



ĐÁNH GIÁ SỰ BIẾN ĐỘNG CẤU TRÚC KHÔNG GIAN XANH Ở THÀNH PHỐ HUẾ GIAI ĐOẠN 2001 - 2016

Nguyễn Bắc Giang^{1*}, Hà Văn Hành¹, Đỗ Thị Việt Hương¹, Phạm Văn Cự²

¹ Trường Đại học Khoa học Huế, Đại học Huế

² Trường Đại học Khoa học tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội

Tóm tắt: Nghiên cứu đã sử dụng viễn thám, GIS và các chỉ số trắc lượng cảnh quan trong phân tích biến động cấu trúc không gian xanh (KGX) của thành phố Huế giai đoạn 2001-2016. Ảnh viễn thám Landsat đa thời gian được sử dụng để chiết xuất các loại hình không gian xanh: đất nông nghiệp, cây xanh chuyên biệt, mặt nước, công viên, dải cây xanh và đất rừng các năm 2001, 2005, 2010 và 2016 theo phương pháp định hướng đối tượng với độ chính xác tổng thể đều trên 80% và hệ số Kappa các năm đều ở mức trên 0,78. Các chỉ số trắc lượng cảnh quan ở cấp độ cảnh quan và cấp độ lớp phủ (CA, NP, PD, PLAND, TE, ED AREA_CV, LPI, AWMPFD, LSI, PROX_MN, IJI, CONTAG, SHDI, SHEI) được sử dụng để lượng hóa đặc điểm cấu trúc cảnh quan cho các loại hình không gian xanh. Kết quả cho thấy trong các loại hình KGX thì cây xanh chuyên biệt chiếm chủ yếu trong cảnh quan đô thị Huế (50%). Trong vòng 16 năm, các chỉ số trắc lượng cảnh quan có sự thay đổi phức tạp, thể hiện qua các loại hình KGX ngày càng bị thu hẹp, phân tán và chia nhỏ do sự phát triển nhanh chóng của quá trình đô thị hóa. Cụ thể số lượng khoanh vi cảnh quan giảm từ 215 năm 2001 xuống còn 129 mảng năm 2016. Kết quả nghiên cứu là cơ sở phục vụ quy hoạch phát triển KGX hướng đến sự phát triển bền vững đô thị Huế.

Từ khóa: cấu trúc cảnh quan, chỉ số trắc lượng cảnh quan, không gian xanh, thành phố Huế, Landsat

1 Mở đầu

Không gian xanh (KGX) đóng vai trò quan trọng trong sự phát triển bền vững của đô thị thông qua cung cấp các chức năng và không gian cho dịch vụ hệ sinh thái. Nhiều công trình nghiên cứu đã chỉ ra các giá trị của KGX trong việc cung cấp dịch vụ môi trường (giảm ô nhiễm môi trường không khí, nước, giảm sự tăng nhiệt độ và điều hòa vi khí hậu đô thị); duy trì và bảo tồn hệ sinh thái; chức năng tâm lý (giảm sự căng thẳng, cung cấp cảm giác yên bình) cũng như lợi ích xã hội (cung cấp nơi thư giãn, gặp gỡ, nghỉ ngơi cho người dân). Tuy nhiên, trong xu thế đô thị hóa trên toàn cầu, trong đó một biểu hiện rõ rệt là sự chuyển đổi mục đích sử dụng đất/lớp phủ bề mặt một mặt đã thúc đẩy phát triển kinh tế - xã hội, mặt khác chính sự chuyển đổi đó đã làm thay đổi cấu trúc không gian sử dụng đất/lớp phủ bề mặt, phân mảnh cảnh quan đô thị cũng như suy giảm tính kết nối các mảng xanh trong đô thị. Sự phân mảnh

* Corresponding: ngbgiang@hueuni.edu.vn

2 Dữ liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1 Dữ liệu

Dữ liệu sử dụng trong nghiên cứu bao gồm ảnh viễn thám Landsat đa thời gian với độ phân giải không gian 30 m x 30 m được tải miễn phí từ trang web (<http://earthexplorer.usgs.gov>) của Cục Khảo sát Địa chất Hoa Kỳ (USGS) (Bảng 1). Hầu hết các cảnh lựa chọn đều có độ che phủ mây < 10% và đảm bảo cho công tác giải đoán ảnh. Các ảnh viễn thám được nắn chỉnh hình học, tham chiếu về cùng hệ tọa độ VN2000 và cắt theo ranh giới hành chính dựa trên cơ sở dữ liệu GIS nền địa hình thành phố Huế tỷ lệ 1:10000.

Bảng 1. Thông tin về dữ liệu ảnh viễn thám sử dụng phân tích

TT	Vệ tinh Landsat	Mã ảnh	Thời điểm thu nhận	Độ che phủ mây (%)
1	Landsat 7 ETM+ SLC on	LE71250492001153SGS00	02/06/2001, 10:02:22	2,1
2	Landsat 7 ETM+ SLC off	LE71250492005100EDC00	10/04/2005, 10:04:51	7,0
3	Landsat 7 ETM+ SLC off	LE71250492010226SGS00	14/08/2010, 10:04:51	4,2
4	Landsat 8 OLI&TIRS	LC81250492016171LGN00	03/07/2016, 10:12:22	1,2

2.2 Phương pháp nghiên cứu

- *Phương pháp khảo sát thực địa:* Đề tài đã tiến hành khảo sát 150 điểm mẫu giải đoán, chụp ảnh và định vị GPS trên toàn bộ khu vực phục vụ cho quá trình kiểm chứng kết quả giải đoán ảnh viễn thám.

- *Phương pháp viễn thám và GIS:* Trong đó, giải đoán ảnh viễn thám với phân loại định hướng đối tượng được sử dụng để phân loại ảnh viễn thám, bao gồm hai giai đoạn chính là phân mảnh ảnh và phân loại ảnh dựa trên bộ quy tắc được tính toán từ các chỉ số: Thuật toán và giá trị ngưỡng phân loại. Phân mảnh ảnh dựa vào các thông số như kích thước, độ đồng nhất, độ chặt, màu sắc, hình dạng. Ảnh sau khi phân mảnh được phân loại theo phương pháp phân loại mờ dựa trên chức năng kỹ thuật các thành phần, trong đó phân loại chọn mẫu được chọn để áp dụng trong nghiên cứu này [7]. Giai đoạn phân mảnh ảnh được hỗ trợ bởi phần mềm eCognition. Hệ thống phân loại lớp phủ trên ảnh giải đoán được xác định dựa trên xem xét tính khả thi trong khai thác dữ liệu Landsat và giá trị sử dụng cho phân tích cấu trúc KGX bao gồm 8 loại: đất nông nghiệp, đất công trình, cây xanh chuyên biệt, đất trống, mặt nước, công viên, dải cây xanh, đất rừng. Trong đó, có 6 loại hình lớp phủ KGX sử dụng cho phân tích biến động cấu trúc là: Đất nông nghiệp, cây xanh chuyên biệt, mặt nước, công viên, dải cây xanh, đất rừng. Công tác tiền xử lý ảnh và sau phân loại ảnh được thực hiện trên phần mềm ArcGIS. Việc

đánh giá độ chính xác phân loại ảnh dựa trên phân tích 2 chỉ tiêu là độ chính xác tổng thể (Overall Accuracy) và chỉ số thống kê Kappa (κ). Giá trị hệ số Kappa thường nằm giữa 0 và 1, trong đó $k \geq 0,8$ là có độ chính xác cao, $0,4 \leq k \leq 0,8$ là có độ chính xác trung bình và $k \leq 0,4$ là độ chính xác thấp [8].

- *Phương pháp lượng hóa các chỉ số trắc lượng cảnh quan*: Dựa trên phân tích các hiệu quả các chỉ số TLCQ trong nghiên cứu tác động của mở rộng đô thị đến cấu trúc KGX của một số công trình đi trước [5, 9], nhóm các chỉ số TLCQ được lựa chọn được tính toán cho cấp độ cảnh quan (landscape) và cấp độ lớp phủ (class) đối với 1 số loại hình KGX bao gồm: Lớp độ đo kích thước, mật độ: NP, PD, ED, AREA_CV, LPI, CA; Lớp độ đo hình dạng: AWMPFE, LSI; Lớp độ đo cách ly, lân cận: PROX_MN; Lớp độ đo lan truyền, rải rác: IJI, CONTAG, TE và lớp độ đo phi không gian: SHDI, SHEI (Bảng 2). Các chỉ số này được tính toán dựa trên phần mềm FRAFSTATS 3.3 [10].

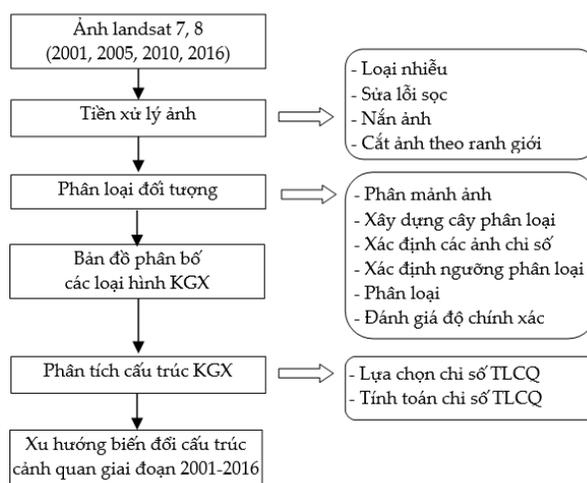
- *Phương pháp phân ngưỡng mức độ biến đổi cấu trúc KGX*: Từ 14 chỉ số trắc lượng cảnh quan tính toán, 11 chỉ số có ngưỡng giá trị xác định và có tác động lớn đến cảnh quan đô thị được lựa chọn phân tích và phân ngưỡng mức độ biến động qua thời gian làm cơ sở cho việc đề xuất một số kiến nghị trong quá trình quy hoạch và phát triển của thành phố. Các chỉ số được đánh giá theo thang 4 bậc tương ứng với các mức: thấp, trung bình, khá cao, cao và được phân cấp theo khoảng cách đều.

Bảng 2. Các chỉ số trắc lượng cảnh quan (TLCQ) [10]

Chỉ số	Ý nghĩa	Đơn vị
CA (Diện tích cảnh quan)	Mô tả mức độ phát triển các kiểu lớp phủ	ha
NP (Số khoanh vi cảnh quan)	Thể hiện mức độ phân chia cảnh quan thành các khoanh vi khác nhau (mức phân mảnh)	#
PD (Mật độ khoanh vi cảnh quan)	Cho biết số lượng khoanh vi cảnh quan trong toàn bộ cảnh quan, xem xét mức độ phân mảnh trong cảnh quan	1/ha
PLAND (Tỷ lệ lớp cảnh quan)	Thể hiện tỷ lệ của khoanh vi cảnh quan so với toàn bộ cảnh	%
TE (Tổng chiều dài các cạnh của cảnh quan)	Tổng chiều dài tất cả các cạnh của cảnh quan	m
ED (Mật độ đường biên)	Mức độ phân mảnh lớn trong cảnh quan	m/ha
AREA_CV (Hệ số biến đổi kích thước khoanh vi)	Phản ánh sự phân mảnh của cảnh quan	#

Chỉ số	Ý nghĩa	Đơn vị
LPI (Phần trăm của mảnh lớn nhất)	Phần trăm của mảnh lớn nhất trên cảnh quan. LPI = 100 khi cảnh quan được tạo bởi 1 mảnh đất duy nhất.	%
AWMPFD (Mức độ phức tạp hình dạng của mảnh)	Chỉ số đo đặc mức độ phức tạp hình dạng của mảnh. Các mảnh có kích thước lớn có xu hướng phức tạp hơn các mảnh nhỏ	#
LSI (Tỷ lệ của chu vi cảnh quan)	Tỷ lệ của chu vi cảnh quan trên tổng diện tích cảnh quan. LSI tăng khi số cạnh của mảnh tăng hay sự phức tạp về hình dạng của mảnh tăng.	ha
PROX_MN (Chỉ số lân cận)	Mức độ phân mảnh của cảnh quan	#
IJI (Mức độ tách biệt và liền kề)	Chỉ số đo đặc mức độ tách biệt và liền kề của các mảnh. IJI tăng khi các mảnh được đặt cạnh nhau hay mức độ liền kề tăng.	%
CONTAG (Chỉ số lan truyền)	Mức độ lan truyền tối đa đối với một số loại khoanh vi nhất định (lớp phủ), xem xét cảnh quan sẽ mở rộng như thế nào theo cách co cụm hay hợp nhóm	%
SHDI (Chỉ số đa dạng)	Mức độ đa dạng của cảnh quan	#
SHEI (Chỉ số đều Shannon)	Mức độ phân bố đều của cảnh quan	#

Quy trình nghiên cứu được thực hiện theo các bước như sau:



Hình 2. Quy trình nghiên cứu biến động cấu trúc KGX thành phố Huế giai đoạn 2001-2016.

3 Kết quả và thảo luận

3.1 Sự phân bố các các loại hình không gian xanh qua các năm

Dựa trên cơ sở hệ thống phân loại KGX xác định, các tham số cho phân mảnh ảnh được kiểm tra và chạy thử nhiều lần, kết quả đã phân mảnh các ảnh năm 2001, 2005, 2010 và 2016 theo hai cấp độ tương ứng như ở bảng 3. Nghiên cứu đã sử dụng các ảnh chỉ số như chỉ số nước bề mặt (Land surface water index - LSWI), chỉ số đất đô thị (Urban index -UI), Chỉ số khác biệt thực vật chuẩn hóa (Normalized Difference Vegetation Index - NDVI), và các giá trị trung bình các kênh phổ (Mean layer), khác biệt lớn nhất giữa các kênh ảnh (Maximum difference between bands) để phân ngưỡng các đối tượng lớp phủ bề mặt.

Bảng 3. Các cấp độ phân mảnh trên ảnh Landsat các năm 2001, 2005, 2010 và 2016

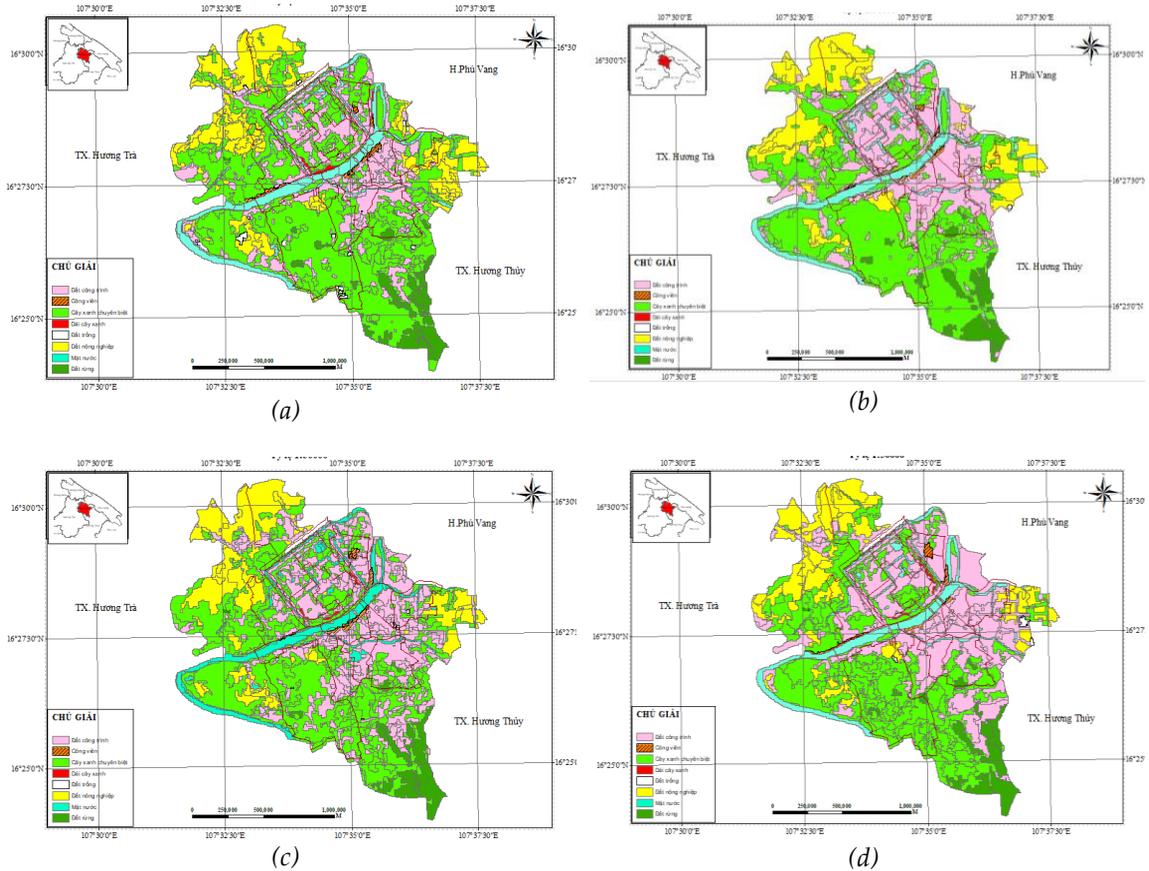
Mức độ phân mảnh	Thông số	2001	2005	2010	2016
Cấp độ 1	Tỷ lệ (scale)	10	10	10	50
	Hình dạng (shape)	0,3	0,3	0,2	0,9
	Độ chặt (compactness)	0,5	0,5	0,5	0,5
Cấp độ 2	Khác biệt quang phổ (Spectral difference)	5	5	5	5

Kết quả đánh giá độ chính xác phân loại ảnh các năm cho thấy độ chính xác tổng thể các năm đều trên 80% và hệ số Kappa các năm đều ở mức trên trung bình đến cao cho thấy có độ tin cậy cao và có thể đưa vào các phép phân tích cấu trúc cảnh quan tiếp theo (bảng 4).

Bảng 4. Hệ số Kappa và độ chính xác phân loại tổng thể phân loại ảnh

Năm	Độ chính xác phân loại tổng thể (Overall classification accuracy)	Hệ số Kappa tổng thể
2001	84,66%	0,81
2005	83,33%	0,80
2010	82,00%	0,78
2016	85,33%	0,82

Diện tích và cơ cấu các loại hình KGX ở thành phố Huế qua các năm 2001, 2005, 2010 và 2016 được thể hiện ở hình 3 và bảng 4.



Hình 3. Bản đồ phân bố các loại hình KGX ở thành phố Huế qua các năm (a) 2001 (b) 2005 (c) 2010 (d) 2016.

Bảng 5. Diện tích và tỷ lệ các loại hình lớp phủ đô thị Huế các năm 2001, 2005, 2010 và 2016

Lớp phủ	Năm 2001		Năm 2005		Năm 2010		Năm 2016	
	Diện tích (ha)	%	Diện tích (ha)	%	Diện tích (ha)	%	Diện tích (ha)	%
Đất nông nghiệp	1235,43	17,34	1199,52	16,64	1125,27	15,80	1087,47	15,27
Đất công trình	1302,57	18,29	1899,7	26,35	2051,91	28,81	2298,92	32,27
Cây xanh chuyên biệt	3624,21	50,88	3148,88	43,68	3026,97	42,50	2823,84	39,64
Đất trống	40,77	0,57	10,53	0,15	4,41	0,06	13,86	0,19
Mặt nước	506,43	7,11	568,35	7,88	517,86	7,27	489,74	6,88

Lớp phủ	Năm 2001		Năm 2005		Năm 2010		Năm 2016	
	Diện tích (ha)	%	Diện tích (ha)	%	Diện tích (ha)	%	Diện tích (ha)	%
Công viên	46,44	0,65	35,43	0,49	47,52	0,67	54,18	0,76
Dải cây xanh	21,15	0,30	14,85	0,21	15,66	0,22	15,66	0,22
Đất rừng	346,23	4,86	331,83	4,60	333,45	4,68	339,57	4,77
Tổng	7123,23	100,00	7209,09	100,00	7123,05	100,00	7123,24	100,00

Qua bảng 5 cho thấy, diện tích cây xanh chuyên biệt trong khu vực nghiên cứu khá cao, tập trung chủ yếu ở khu vực phía Tây, Tây Bắc gồm các phường Thủy Biều, Thủy Xuân, An Tây, Hương Long. Diện tích cây xanh chuyên biệt có diện tích cao nhất là 3624,21 ha (năm 2001) và thấp nhất là vào năm 2016 với diện tích là 2823,84 ha (giảm 11,24 % so với năm 2001). Diện tích đất nông nghiệp có xu hướng giảm, từ 1235,43 ha (năm 2001) xuống còn 1087,47 ha (năm 2016) (giảm 2,07 %), loại hình này nằm chủ yếu ở phường An Hòa, Hương Sơ, Xuân Phú và An Đông. Mặt nước phân bố rải rác khắp thành phố, kể cả vùng nội thành, tuy nhiên mặt nước lại có xu hướng tập trung ở trung tâm và phía bắc của thành phố. Loại hình đất rừng tập trung về phía Nam thành phố trên địa bàn phường An Tây. Diện tích công viên tăng lên hằng năm, tập trung nhiều ở trung tâm thành phố thuộc các phường Thuận Hòa, Vĩnh Ninh.

3.2 Biến động cấu trúc không gian xanh thành phố Huế giai đoạn 2001 - 2016

Các chỉ số trắc lượng cảnh quan ở cấp cảnh quan

Các chỉ số trắc lượng cảnh quan ở cấp độ cảnh quan được tính toán cho 14 chỉ số qua các năm, 2001, 2005, 2010, 2016 và sự biến động tăng giảm của từng chỉ số được tính toán cho từng giai đoạn 2001 - 2005, 2005 - 2010, 2010 - 2016 và 2001 - 2016 (bảng 6).

Bảng 6. Biến động các chỉ số TLCQ ở cấp độ cảnh quan thành phố Huế giai đoạn 2001 - 2016

TT	Chỉ số	Năm				Sự biến động qua các thời kỳ			
		2001	2005	2010	2016	2001-2005	2005-2010	2010-2016	2001-2016
CÁC ĐỘ ĐO KHÔNG GIAN									
Lớp độ đo kích thước/mật độ/biên									
1	NP	210	172	203	119	-38	31	-84	-91
2	PD	2,95	2,41	2,85	1,67	-0,53	0,44	-1,18	-1,28
3	ED	57,03	48,52	57,70	48,95	-8,51	9,18	-8,75	-8,08
4	AREA_C V	474,54	432,27	446,28	421,46	-42,27	14,01	-24,82	-53,08

TT	Chỉ số	Năm				Sự biến động qua các thời kỳ			
		2001	2005	2010	2016	2001-2005	2005-2010	2010-2016	2001-2016
5	LPI	28,05	27,57	23,31	24,31	-0,48	-4,26	1,00	-3,74
6	CA	7123,1 4	7123,0 5	7123,0 5	7123,2 3	-0,09	0,00	0,18	0,09
Lớp độ đo hình dạng									
7	AWMPF D	782,51	810,21	740,94	1035,6 1	27,70	-69,27	294,67	253,10
8	LSI	14,00	12,62	14,70	12,85	-1,39	2,08	-1,85	-1,15
Lớp độ đo cách ly/ lân cận									
9	PROX_M N	829,05	835,25	830,80	837,96	6,20	-4,45	7,16	8,92
Lớp độ đo lan truyền/rải rác									
10	IJI	57,22	56,57	51,81	60,16	-0,66	-4,75	8,35	2,94
11	CONTAG	57,94	57,99	57,02	57,54	0,05	-0,96	0,51	-0,41
12	TE	403710	345465	410805	26,353 1	-58245	65340	-62280	-55185
CÁC ĐỘ ĐO PHI KHÔNG GIAN									
13	SHDI	1,372	1,406	1,399	1,411	0,034	-0,007	0,012	0,039
14	SHEI	0,660	0,676	0,673	0,678	0,017	-0,003	0,006	0,019

Các độ đo không gian

- *Lớp độ đo kích thước/mật độ/biên*: Số lượng khoanh vi (NP), mật độ khoanh vi (PD) và mật độ đường biên (ED) có xu hướng giảm trong vòng gần 16 năm (2001 - 2016). So với thời kỳ đầu năm 2001, các chỉ số này đến năm 2016 đã giảm 0,6 lần. Trong đó, chỉ số NP chỉ ở mức từ 201 khoanh vi năm 2001, đến năm 2010 đã giảm còn 172 khoanh vi và sau đó giảm chậm xuống còn 119 khoanh vi năm 2016. Sự biến động của các chỉ số này cũng cho thấy sự khác nhau trong từng thời kỳ phát triển của đô thị. Trong 5 năm đầu giai đoạn 2001 - 2016, các chỉ số NP, PD, và ED đều chỉ gia tăng lần lượt tương ứng chỉ gấp khoảng 1,18 lần, nhưng 6 năm sau (giai đoạn 2010 - 2016) các chỉ số này đã giảm 0,58 lần, điều này cho thấy tốc độ đô thị hóa đang diễn ra tuy nhiên với tốc độ chậm. Tương tự chỉ số khoanh vi lớn nhất (LPI) cho thấy xu hướng giảm trong vòng 16 năm. Chỉ số hệ số biến đổi kích thước khoanh vi (AREA_CV) được xem xét để phân tích sự biến đổi hình thái đô thị, chỉ ra tính bất đồng nhất của cảnh quan. Qua gần 16 năm, chỉ số AREA_CV đã có sự tăng và giảm theo từng giai đoạn nhưng nhìn chung là giảm trong giai đoạn 2001 - 2016. Thông thường, chỉ số này càng cao cho thấy cảnh quan sẽ càng bất đồng nhất và chứa nhiều khoanh vi có kích thước nhỏ, manh mún. Tuy nhiên trong trường hợp của đô thị Huế chỉ số này gia tăng trong giai đoạn 2005 - 2010 và giảm dần trong giai đoạn tiếp theo.

- *Lớp độ đo hình dạng*: Kết quả tính toán cho thấy chỉ số hình dạng cảnh quan (LSI) có xu hướng ít gia tăng từ năm 2001 đến 2016

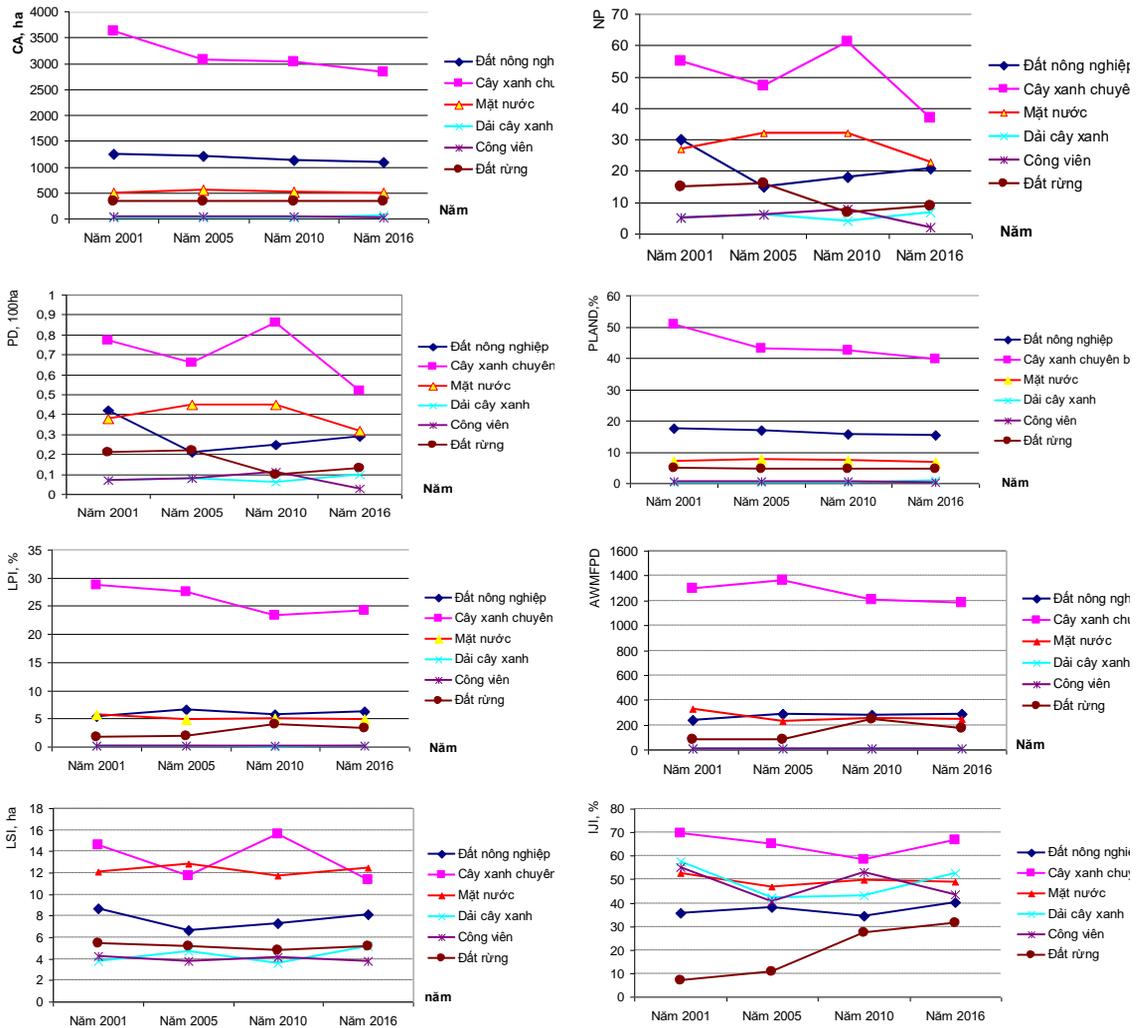
- *Lớp độ đo lan truyền/rải rác*: Chỉ số rải rác là liên kề (IJI) và chỉ số lan truyền (CONTAG) được tính toán để xem xét mức độ lan truyền/ rải rác của các khoanh vi trong cảnh quan. Qua gần 16 năm (2001 - 2016), chỉ số IJI tăng từ 57,22% lên 60,16% trong khi chỉ số CONTAG giảm không đáng kể. Như vậy chỉ số IJI tăng cho thấy cho thấy các khoanh vi thuộc các kiểu cảnh quan phát triển theo xu hướng tách biệt, không xen kẽ nhau trong cảnh quan.

Các độ đo phi không gian: Các độ đo phi không gian được tính toán bao gồm các chỉ số đa dạng Shannon Weaver (SHDI) và chỉ số đều Shannon (SHEI). Kết quả tính toán cho thấy chỉ số đa dạng Shannon Weaver SHDI và SHEI đều có sự gia tăng theo thời gian. Chỉ số SHDI tăng 0,04% từ năm 2001 (1,37%) đến năm 2016 (1,41%). Chỉ số SHEI có sự gia tăng tương đối nhẹ, chỉ 0,01% trong vòng gần 16 năm nhưng đạt mức trung bình 0,6%.

Các chỉ số trắc lượng cảnh quan ở cấp độ lớp phủ

Các chỉ số trắc lượng cảnh quan: NP, CA, PD, PLAND, LPI, AMWFPD, LSI, IJI được tính toán cho 6 loại hình KGX (đất nông nghiệp, cây xanh chuyên biệt, mặt nước, dải cây xanh, công viên, đất rừng) theo 4 thời điểm phát triển của thành phố và thể hiện xu thế biến động trên các đồ thị tương ứng ở hình 4

- *Về lớp, kích thước, mật độ và biên của lớp phủ*: Trong số 6 loại lớp phủ KGX, diện tích CA của cây xanh chuyên biệt chiếm chủ yếu trong cảnh quan (trên 50%). Giá trị CA của các đối tượng trong giai đoạn 2001-2016 đều có xu hướng giảm, chỉ có của mặt nước, công viên và dải cây xanh có tăng, nhưng không đáng kể. Loại hình KGX cây xanh chuyên biệt có kích thước khoanh vi LPI lớn nhất và đa số đều giảm không đều. Điều này cho thấy phần trăm diện tích mảnh cây xanh ngày càng bị giảm đi. Tỷ lệ các lớp cảnh quan (PLAND) của KGX (công viên, mặt nước, dải cây xanh), tăng ít, trong đó, mặt nước tăng 10%; công viên tăng 7% và dải cây xanh tăng 15%. Sự gia tăng phân mảnh chỉ số, như số lượng các khoanh (NP) và mật độ khoanh vi (PD), cho thấy cảnh quan phân mảnh cao làm giảm sự kết nối, sự cô lập lớn hơn và tỷ lệ phần trăm diện tích cạnh biên cao hơn trong các khoanh vi. Kết quả cho thấy NP, PD đều đang giảm xuống nhanh chóng. Điều này cho thấy quy mô mở rộng đô thị đang diễn ra mạnh mẽ và thành phố đang trở nên gọn hơn về mặt cấu trúc cảnh quan. Cụ thể, năm 2001 có 215 khoanh vi mảng xanh trong tổng 7123,23 ha và đến năm 2016 chỉ còn 129 khoanh vi cảnh quan trong tổng 7123,24 ha. So sánh trong vòng gần 16 năm, số lượng khoanh vi cảnh quan đã giảm đến 86 mảng. Tổng chiều dài cạnh (TE) và Mật độ đường biên (ED) của loại hình cây xanh chuyên biệt, đất nông nghiệp dao động đáng kể và có xu hướng giảm trong thời gian gần đây. Điều này phản ánh thực tế rằng kích thước, biên không gian đang có sự thay đổi.



Hình 4. Các chỉ số trắc lượng cảnh quan cấp độ lớp phủ các loại hình KGX của năm 2001, 2005, 2010 và 2016

- Về lớp độ đo về hình dạng của lớp phủ: Chỉ số LSI đang có xu hướng biến động mạnh, có nghĩa là chiều dài cạnh TE và hình dạng cảnh quan đô thị ngày càng thay đổi. Trong khi đó, mức độ tách biệt của cảnh quan lại đang tăng, các khoanh vi cảnh quan cũng tăng lên là cho các loại hình KGX ngày càng bị thu nhỏ và nhiều khi là bị cô lập với các đối tượng khác. Nguyên nhân là do KGX đang chịu sức ép từ các hoạt động của con người, mà điển hình là quá trình đô thị hóa. Chỉ số AWMFPD đất nông nghiệp tăng từ năm 2001 -2016 cho thấy hình dạng của các mảnh đất nông nghiệp ngày càng phức tạp. Giai đoạn từ 2001 - 2005, AWMFPD tăng chậm, nhưng tới giai đoạn 2010 - 2016 chỉ số này tăng rất nhanh cho thấy mức độ phức tạp của đất nông nghiệp ngày càng tăng mạnh hơn. Đối với loại hình cây xanh chuyên biệt, chỉ số AWMFPD cũng đang có xu hướng tăng trở lại giai đoạn 2010 – 2016. Sự thay đổi của các chỉ số

này cho thấy các mảnh đất nông nghiệp và mảnh cây xanh có xu hướng bị mất đi và ngày càng trở nên phức tạp hơn từ năm 2001 – 2016. Tuy nhiên sự phức tạp về hình dạng của các mảnh đất nông nghiệp trên toàn thành phố lại tăng lên nhanh, nhất là trong giai đoạn năm 2010 - 2016.

- Về lớp đo độ lan truyền và rời rạc của lớp phủ: Sự phân mảnh và mức độ tách biệt cảnh quan giảm trong giai đoạn 2001-2010 và có dấu hiệu tăng trở lại ở giai đoạn tiếp theo, điều này diễn tả mức độ cô lập của cảnh quan đang tăng lên vì khoảng cách giữa các mảng tăng lên và mức độ liên kết lại giảm xuống tức là các mảnh cảnh quan ngày càng bị tách rời nhau.

Đánh giá chung về sự biến đổi cấu trúc cảnh quan KGX ở thành phố Huế giai đoạn 2001 – 2016, có 3 chỉ số có sự biến động một cách đáng kể là PLAND, LPI và IJI. Phân cấp theo 4 bậc theo thang cấp đo chia khoảng đều 4 cấp: Thấp, Trung bình, Khá cao và cao cho thấy mức độ biến đổi cấu trúc cảnh quan KGX qua các thời kỳ (bảng 7).

Bảng 7. Biến động cấu trúc cảnh quan KGX thành phố Huế giai đoạn 2001-2016

Chỉ số	Chỉ số cho từng đối tượng phân tích	Phân cấp mức độ biến đổi cấu trúc cảnh quan KGX			
		2001	2005	2010	2016
1. PLAND	Mức độ thống trị lớp phủ đất rừng trong cảnh quan	4,83 (Thấp)	4,67 (Thấp)	4,68 (Thấp)	4,74 (Thấp)
	Mức độ thống trị lớp phủ đất nông nghiệp trong cảnh quan	17,41 (Thấp)	16,85 (Thấp)	15,80 (Thấp)	15,24 (Thấp)
	Mức độ thống trị lớp phủ cây xanh chuyên biệt trong cảnh quan	50,81 (Khá cao)	43,18 (TB)	42,56 (TB)	39,68 (TB)
2. LPI	Mức độ phân mảnh của toàn bộ cảnh quan	28,08 (Khá cao)	27,55 (Khá cao)	23,40 (Cao)	26,35 (Khá cao)
	Mức độ phân mảnh của lớp phủ đất rừng	1,73 (Cao)	1,88 (Cao)	4,04 (Cao)	3,29 (Cao)
	Mức độ phân mảnh của lớp phủ đất nông nghiệp	5,38 (Cao)	6,63 (Cao)	5,81 (Cao)	6,24 (Cao)
	Mức độ phân mảnh của lớp phủ lớp	28,80	27,55	23,40	24,27

Chỉ số	Chỉ số cho từng đối tượng phân tích	Phân cấp mức độ biến đổi cấu trúc cảnh quan KGX			
		2001	2005	2010	2016
	phủ cây xanh chuyên biệt	(Khá cao)	(Khá cao)	(Cao)	(Cao)
3. IJI	Mức độ liên kết, xen kẽ các khoanh vi trong toàn bộ cảnh quan	56,78 (Khá cao)	56,53 (Khá cao)	51,87 (Khá cao)	60,19 (Khá cao)
	Mức độ liên kết, xen kẽ các khoanh vi trong lớp phủ đất rừng	7,01 (Thấp)	10,62 (Thấp)	27,37 (TB)	31,41 (TB)
	Mức độ liên kết, xen kẽ các khoanh vi trong lớp phủ đất nông nghiệp	35,61 (TB)	37,93 (TB)	34,35 (TB)	40,39 (TB)
	Mức độ liên kết, xen kẽ các khoanh vi trong lớp phủ cây xanh chuyên biệt	69,53 (Khá cao)	65,07 (Khá cao)	58,05 (Khá cao)	66,74 (Khá cao)

Qua bảng 6 cho thấy, mức độ thống trị của cảnh quan (PLAND) lớp phủ KGX đất rừng, đất nông nghiệp chỉ ở mức độ thấp và không có sự thay đổi mạnh trong gần 16 năm qua. Trong khi đó, mức độ thống trị của lớp cảnh quan cây xanh chuyên biệt biến động từ mức khá cao về mức trung bình. Tỷ lệ lớp phủ đất nông nghiệp, cây xanh chuyên biệt có xu hướng giảm theo thời gian. Đây là xu thế phổ biến đối với phát triển đô thị ở các nước trên thế giới cũng như ở Việt Nam. Quá trình đô thị hóa đã gắn liền với sự xuất hiện nhiều không gian đất xây dựng, tầng bề mặt không thấm và làm giảm mật độ che phủ xanh của đô thị.

Về mức độ phân mảnh chung LPI: Toàn bộ cảnh quan cho thấy từ năm 2001 đến 2016 đã có sự biến động từ mức TB lên cao ở các năm 2005, 2010 và 2016. Trong đó, mức độ phân mảnh của lớp phủ đất nông nghiệp không có sự biến động mạnh từ 2001 - 2016 và vẫn giữ mức cao ở các giai đoạn, các lớp phủ khác, lớp phủ cây xanh chuyên biệt lại dao động ở mức tương đối ổn định, còn lớp phủ đất rừng biến động với mức độ cao nhất, giá trị LPI các năm đều nhỏ hơn 4.

Về mức độ liên kết IJI: Sự liên kết, xen kẽ các khoanh vi trong toàn bộ cấu trúc KGX ở thành phố Huế đạt ở các mức trung bình và cao giai đoạn 2001 - 2016, có nghĩa là các khoanh vi thuộc các kiểu lớp phủ khác nhau có sự phân bố không đều. Mặc dù vẫn giữ ở mức cao qua các năm nhưng chỉ số này có chiều hướng suy giảm đáng kể, đặc biệt là lớp phủ cây xanh chuyên biệt. Điều này cho thấy quá trình đô thị hóa đã làm đất phủ cây xanh chuyên biệt đã bị biến mất dần, dẫn đến có sự tách biệt trong không gian.

4 Kết luận

Nghiên cứu đã tích hợp được phân tích ảnh Landsat, GIS và các chỉ số trắc lượng cảnh quan trong phân tích biến động cấu trúc KGX thành phố Huế giai đoạn 2001 - 2016. Kết quả cho thấy trong các loại hình KGX thì cây xanh chuyên biệt chiếm chủ yếu trong cảnh quan (50%). Điều này càng khẳng định ý nghĩa của cây xanh chuyên biệt trong hệ thống cấu trúc cảnh quan KGX thành phố Huế. Tuy nhiên, do quá trình đô thị hóa, mức độ phân mảnh, tách biệt của cấu trúc cảnh quan KGX có xu hướng tăng lên, số lượng khoanh vi cảnh quan tăng lên làm cho các loại hình KGX ngày càng bị thu nhỏ, phá vỡ, xen kẽ và nhiều khi dẫn đến bị cô lập với các đối tượng khác. Độ che phủ KGX cũng vì thế mà giảm đi nhanh chóng. Ở cấp độ cảnh quan, cấu trúc KGX ở thành phố Huế có xu hướng phân mảnh cao giai đoạn 2001 - 2016, thể hiện thông qua sự gia tăng mạnh các chỉ số NP, PD, ED, trong khi đó có chỉ số LPI đang dần suy giảm. Chỉ số LSI lại có sự gia tăng một cách đáng kể, thể hiện các khoanh vi có xu hướng hình dạng càng phức tạp, bất quy tắc và bị chia cắt. Ở cấp độ lớp phủ, các khoanh vi đất nông nghiệp ngày càng bị thu hẹp và phân mảnh. Khoảng cách giữa các mảnh có xu hướng tăng lên, hình dạng các mảnh càng phức tạp hơn. Điều đó dẫn đến cảnh quan lớp phủ đất nông nghiệp bị phá vỡ, xen kẽ vào là các khu đất dân cư rời rạc. Kết quả nghiên cứu bước đầu khẳng định (1) khả năng lượng hóa trong nghiên cứu cấu trúc cảnh quan KGX với sự hỗ trợ của công nghệ và (2) làm cơ sở phục vụ quy hoạch phát triển KGX hướng đến sự phát triển bền vững đô thị Huế.

Tài liệu tham khảo

1. Kirsten M. M. Beyer, Andrea Kaltenbach, Aniko Szabo, Sandra Bogar, F. Javier Nieto and Kristen M. Malecki (2014), Exposure to Neighborhood Green Space and Mental Health: Evidence from the Survey of the Health of Wisconsin, *Int. J. Environ. Res. Public Health*, Vol. 11, pp. 3453-3472
2. Francesca Giordano & Alberto Marini (2008), A Landscape Approach for Detecting and Assessing Changes in an Area Prone to Desertification in Sardinia (Italy), *International Journal of Navigation and Observation*, Vol. 8, Article ID 549630, 5 pages.
3. Martin Herold, Joseph Scepan & Keith C Clarke (2002), The use of remote sensing and landscape metrics to describe structures and changes in urban land uses, *Environment and Planning A*, Vol. 34, pp. 1443-1458.
4. Pham Duc Uy, Nobukazu Nakagoshi (2007), Analyzing urban green space pattern and econetwork in Hanoi, Vietnam, *Landscape and ecological engineering, Discussion Paper Series*, Vol. 2007-5, 28p.
5. Yuhong Tian, C.Y. Jim, Yan Tao, Tao Shi (2011), Landscape ecological assessment of green space fragmentation in Hong Kong, *Urban Forestry & Urban Greening*, Vol. 10, p.79-86.
6. Yuhong Tian, C.Y. Jim, Haiqing Wang (2014), Assessing the landscape and ecological quality of urban green spaces in a compact city, *Landscape and Urban Planning*, Vol. 121, p 97-108.
7. Kanta Tamta, H. S. Bhadauria, A. S. Bhadauria (2015), Object - Oriented Approach of Information Extraction from High Resolution Satellite Imagery, *IOSR Journal of Computer Engineering (IOSR-JCE)*, vol 17 (3), 47-52.
8. Cohen J (1960), A coefficient of agreement of nominal scales, *Educ. Psycho. Measurement*, Vol. 20, No.1, pp.37-46.

9. Amal Najihah M. Nor, Ron Corstanje, Jim A. Harris, Tim Brewer (2017), Impact of rapid urban expansion on green space structure, *Ecological Indicators*, Vol. 81, p 274–284.
10. McGarigal, Kevin; Marks & Barbara J. (1995), *FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure*. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-351. Portland, OR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, 122 p.

ASSESSMENT OF THE CHANGE IN URBAN GREEN SPACE STRUCTURE IN HUE CITY DURING 2001 - 2016

Nguyen Bac Giang^{1*}, Ha Van Hanh¹, Do Thi Viet Huong¹, Pham Van Cu²

¹ University of Sciences, Hue University

² University of Natural Science, Viet Nam National University-Ha Noi

Abstract. In this study, remote sensing, GIS and landscape metrics indices were used for assessment of the changes in urban green space structure (GS) in the period of 2001 - 2016. Multi-temporal Landsat satellite imageries were utilized for extracting the urban green space categories: agricultural green space, dedicated green space, water green space, park green space, road green space, forest green space in 2001, 2005, 2010, 2016 by object-oriented classification with high overall accuracy, >80% and Kappa coefficients of all years are above 0,78. Landscape metrics in landscape and class level including CA, NP, PD, PLAND, TE, ED AREA_CV, LPI, AWMPFD, LSI, PROX_MN, IJI, CONTAG, SHDI, SHEI were used to quantify the urban green space landscape structure. The findings show the dedicated green space occupy mainly in the landscape (50%). Within 16 years of urbanization, the landscape metrics indices have changed complicatedly: urban green space increasingly narrowed, fragmented, broken down due to the rapid urbanization process. Specifically, the number of landscapes decreased from 215 in 2001 to 129 in 2016. This study result provides a basis for planning urban green space development towards sustainable development of Hue city.

Keywords: Hue city, landscape structure, landscape metrics indices, Landsat, urban green space