■Ngày nhận bài: 23/3/2021 ■Ngày sửa bài: 08/4/2021 ■Ngày chấp nhận đăng: 06/5/2021

Cơ sở khoa học xác định tỷ lệ không gian cây xanh và mặt nước thích hợp cho quy hoạch đô thị sinh thái bằng ứng dụng công nghệ viễn thám và GIS

Scientific basis of determining suitable percentage of the green plant and surface water space for ecological urban planning with using remote sensing technology and gis

> TS LƯƠNG MINH CHÍNH
Khoa Công trình, Trường Đại học Thủy Lợi, 175 Tây Sơn, Đống Đa, Hà Nội
Email: chinhlm@tlu.edu.vn

TÓM TẮT:
Cây xanh (CX) và nước mặt (NM) là hai yếu tố sinh thái quan trọng được gọi chung là không gian sinh thái (KGST) trong sự phát triển ở các khu đô thị mới, nhằm đáp ứng nhu cầu cuộc sống của con người trước áp lực của biến đổi khí hậu. Bằng ứng dụng công nghệ viễn thám vệ tinh và GIS, sử dụng ảnh Landsat-8, hai khu đô thị hiện hữu của tp. Hồ Chí Minh và tp. Sóc Trăng đã được khảo sát nhằm đánh giá tác động giảm nhiệt đô thị của KGST với một số kết quả như sau: nhiệt độ đô thị là hàm số phi tuyến của yếu tố KGST, thông qua hàm logarit tự nhiên, tỷ lệ 10% của CX (KGST) được coi là ngưỡng cận dưới (tối thiểu) , tỷ lệ 65% diện tích cây xanh CX, (KGST) được coi là ngưỡng cận trên (tối đa) khi quy hoạch đô thị sinh thái dưới góc nhìn về hiệu quả sử dụng đất có lưu ý tới tác động của biến đổi khí hậu.
Từ khóa: Landsat-8, nhiệt độ đô thị, cây xanh, nước mặt, không gian sinh thái.

ABSTRACT:
Green trees (CX) and surface water (NM) are two important ecological factors (collectively, ecological space (KGST) in the development in new urban areas, to meet responding to human life needs, first of all about health, under the pressure of climate change. By applying satellite remote sensing technology and GIS, using Landsat-8 images, two zones existing urban areas of Ho Chi Minh and Soc Trang Cities were surveyed to evaluate the urban heat reduction efficiency of KGST. Survey results have drawn comments: Urban temperature is a function nonlinearity of the logistic factor, through the natural logarithmic function. The rate of 10% of CX (KGST) is brushed as the lower (minimum) threshold. The rate of 65% of green area CX, (KGST) is considered as the upper limit (maximum) when planning an ecological urban area from a land use efficiency perspective, taking into account the impacts of climate change.
Keywords: Landsat-8, urban temperature, green area, surface water, ecological space

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, đô thị hóa đang phát triển trên toàn thế giới với tốc độ tăng tốc. Số liệu điều tra cho thấy hơn 50% dân số thế giới sống ở khu vực thành thị vào năm 2008, trong khi con số này chỉ là 15% một trăm năm trước. Theo "Triển vọng Đô thị hóa Thế giới" do Liên Hợp Quốc công bố năm 2014, hơn một nửa (54%) dân số thế giới sống ở khu vực thành thị và con số này dự kiến sẽ tăng lên, đạt 66% vào năm 2050. Quá trình đô thị hóa đã mang lại tiến bộ cho thế giới, nhưng cũng kéo theo nguy cơ suy thoái môi trường, gia tăng áp lực lên tài nguyên thiên nhiên, ảnh hưởng tới sức khỏe con người và chất lượng cuộc sống [1].

Việt nam cũng nằm trong xu thế chung của thế giới. Phát triển đô thị hóa Việt Nam trong giai đoạn vừa qua có nhiều chuyển biến về số lượng. Năm 1999 cả nước có 629 đô thị đến nay có 772 đô thị, trong đó có 2 đô thị đặc biệt, 15 đô thị loại I, 14 đô thị loại II, 47 đô thị loại III, 64 đô thị loại IV và 630 đô thị loại V. Tỷ lệ đô thị hóa trung bình cả nước đạt khoảng 34%. Các tỉnh, thành phố trực thuộc trung ương có tỷ lệ dân số thành thị cao, cao nhất cả nước là TP. HCM 83%; Bình Dương 71,6%, Quảng Ninh 68,86% [2]. Thủ tướng Chính phủ cũng đã ra quyết định 84/QĐ-TTg ngày 19/01/2018 về "Kế hoạch phát triển đô thị tăng trưởng xanh Việt Nam đến năm 2030" nhằm

định hướng phát triển đô thị xanh, bền vững với mục tiêu **"**Lấy tăng trưởng xanh làm xương sống"**.**

Nghiên cứu này ứng dụng công nghệ viễn thám (VT) và hệ thông tin địa lý (GIS) để trích xuất khách quan một số tham số bề mặt đô thị là nhiệt độ bề mặt, thực vật cây xanh CX và không gian sinh thái KGST (gồm cây xanh CX và mặt nước MN). Trên cơ sở đó chúng ta phát hiện mối *quan hệ định lượng* giữa nhiệt độ đô thị Ts và tỷ lệ diện tích CX (%), cũng như KGST (%) nhằm đưa ra cơ sở khoa học cho các nhà quy hoạch đô thị sinh thái, trước áp lực biến đổi khí hậu.

2. ĐỐI TƯỢNG, PHẠM VI VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

Sự hình thành một khu đô thị xanh cần quan tâm tới sự tương tác của 3 không gian: đất xây dựng, XD (bề mặt bê tông, hay bề mặt không thấm nước), đất mặt nước (MN), và đất cây xanh (CX). Đất xây dựng thể hiện quy mô diện tích cho một lượng cư dân sinh sống trong đó. Gữa đất xây dựng có mối liên quan chặt chẽ với không gian mặt nước (hồ sinh thái) và không gian vườn hoa cây xanh. Nhằm sử dụng tài nguyên đất có hiệu quả, tối ưu, không lãng phí khi quy hoạch xây dựng đô thị chúng ta cần quan tâm đến mối liên hệ 3 không gian ấy. Đứng trước áp lực về biến đổi khí hậu, BĐKH, mối liên hệ cho một đô thị phát triển xanh, bền vững phụ thuộc rất lớn vào quy hoạch phát triển không gian phần trăm bề mặt cây xanh và mặt nước.

Phạm vi tiến hành nghiên cứu là hai vùng đô thị hiện hữu của một phần tp. HCM và tp. Sóc Trăng.

Hình 1. Khu vực nghiên cứu tp. HCM

Hình 2. Khu vực nghiên cứu tp. Sóc Trăng

Đặc điểm khu vực nghiên cứu tp. HCM: Đây là khu vực thành phố đã phát triển ổn định qua nhiều năm. Diện tích bề mặt đô thị đa phần được bê-tông hóa với mật độ xây dựng dầy đặc. Trong khu vực có 6 hồ hiện tích từ 500m^2 đến hơn 3ha. Diện tích cây xanh, công viên được nằm rải rác trong khu vực (Hình 1).

Đặc điểm khu vực nghiên cứu tp. Sóc Trăng: Sóc Trăng có địa hình thấp và tương đối bằng phẳng; độ dốc thay đổi khoảng 45 cm/km chiều dài. Nhiệt độ trung bình hàng năm là 26,8^{o}C. Trong khu vực nghiên cứu thuộc tp. Sóc Trăng có 3 hồ và sông Cầu Qua. Đây là thành phố trẻ loại II nên tiềm năng phát triển đô thị lên loại I là rất lớn (Hình 2).

2.2. Tư liệu

Những tư liệu sử dụng trong nghiên cứu, bao gồm:

- Ảnh Landsat-8 ngày 31/10/2018 tại thời điểm 10h14'09.3'' có các kênh ảnh với độ phân giải không gian 30m ở dải phổ nhìn thấy: G, B, R, NIR, và 2 kênh ảnh nhiệt 10 và 11 (TIR10 & TIR 11). Ảnh tổ hợp mầu RGB để mắt dễ cảm nhận. Hai kênh R và NIR để tạo ảnh chỉ số thực vật NDVI. Hai kênh TIR10, TIR 11 để tính nhiệt bề mặt T_s.

- Ngoài ra, trong nghiên cứu có tham khảo ảnh vệ tinh Sentinel-2 và ảnh trên Google Earth để xác định diện tích bề mặt các hồ.

- Hệ thống phần mềm xử lý ảnh ENVI và ArcGIS.

- Tư liệu ngoại nghiệp: Sử dụng mô hình số độ cao DEM và nhiệt độ không khí quan trắc tại 9 điểm khí tượng nhằm đánh giá độ chính xác kết quả trích xuất nhiệt bề mặt từ ảnh Landsat-8.

2.3. Phương pháp

2.3.1. Chỉ số gia tăng giảm nhiệt của không gian cây xanh và nước mặt

Dựa trên số liệu nhiệt độ bề mặt trung bình Ts trích xuất từ ảnh Landsat-8 và tỷ lệ % diện tích cây xanh CX, nước mặt NM+CX (KGST) sau khi đã được phân lớp trên ảnh, tập hợp lưới ô vuông đồng tâm có kích thước thay đổi cách nhau 50m được thiết lập và được lập bảng cặp giá trị tương ứng, ví dụ CX(%), T_s(^{o}C) hay KGST (= CX+NM)(%), T_s(^{o}C). Từ đây chúng ta thiết lập mối quan hệ giữa các cặp giá trị tương ứng đó dưới dạng tổng quát:

$$T_{S,n} = F(a, b, X_n) \quad (1)$$

Trong đó: n =1, 2, 3, …, N – số liệu đo tính trên ảnh tương ứng với số thứ tự lưới ô vuông, *Ts* – nhiệt độ bề mặt trích xuất từ ảnh. *X* – là biến tỷ lệ phần trăm diện tích của CX, hoặc KGST (CX+NM). *a, b* – là tham số của hàm *F*.

Sau khi đánh giá hàm (1) có ý nghĩa thực tế dựa vào hệ số tương quan R theo luật phân bố Student, chúng ta tiến hành mô phỏng hàm đó chi tiết giá trị X_i biến thiên đều từ 0% (hay từ 1%) đến 100% với khoảng biến thiên đều 1% (hoặc 5%) phụ thuộc vào mức độ chi tiết mà chúng ta mong muốn. Tiếp theo, *Chỉ số hiệu quả giảm nhiệt,* HRE (Heat Reduction Efficiency) hay làm mát đô thị của không gian CX, KGST được định nghĩa [3]:

$$HRE = \left(1 - \frac{\Delta T_{S,i}}{\Delta T_{Smax}}\right).100 \quad (2a)$$

Trong đó:

$$\Delta T_{S,i} = T_{S,i} - T_{S,o} \quad (2c)$$

Với *i* – số thứ thự ứng với giá trị mô phỏng (%) của diện tích CX, KGST; $T_{S,o}$ – Trị không "0" của $T_{S,i}$ ứng vơi X_i = 0 hoặc 1 (khi sử dụng hàm logarit tự nhiên từ mô hình (1), ΔT_{Smax} là giá trị chênh nhiệt độ cực đại khi tỷ lệ CX (hay KGST) nhận bằng 100% đất đô thị.

2.3.2 Xử lý ảnh

Có hai phần quan trọng về xử lý ảnh là: *a/* Trích xuất nhiệt bề mặt từ ảnh Landsat-8 dựa vào phần mềm ENVI và *b/* Phân lớp ảnh với 3 đối tượng: cây xanh CX, nước mặt (hồ) NM và đất xây dựng XD (kể cả đất trống), liệt kê số liệu bảng biểu dựa trên ArcMap.

a/ Trích xuất nhiệt bề mặt từ ảnh Landsat-8: Thuật toán tính nhiệt bề mặt (Ts) bằng phương pháp SW (split-window) sử dụng 2 kênh nhiệt T10 và T11 của Landsat-8 [6]. Nhằm nâng cao độ chính xác trích xuất nhiệt bề mặt T_s ba nội dung đã được thực hiện:

- Tính chuyển số liệu quan trắc nhiệt độ không khí ngoại nghiệp Ta trên 9 điểm khí tượng có trên ảnh về đúng thời điểm thu quét ảnh Landsat-8 vào hồi **10h14'09.3''**ngày 31/10/2018.

- Loại bỏ ảnh hưởng sự hấp thụ của hơi nước khí quyển khi sóng nhiệt kênh T10, T11 đi qua, trước hết cần xác định lượng hơi nước có trong khí quyển (g/cm^2) bằng sử dụng thuật toán tỷ số phương sai-hiệp phương sai cửa sổ tượt, SWCVR (split-window covariance-variance ratio) [7]. Sau đó tính tham số tuyền qua hơi nước khí quyển của kênh T10, T11.

- Xác định tham số phát xạ bề mặt ε từ chỉ số thực vật NDVI từ ảnh vệ tinh Landsat-8 được thực hiện theo phương pháp trong [8].

Giữa nhiệt độ không khí $\mathbf{T_a}$ quan trắc tại điểm khí tượng và tương ứng nhiệt độ bề mặt $\mathbf{T_{s,a}}$ (trích xuất từ ảnh) có mối liên hệ thông qua 3 yếu tố: ảnh hưởng chênh cao địa hình (DEM), ảnh hưởng của thảm thực vật (NDVI) và ảnh hưởng góc tới của Mặt Trời (θ) tại điểm khí tượng [5].

Kết quả nhiệt độ bề mặt sau hiệu hiệu chỉnh, Ts từ nhiệt độ bề mặt được trích xuất từ ảnh Landsat-8, $T_{s,a}$ và dựa vào số liệu đo nhiệt độ không khí T_a trên các trạm khí tượng, thông qua các hệ số ẩn số *ki* (*i* = 0, 1, 2, 3) liên quan tới mối liên hệ giữa $T_{s,a}$ và DEM, NDVI, θ của ảnh, chúng ta có mối quan hệ [4]:

$$\Delta T = (T_{s,a} - T_a) = k_o + k_1.\,DEM + k_2.\,NDVI + k_3.\theta \quad (3a)$$

Hay: $Ts = T_{s,a} + \Delta T$ (3b)

b/ Ứng dụng GIS

Trích xuất các số liệu tỷ lệ (%) của CX, NM (hồ) và đất xây dựng đô thị, cũng như thiết kế mạng lưới tính toán, và thống kê các pixel ảnh về nhiệt độ bề mặt, diện tích được thực hiện trên ArcMap.

▪ Nhằm đánh giá ý nghĩa thực tiễn của phương trình xây dựng bằng hàm hồi quy từ số liệu thực nghiệm, ta sử dụng luật phân phối Student để kiểm định hệ số tương quan R [9]. Tham số thực nghiệm T_{tnr} từ hệ số tương quan R xác lập bởi n cặp giá trị tương ứng X, Y được tính:

$$T_{tnr} = \frac{R_{XY}}{\sqrt[2]{1-R_{XY}^2}} \sqrt[2]{(n-2)} \quad (4)$$

Sau đó so sánh giá trị tuyệt đối $|T_{tnr}|$ với trị lý thuyết T_{lt} từ bảng tra luật phân phối Student. Giả thuyết "0" (không tương quan, H_o: $R_{xy} = 0$) bị bác bỏ khi $|T_{tnr}| > T_{lt}$. Nghĩa là ta chấp nhận giả thuyết nghịch (có tương quan) về ý nghĩa thống kê thực tiễn của hệ số tương quan trong thực nghiệm.

3. KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM

3.1 Trích xuất số liệu

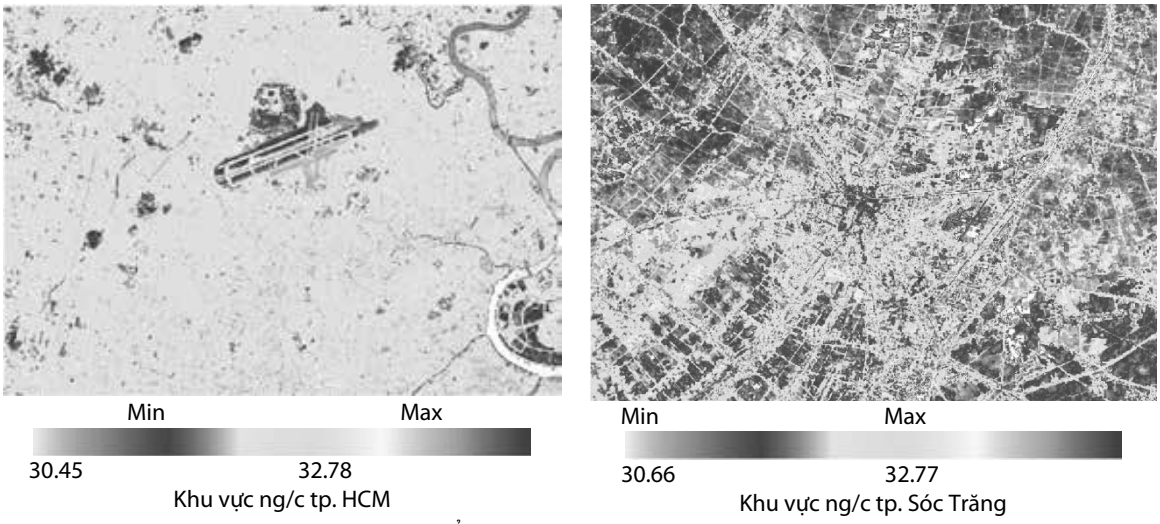
▪ Sau khi phát hiện là loại bỏ sai số thô trên 2 trạm khí tượng (còn lại 7 trạm đưa vào sử dụng), nhiệt độ bề mặt $T_{s,a}$ trích xuất từ 2 kênh ảnh nhiệt T10 và T11 của Landsat-8 (mục 2.3.2); đồng thời thực hiện phân tích ảnh hưởng của ba đại lượng DEM, NDVI và góc tới θ đối với $T_{s,a}$ cho thấy: $T_{s,a}$ phụ thuộc mạnh vào NDVI và góc tới θ theo hàm:

$\Delta T = 48.658 - 15{,}071*NDVI - 64{,}336*\theta$. ($R^2 = 0{,}618$) (5)

Kiểm tra hệ số tương quan của hàm ΔT ở trên theo (4) cho thấy hàm ΔT có ý nghĩa thực tiễn với độ tin cậy thể hiện bằng xác suất đạt 99%. Nhiệt độ bề mặt sau hiệu chỉnh Ts (theo (3b)) trên 7 trạm khí tượng có hàm tương quan với $T_{s,a}$ bằng mối quan hệ tuyến tính:

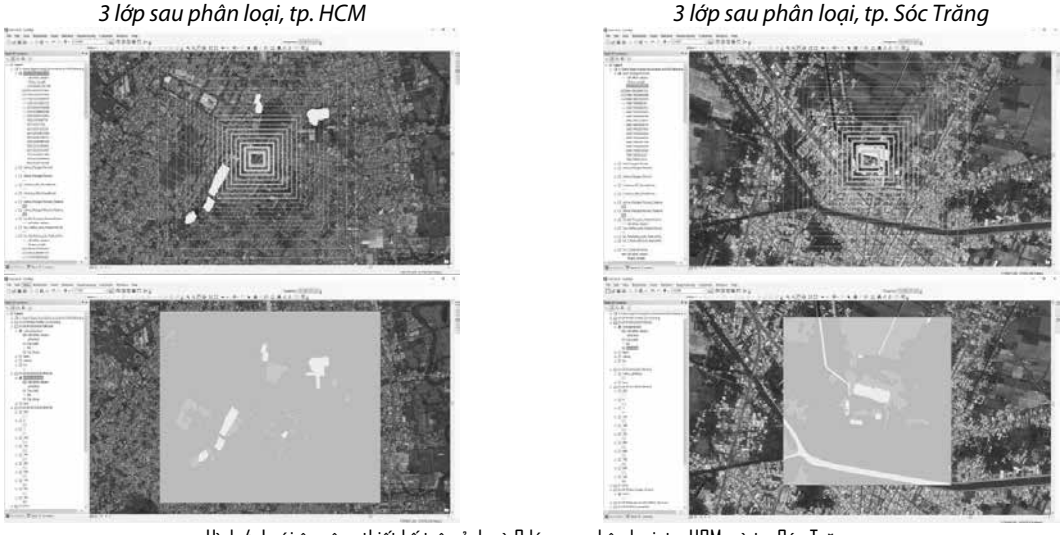
$T_s = 0.7082* T_{s,a} + 9.3411$; $R^2 = 0{,}639$ (6)

Hình 3 thể hiện ảnh nhiệt độ Ts (sau hiệu chỉnh) cho 2 khu vực nghiên cứu là tp. HCM và tp. Sóc Trăng.



Hình 3. Ảnh nhiệt bề mặt hai khu vực nghiên cứu.

3 lớp sau phân loại, tp. HCM *3 lớp sau phân loại, tp. Sóc Trăng*



Hình 4: Lưới ô vuông thiết kế trên ảnh và 3 lớp sau phân loại, tp. HCM và tp. Sóc Trăng.

▪ Ảnh NDVI được phân loại thành 3 đối tượng là thực vật (CX), đất xây dựng (XD) hay bề mặt không thấm (KT) và không gian xanh (KGX) bao gồm thực vật (CX) và mặt nước (MN) trên phần mềm ArcGIS. Sau đó, lưới hình vuông được thiết lập. Ứng với mỗi hình vuông, ba loại đối tượng là CX, XD và KGX (= CX+MN) được tính diện tích (theo pixel) và tính tỷ lệ (%) của nó so với diện tích hình vuông (theo pixel). Chồng khớp hai ảnh nhiệt độ và ảnh phân loại đối tượng chúng ta đồng thời tính được nhiệt độ trung bình của các hình vuông. Hình 3 (trái) thể hiện lưới ô vuông thiết kế trên ảnh (hình trên) và 3 lớp sau phân loại cho khu vực nghiên cứu tp. HCM (ảnh dưới). Tương tự, Hình 3 (phải) cho khu vực nghiên cứu tp. Sóc Trăng.

Kết quả thống kê các số liệu trích xuất % diện tích các loại đối tượng và nhiệt độ hình vuông được ghi trong Bảng 1 cho tp. HCM và cho tp. Sóc Trăng.

3.2. Phân tích kết quả khảo sát khu vực nghiên cứu tp. HCM

3.2.1 Quan hệ giữa nhiệt độ đô thị Ts và tỷ lệ cây xanh (CX), không gian xanh (KGX) tp.HCM.

Dựa vào số liệu ở Bảng 1 chúng ta thiết lập mối quan hệ giữa T_s và CX, T_s và KGST như chỉ ra trên Hình 5.

Đồng thời chúng ta trích xuất 5 hàm quan hệ, trong đó hàm quan hệ logarit tự nhiên được lựa chọn vì có hệ số tương quan sau khi kiểm định có độ tin cậy trên 99% và có hệ số tương quan R chỉ chênh so với hệ số tương quan của phương trình bậc hai không vượt quá 3%.

Hàm quan hệ giữa T_s với CX và KGST có dạng:

Ts = -1.551*ln (CX) + 40.637 với $R^2 = 0.7079$ (3.1a)

Ts = -1.451*ln (KGST) + 40.925 với $R^2 = 0.8907$ (3.1b)

Dấu (-) trong hàm (3.1) phản ánh sự giảm nhiệt của CX và KGST. Hai phương trình (3.1) còn cho thấy ở cùng tỷ lệ tác động giảm nhiệt (làm mát) đô thị của CX tốt hơn một chút so với KGST (= CX+NM).

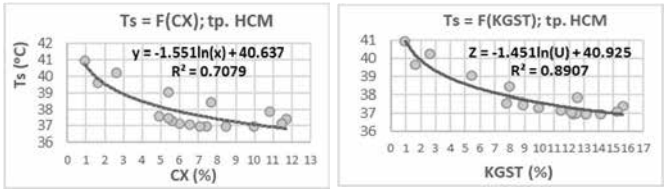
Bảng 1: *Tỷ lệ (%) đối tượng CX, KGST, và nhiệt độ Ts trung bình tp. HCM và tp.ST*

a.Khu vực **tp. HCM**				b. Khu vực **tp. Sóc Trăng**		
STT (i)	**CX**(*) **(%)**	**KGST**(*) **(%)**	**Nhiệt độ Ts (°C)**	**CX**(*) **(%)**	**KGST**(*) **(%)**	**Nhiệt độ Ts (°C)**
1	0.92308	0.92308	40.9565	-	39.5604	31.738
2	2.61905	2.61905	40.2446	-	58.9816	31.5332
3	1.64251	1.64251	39.6406	-	61.9792	31.4749
4	5.42088	5.42088	39.0737	32.8276	53.6552	31.7546
…	…	…	…	…	…	…
13	6.54796	12.1578	37.06	19.0928	25.563	32.8301
14	5.99096	11.4125	37.1478	20.3505	26.9455	32.8138
15	5.61628	9.9163	37.3112	-	-	-
16	5.41183	8.90936	37.445	-	-	-
17	4.92558	7.77186	37.5693	-	-	-

(*): *CX- cây xanh; KGST = (cây xanh (CX)+ mặt nước (MN)).*

Bảng 2. Mô phỏng mối quan hệ hàm giữa Ts(°C) và CX(%), tp. HCM.

CX (%)				**HRE =**	**CX (%)**				**HRE =**
stt(i)	%	**Ts**	**ΔTs**	$[1-(\frac{\Delta Ts}{\Delta Ts_{max}})]\%$	stt(i)	%	**Ts,cx**	**ΔTs,cx**	$[1-(\frac{\Delta Ts}{\Delta Ts_{max}})]\%$
1	1	40.925	0		***13***	**50**	35.253	-6.068	**15.1**
2	1.5	40.337	-0.588	91.2	***14***	55	35.114	-6.215	13
3	3	39.332	-1.593	76.2	***15***	60	34.988	-6.350	11.1
4	5	38.591	-2.334	65	***16***	**65**	34.872	-6.474	**9.4**
5	**10**	**37.586**	-3.339	**50**	***17***	70	34.765	-6.589	7.8
6	15	36.998	-3.927	41.2	***18***	75	34.665	-6.696	6.2
7	20	36.581	-4.344	35	***19***	**80**	34.571	-6.797	**4.8**
8	**25**	36.258	-4.667	**30.1**	***20***	85	34.483	-6.891	3.5
9	30	35.993	-4.932	26.3	***21***	90	34.400	-6.979	2.3
10	35	35.770	-5.155	22.8	***22***	95	34.322	-7.063	1.1
11	**40**	35.576	-5.349	**19.9**	***23***	100	34.248	**-7.143**	0
12	45	35.405	-5.52	17.3					



Hình 5: Xác lập mối quan hệ thực nghiệm giữa Ts với CX và KGST, tp. HCM.

Mô phỏng chi tiết mối quan hệ (3.1a) làm mẫu giữa T_s (°C) và CX (%), chúng ta có Bảng 2 với các nhận xét sau đây:

1/ Cường độ làm mát (giảm) nhiệt đô thị nhanh và mạnh do ảnh hưởng của thảm thực vật CX nằm trong khoảng tỷ lệ cây xanh chiếm tỷ lệ nhỏ hơn 10% so với diện tích đô thị (DT_đt) do chỉ số hiệu quả giảm nhiệt HRE mạnh (lớn) nhất. Thực tế chúng ta nhận mối quan hệ:

(DT_cx) = (3% ÷ 10%)*(DT_đt) (3.1c)

Đây là đoạn đường cong có độ võng lớn nhất. Chúng ta có thể thấy như sau:

- Khi tỷ lệ CX đạt tới 10% thì HRE bằng 50%. Tỷ lệ CX=10% được coi là ngưỡng cận dưới (tối thiểu) khi quy hoạch đô thị sinh thái nhằm tiết kiệm đất đô thị (do một lý do bắt buộc không mong muốn).

- Khi tỷ lệ CX tăng dần lên thì chỉ số HRE giảm dần về xu thế hàm đường thẳng; cụ thể: Khi tỷ lệ CX = 40%, chỉ số hiệu quả giảm nhiệt chỉ bằng 20%. Và từ tỷ lệ CX= 40 tăng dần lên thì xu thế hiệu quả giảm nhiệt HRE dần dần nhỏ đi, biến thiên theo hàm đường thẳng.

- Nếu chỉ số giảm nhiệt HRE cần đạt tới 0,3°C đòi hỏi tỷ lệ cây xanh CX cần đạt tới 30%. Nếu chỉ số gia tăng giảm nhiệt δT_s cần đạt tới 0,2°C đòi hỏi tỷ lệ cây xanh CX cần đạt tới 50%.

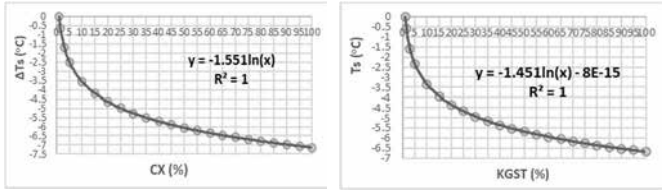
- Khi tỷ lệ CX tiếp tục tăng đến 65%, chỉ số hiệu quả giảm nhiệt HRE chỉ còn 9,4% (< 10%).

Điều này cho thấy khi tỷ lệ CX vượt quá 65% là không cần thiết vì hiệu quả giảm nhiệt không có ý nghĩa thực tiễn, thậm chí làm lãng phí tài nguyên đất. CX = 65% được coi là ngưỡng cận trên (tối đa) khi sử dụng tài nguyên đất trong quy hoạch đô thị.

Bằng cách tương tự, chúng ta mô phỏng cho mối quan hệ giữa Ts và không gian xanh KGX=(CX+NM) chúng ta cũng có kết luận tương tự.

Từ Bảng 2, đồ thị mô phỏng giữa **ΔTs** với **CX** và **KGST** như thể hiện trên hình Hình 6

■Ngày nhận bài: 22/02/2021 ■Ngày sửa bài: 26/03/2021 ■Ngày chấp nhận đăng: 12/04/2021



ΔTs = f(CX) **ΔTs = F(KGST)**

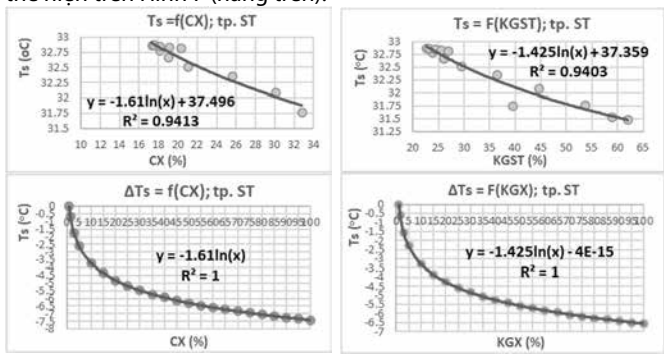
Hình 6. *Đồ thị mô phỏng quan hệ Δ Ts phụ thuộc vào CX (%) và KGST (%), tp.HCM.*

Hiệu ứng giảm nhiệt **ΔTs** phụ thuộc vào CX và KGST cho tp. HCM có dạng:

ΔTs,cx = -1.551*ln(CX) và **ΔTs,kgst = -1.451*ln(KGST)** (3.2)

3.3. Phân tích kết quả khảo sát khu vực nghiên cứu tp. Sóc Trăng

Tương tự như khảo sát cho khu vực nghiên cứu thuộc tp. HCM, chúng ta tiếp tục khảo sát cho khu vực tp. Sóc Trăng. Từ bảng 3.1 chúng ta có cặp đồ thị tương ứng cho CX và KGST của tp. Sóc Trăng thể hiện trên Hình 7 (hàng trên).



Hình 7: Xác lập mối quan hệ thực nghiệm giữa Ts với CX và KGST (hàng trên) và đồ thị mô phỏng hàm quan hệ tương ứng (hàng dưới); tp Sóc trăng.

Bảng 3. Mô phỏng mối quan hệ hàm giữa Ts(°C) và KGST(%), tp. Sóc Trăng

KGST (%)		Ts,kgst	ΔTs,kgst	HRE = [1- ($\frac{\Delta Ts}{\Delta Ts_{max}}$)]%	KGST (%)		Ts,kgst	ΔTs,kgst	HRE = [1- ($\frac{\Delta Ts}{\Delta Ts_{max}}$)]%
stt(i)	%				Stt(i)	%			
1	1	37.359	0		*13*	50	31.7844	-5.672	**15.1**
2	1.5	36.7812	-0.5778	91.2	*14*	55	31.6486	-5.811	13
3	3	35.7935	-1.5655	76.2	*15*	60	31.5246	-5.937	11.1
4	5	35.0656	-2.2934	65.1	*16*	**65**	31.4105	-6.053	**9.4**
5	**10**	**34.0778**	**-3.2812**	**50**	*17*	70	31.3049	-6.16	7.8
6	15	33.5	-3.859	41.2	*18*	75	31.2066	-6.26	6.2
7	20	33.0901	-4.2689	35	*19*	**80**	31.1146	-6.354	**4.8**
8	25	32.7721	-4.5869	30.1	*20*	85	31.0282	-6.442	3.5
9	30	32.5123	-4.8467	26.2	*21*	90	30.9468	-6.525	2.3
10	35	32.2926	-5.0664	22.8	*22*	95	30.8697	-6.603	1.1
11	**40**	32.1023	-5.2567	**19.9**	*23*	100	30.7966	**-6.677**	0
12	45	31.9345	-5.4245	17.3					

Cặp hàm quan hệ giữa Ts với CX và KGST cho tp. Sóc Trăng có dạng (**Hình 3.3**, hàng trên):

Ts,cx = -1.61*ln(CX) + 37.496; R^2 = 0.9413. (3.3a)

Ts,kgst = -1.425*ln(KGST) + 37.359; R^2 = 0.9403. (3.3b)

Mô phỏng chi tiết mối quan hệ (3.3b) làm ví dụ cho tp Sóc Trăng được thể hiện trong Bảng 3.

Đồ thị mô phỏng về hiệu số giảm nhiệt giữa ΔTs với KGST và CX thể hiện trên hình 7 (hàng dưới). Cặp hàm hiệu ứng giảm nhiệt ΔTs phụ thuộc vào CX và KGST cho tp. Sóc Trăng (ST) có dạng:

$\Delta T_{s,\,cx}$ = -1.61*ln(CX) và **$\Delta T_{s,\,kgst}$ = -1.425*ln(KGST)** (3.3c)

Từ Bảng 3 ta cũng có các nhận xét tương tự về tác động giảm nhiệt của CX, KGST ở tp. Sóc Trăng tương tự như ở tp. HCM. Khi so sánh hàm giảm nhiệt (làm mát) đô thị của hai vùng thành phố chúng ta có nhận thấy:

-Hàm mô tả quy luật về tác động giảm nhiệt của CX và KGST là hàm phi tuyến. Trong nghiên cứu này thì trên 2 khu vực tp. HCM và Sóc Trăng là hàm logarit tự nhiên.

-Tham số *a* đứng bên cạnh hàm ln(x) có sự chênh lệch nhỏ (0,059 cho CX và 0,026 cho KGST); trong khi đó tham số *b* giữa hai thành phố có sự chênh lớn (3,14°C cho CX và 3,57°C cho KGST). Giá trị *b* phản ánh trị trung bình nhiệt độ Ts của mỗi khu vực khác nhau về cảnh quan sinh thái, mật độ xây dựng, quy mô xây dựng, vv.

KẾT LUẬN

Bằng việc sử dụng dữ liệu ảnh vệ tinh kết hợp với dữ liệu quan trắc thực địa, kết quả thực nghiệm đã chứng minh cơ sở khoa học về sự tác động của KGST tới giảm nhiệt độ các khu vực đô thị. Khu đô thị sinh thái, theo đúng nghĩa của nó, trước hết hai yếu tố cây xanh (CX) và nước mặt (NM) là hai yếu tố tiên quyết cần được thiết kế có tỷ lệ phù hợp, nhằm hai mục tiêu: i/ giảm nhiệt đô thị trước xu thế nhiệt độ toàn cầu tăng lên do biến đổi khí hậu, BĐKH. ii/ Nâng cao hiệu suất sử dụng, tránh lãng phí tài nguyên đất xây dựng khu đô thị sinh thái. Kết quả nghiên cứu đã đưa ra định lượng cận trên (65%) và cận dưới 10% về tỷ lệ không gian sinh thái KGST (= CX+NM) để đạt được hai mục tiêu đề ra.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2019). World Population Prospects 2019: Highlights (ST/ESA/SER.A/423). eISBN: 978-92-1-004235-2.

[2]. Tổng cục Thống kê, Báo cáo sơ bộ Tổng điều tra Dân số và nhà ở 2019.

[3]. Carpenter, K. and Kissock, K., "Energy Efficient Process Heating: Insulation and Thermal Mass," SAE Technical Paper 2006-01-0835, 2006, https://doi.org/10.4271/2006-01-0835.

[4]. Luong C. K, (2007), "Mathematical model for bundle block adjustment of HRS images described by Keplerian parameters with orbital constraints". Polish Academy of Sciences Committee for Geodesy, Volum 56, No 1, 2007.

[5]. Luong C. K, (2007), "Dynamic sensor model of HRS Geo-images using parallel projection theory". Polish Academy of Sciences Committee for Geodesy, Volum 56, No 2, 2007.

[6]. Jiménez-Muñoz JC, Sobrino JA (2008): Split-window coefficients for land surface temperature retrieval from low-resolution thermal infrared sensors. IEEE Geosci. Remote Sens. Lett. 5:806–809.

[7]. Kleespies, T. J., and L. M. McMillin. (1990). "Retrieval of Precipitable Water from Observations in the Split Window Over Varying Surface Temperatures." Journal of Applied Meteorology 29: 851–862. doi:10.1175/1520-0450(1990)0292.0.CO;2.

[8]. Krysicki W., Bartos J., Dyczka W., Krolikowska K., Wasilewski M. (1999). Rachunek Prawdopodobienstwa i sta tystyka matematyczna w zadaniach, czesc II, Wydawnictwa naukowe PWN.

[9]. Wan Z, Dozier J. (1996). A generalized split-window algorithm for retrieving land-surface temperature from space. IEEE Trans. Geosci. Remote Sens. 34:892–905.