency, 2008.
- [29] US EPA, Green Roofs, Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies, Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency, 2008.