

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC TỰ NHIÊN  
ĐẠI HỌC QUỐC GIA THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH  
KHOA SINH HỌC – CÔNG NGHỆ SINH HỌC**

**Môn ỨNG DỤNG SINH THÁI TRONG SỬ DỤNG ĐẤT**



**SỬ DỤNG ẢNH VIỄN THÁM LANDSAT 8  
NGHIÊN CỨU BIẾN ĐỘNG ĐỘ BAO PHỦ THỰC VẬT  
TẠI QUẬN THỦ ĐỨC, THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH  
GIAI ĐOẠN 2013 - 2021**

**Nhóm thực hiện**

Thạch Hoàng Dung	1615057
Hoàng Mẫn Đạt	1615040
Nguyễn Nhật Cường	1615034
Đặng Lê Huỳnh	1715158
Trần Văn Đến	18150086
Phạm Hoàng Gia Bảo	18150074

*Thành phố Hồ Chí Minh, ngày 04 tháng 06 năm 2021*

**MỤC LỤC**

	<b>Trang</b>
<b>DANH MỤC CHỮ CÁI VIẾT TẮT</b>	<b>3</b>
1, Đặt vấn đề	<b>4</b>
2, Tình hình phát triển đô thị tại quận Thủ Đức	<b>5</b>
3, Dữ liệu và phương pháp nghiên cứu	<b>6</b>
3.1, Dữ liệu nghiên cứu	<b>6</b>
3.2, Phương pháp nghiên cứu	<b>7</b>
3.2.1, Tiền xử lý ảnh	<b>7</b>
3.2.2, Xử lý ảnh	<b>8</b>
3.2.3, Đánh giá sai số tổng thể	<b>8</b>
3.2.4, Đánh giá sai số phương pháp và độ tin cậy	<b>9</b>
4, Kết quả và thảo luận	<b>9</b>
4.1, Kết quả kiểm định sai số tổng thể và sai số do phương pháp.	<b>9</b>
4.2, Phân tích, đánh giá biến động diện tích đất chưa sử dụng và đất đã bị bê tông hóa giai đoạn 2013 – 2021 tại quận Thủ Đức.	<b>10</b>
4.3, Tác động đô thị hóa dẫn đến ngập lụt ở quận Thủ Đức.	<b>12</b>
5, Kết luận và kiến nghị	<b>13</b>
Tài liệu tham khảo	<b>15</b>
Phụ lục	<b>17</b>

**DANH MỤC CHỮ CÁI VIẾT TẮT**

UDI	– Urban Design Institute (Viện Nghiên cứu thiết kế đô thị )
CP	– Chính phủ
NQ	– Nghị quyết
UBTVQH	– Ủy ban thường vụ Quốc Hội
UBND	– Ủy ban nhân dân
KH	– Kế hoạch
KDC	– Khu dân cư
CTCP	– Công ty cổ phần
TNHH	– Trách nhiệm hữu hạn
CT	– Công ty
TMXD	– Thương mại xây dựng
VQG	– Vườn quốc gia

## 1. Đặt vấn đề

Ngày nay, tình trạng ngập lụt thường xuyên diễn ra ở thành phố Hồ Chí Minh nói chung và các khu vực ngoại thành như quận Thủ Đức nói riêng không còn quá xa lạ với người dân sinh sống nơi đây. Có nhiều nguyên nhân dẫn đến ngập lụt đã được đưa ra, bao gồm mặt bằng chung của thành phố là khu đất tự nhiên thấp, hệ thống thoát nước của thành phố còn nhiều vấn đề bất cập,... Trong đó, các nguyên nhân khách quan và chủ quan của con người tác động đến bề mặt địa hình tự nhiên, làm biến đổi hình thái bề mặt địa hình, kèm theo quá trình đô thị hóa diễn ra mạnh mẽ làm đất bị sụp lún và dễ bị ngập lụt hơn [1]. Nhìn chung, tình hình sụt lún cao độ ở thành phố Hồ Chí Minh lớn trong giai đoạn 2005 – 2015, qua 10 năm độ lún trung bình là 10cm/10năm [2]. Kèm theo quá trình sụt lún đó là quá trình nâng cốt xây dựng, bê tông hóa các vùng đất tự nhiên để tránh ngập lụt và hậu quả là ngập lụt chỉ chuyển từ đô thị này đổ sang đô thị khác, dẫn đến tình trạng “*càng chống càng ngập*” [2].

Ưu điểm của ảnh viễn thám là giúp nhà nghiên cứu có thể nhìn nhận tổng quan bề mặt nơi nghiên cứu, cũng như phân tích cụ thể, chính xác các khu vực với khả năng cho phép độ phóng đại cao, hình ảnh chân thật từ bản đồ mang lại [1] [3]. Đồng thời, ảnh viễn thám cung cấp dữ liệu theo thời gian nhất định, kết hợp với các kênh xử lý ảnh có sẵn giúp tiết kiệm thời gian, chi phí,... vì thế đã được sử dụng nhiều trong nghiên cứu khoa học các năm qua [4]. Các nghiên cứu từ ảnh viễn thám đã được ứng dụng và chứng minh tính hiệu quả trong cung cấp dữ liệu trong nhiều đề tài như: Đánh giá biến động bề mặt địa hình do phát triển đô thị tại vùng phía Nam thành phố Hồ Chí Minh trên cơ sở phân tích tư liệu viễn thám (Trần T. V. và cs, 2015); Sử dụng ảnh viễn thám đa thời gian trong đánh giá biến động diện tích rừng ngập mặn tại thị xã Quảng Yên, tỉnh Quảng Ninh (Mai T. T và cs, 2017); Sử dụng ảnh viễn thám Landsat và GIS xây dựng bản đồ biến động diện tích rừng tại vùng đệm VQG Xuân Sơn (Nguyễn H. H. và cs, 2017).

Thành phố Hồ Chí Minh là trung tâm đô thị lớn nhất cả nước, với tổng diện tích chiếm 0.63% diện tích nhưng có dân số đến 9% dân số cả nước [5]. Hiện nay, thành phố đang mở rộng vùng phát triển sang khu vực ngoại thành phía Đông Tây, trong đó quận Thủ Đức cùng với quận 9, quận 2 trong đề án phát triển trở thành khu đô thị mới sáng tạo giai đoạn 2020 – 2035 [6]. Cùng với quá trình phát triển đô thị hóa mạnh mẽ kéo theo nhiều vấn đề dân sinh chưa được nghiên cứu đồng bộ, chính xác đã đưa các quận ngoại thành trở thành điểm ngập mới của khu vực trong những năm qua. Tình trạng ngập đã bắt đầu phát sinh từ đầu thập niên 2010 và vẫn chưa có dấu hiệu giảm dù hệ thống kiểm soát ngập cũng đã được liên tục nâng cấp. Số liệu của UDI cho biết hiện có khoảng 10 vị trí ngập thường xuyên do mưa lớn hoặc triều cường, trong đó nặng nhất là thuộc quận Thủ Đức [12]. Theo dự báo đến năm 2025, quận Thủ Đức sẽ có hơn 2% diện tích ngập cục bộ [7] và hơn 25% diện tích ngập cục bộ [8]. Để thống nhất trong báo cáo, chúng tôi sử dụng từ “quận Thủ Đức” để chỉ quận Thủ Đức là đơn vị

Để góp phần là cơ sở khoa học xác định các nguyên nhân ngập lụt ở quận Thủ Đức nói riêng, thành phố Hồ Chí Minh nói chung, chúng tôi nghiên cứu sử dụng ảnh viễn thám đa thời gian từ vệ tinh Landsat 8 và GIS xây dựng bản đồ biến động diện tích đất được bao phủ bởi thực vật và diện tích đất bị bê tông hóa (đã được sử dụng vào mục đích xây dựng công trình). Một là, phân tích bản đồ đất bị bê tông hóa tại quận Thủ Đức qua các năm 2013, 2017 và 2021. Hai là, phân tích nguyên nhân ngập lụt của quận Thủ Đức dựa vào kết quả từ bản đồ.

Quận Thủ Đức có tổng diện tích là 47.8 km<sup>2</sup> (4726.5 ha) với dân số 532,377 người (2019), bao gồm 12 phường: Bình Chiểu, Bình Thọ, Hiệp Bình Chánh, Hiệp Bình Phước, Linh Chiểu, Linh Đông, Linh Tây, Linh Trung, Linh Xuân, Tam Bình, Tam Phú, Trường Thọ [11]. Quận Thủ Đức có khu vực có diện tích đất chưa phát triển lớn (đất trống còn cây xanh hoặc sử dụng với mục đích nông nghiệp). Theo đề án năm 2020 của Chính Phủ, quận Thủ Đức được đánh giá là nơi có tiềm năng phát triển mạnh về cơ sở hạ tầng, cùng với các khu kinh tế phát triển cao (Khu Công nghệ cao), Khu Đại học quốc gia Hồ Chí Minh,... Trong tương lai, quận Thủ Đức cùng với quận 9 và quận 2 sẽ trở thành khu đô thị sáng tạo tương tác cao trong nước và khu vực Đông Nam Á. Dân số khu vực đã tăng 38% trong vòng 10 năm (2009 – 2019) kéo theo đó là nhu cầu việc làm, nhà ở cũng tăng cao [12]. Hiện nay, UBND thành phố đang thúc đẩy các dự án phát triển cơ sở hạ tầng tại đây, hàng loạt khu dân cư, khu công nghiệp sẽ được quy hoạch tận dụng quỹ đất còn trống của quận, từ đó về mặt tích cực có thể giải quyết việc làm, nâng cao thu nhập lao động và chất lượng cuộc sống [12]. Tuy nhiên, về mặt lâu dài việc quy hoạch diện tích đất tự nhiên còn lại của quận nếu không được xem xét kỹ thì nguy cơ đưa quận Thủ Đức trở thành “*rón ngáp*” của thành phố giống như Bình Chánh, Nhà Bè, quận 7 là điều khó tránh khỏi.

### 3. Dữ liệu và phương pháp nghiên cứu

#### 3.1. Dữ liệu nghiên cứu

Dữ liệu cơ bản được sử dụng trong nghiên cứu là ảnh viễn thám từ vệ tinh Landsat 8 được cung cấp miễn phí từ nguồn USGS – Cục Khảo sát Địa chất Hoa Kỳ. Landsat 8/LDCM được NASA ra mắt lần đầu vào ngày 11 tháng 1 năm 2013, có 11 kênh với 2 bộ cảm biến OLI (Operational Land Imager) và TIRs (Thermal Infrared Sensor). Những bộ cảm này được thiết kế để cải thiện hiệu suất và độ tin cậy cao hơn so với các bộ cảm Landsat trước [13]. Bộ ảnh viễn thám được sử dụng để nghiên cứu từ năm 2013 – 2021 (**Bảng 1**). Để đơn giản hóa cách gọi 3 bộ ảnh viễn thám trong báo cáo này, chúng tôi sẽ gọi theo năm ghi nhận mẫu. Ví dụ, bộ ảnh viễn thám LC08\_L1TP\_125052\_20131118\_20170428\_01\_T1 sẽ được gọi ngắn gọn là 2013.

**Bảng 1. Thông tin ảnh vệ tin được sử dụng trong nghiên cứu.**

Bộ cảm biến	Id	Ngày	Path	Row
Landsat 8	LC08_L1TP_125052_20131118_20170428_01_T1	18/11/2013	125	052
OLI/TIRs	LC08_L1TP_125052_20170113_20170311_01_T1	13/01/2017	125	052
C2 L1	LC08_L1TP_125052_20210313_20210317_01_T1	13/03/2021	125	052

Dữ liệu bộ ảnh viễn thám cung cấp bao gồm các bản đồ được chụp bởi 9 ảnh chụp mặt đất và 2 cảm biến hồng ngoại nhiệt. Tỷ lệ bản đồ so với thực tế là 1:60000. Ngoài ra, chúng tôi thu thập dữ liệu trên Google Earth và đối chiếu dữ liệu với bản đồ từ vệ tinh Landsat 8. Cùng với thu thập dữ liệu ngập lụt và quy hoạch quận Thủ Đức của UBND quận, Đề án của Bộ Tài Nguyên Môi trường và Tạp chí Khí Tượng Thủy Văn. Các kết quả được xử lý và chọn lọc trước khi sử dụng trong nghiên cứu.

#### 3.2. Phương pháp nghiên cứu

Sơ đồ phương pháp nghiên cứu được trình bày trong **Hình 2**. Trong đó, ảnh viễn thám Landsat 8 được sử dụng bằng cách phân tách các đối tượng nghiên cứu. Chúng tôi phân tách thành 2 đối tượng chính cho nghiên cứu là diện tích đất phủ thực vật xanh (đất trồng chưa qua sử dụng) và các khu vực đất còn lại (đất bị bê tông hóa). Kết quả hình ảnh được xử lý trên ArcGIS và phân loại màu trên ImageJ. Chúng tôi kiểm tra sai số tổng thể của bộ dữ liệu qua việc đo đạc địa chính thực địa dựa vào nguồn cơ sở dữ liệu Google Earth, với ưu điểm là độ phân giải cao và do người dùng cung cấp. Phương pháp đánh giá kết quả được xử lý bằng thống kê cơ bản và phần mềm Excel.

##### 3.2.1. Tiền xử lý ảnh

Các bước đầu tiên trong phương pháp được thực hiện trực tiếp trên website của cơ sở dữ liệu USGS. Chúng tôi hiệu chỉnh hình học theo hệ tọa độ toàn cầu về hệ tọa độ khu vực cần nghiên cứu, sử dụng thông số độ che phủ mây (Scene Cloud Cover) nhỏ hơn 10% và lựa chọn thu thập 3 bộ dữ liệu 2013, 2017 và 2021 trên vệ tinh Landsat 8 OLI/TIRs C2 L1. Các ảnh được nắm chỉnh tải về có tỷ lệ 1:60000 so với thực tế. Phương pháp lựa chọn bộ ảnh dữ liệu bằng cách dựa vào các điểm mốc tự nhiên ít bị thay đổi để giảm sai số lớn nhất, đồng thời chúng tôi sử dụng bộ ảnh có khả năng cho ra hình ảnh có độ cao địa hình tương đối gần với thực tế nhất (góc chụp gần vuông góc). Mỗi bộ dữ liệu tải về bao gồm 12 file ảnh và 2 file dữ liệu tọa độ. Để đảm bảo giảm sai lệch giữa các thao tác lấy dữ liệu bản đồ, chúng tôi hiệu chỉnh tọa độ theo thời gian giữa 3 lần tải bộ dữ liệu giống nhau về các tham số cần thiết.



**Hình 2. Sơ đồ phương pháp nghiên cứu.**

### 3.2.2. Xử lý ảnh

Các bộ dữ liệu ảnh được thao tác trên phần mềm ArcGIS, bản đồ được nắm chỉnh tọa độ theo tọa độ trên Google Earth các ranh giới của quận Thủ Đức. Chúng tôi sử dụng tọa độ nắm chỉnh thống nhất cho 3 bộ dữ liệu 2013, 2017 và 2021. Sau đó ảnh được phân loại đặc điểm pixel thành hai hệ màu. Để có thể phân tích chính xác và giảm khả năng sai số của dữ liệu, các hình ảnh không ngoài hai đối tượng nghiên cứu (con sông, hồ) vẫn được tính vào sai số của dữ liệu. Hai hệ màu được sử dụng đại diện cho hai đối tượng nghiên cứu. Kết quả phân loại được thực hiện trên ImageJ để thu nhận kết quả phân bố hai nhóm đối tượng trên. Tuy nhiên, do bề mặt địa hình thực tế rất phức tạp, có thể nhiều khu vực sẽ có cây xanh rất lớn che mất diện tích đất bị bê tông hóa và ngược lại hoặc bản đồ vệ tinh có độ phân giải chưa thật sự



cao. Vì thế, chúng tôi tiến hành đánh giá sai số tổng thể của toàn bộ dữ liệu sử dụng cũng như phương pháp nghiên cứu trước khi tiến hành xử lý kết quả.

### 3.2.3. Đánh giá sai số tổng thể

Chúng tôi tiến hành lựa chọn 15 địa điểm thực địa ngẫu nhiên tại khu vực quận Thủ Đức. Các địa điểm được lựa chọn được lấy từ nguồn dữ liệu Google Earth và tính toán các thông số địa chính bao gồm diện tích khu đất, diện tích cây xanh trong khu đất bằng phần mềm Famis 2010. Kết quả tính toán từng địa điểm được so sánh với kết quả tổng thể để suy luận sai lệch thành phần của các địa điểm.

Trong nghiên cứu này, chúng tôi sử dụng mô hình ước lượng hợp lý lớn nhất (MLE, Maximum Likelihood Estimation), là một phương pháp trong thống kê dùng để ước lượng giá trị tham số của một mô hình xác suất dựa trên những dữ liệu quan sát được [14].

$$p(x_i|\mu, \sigma^2) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left(-\frac{(x_i - \mu)^2}{2\sigma^2}\right)$$

Giả sử các kết quả sai lệch ghi nhận được là các giá trị  $x_i$ . Với giả thuyết bài toán tuân theo phân phối chuẩn và độc lập (ngẫu nhiên), tức là có 1 giá trị kỳ vọng  $\mu$  và phương sai  $\sigma^2$ , sao cho các giá trị  $x_i$  thu được là tiện cận đến giá trị lớn nhất. Để tìm được  $p(\mu, \sigma^2)$  thì ta cần biến đổi phương trình và đạo hàm hai vế bằng 0. Từ đó thu được 2 phương trình con cho mỗi giá trị  $\mu, \sigma^2$ . Thay các giá trị  $x_i$  vào phương trình con, chúng ta thu được giá trị sai số tổng thể lớn nhất và phương sai của sai số lớn nhất.

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N} \quad \sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2}{N}$$

### 3.2.4. Đánh giá sai số phương pháp và độ tin cậy

Để kiểm định độ tin cậy của phương pháp nghiên cứu và sai số trong thao tác chồng ghép phân loại ảnh. Chúng tôi sử dụng dữ liệu trên Google Earth và lớp phân loại màu để tính toán thống kê. Kết quả phân loại được thể hiện bằng chỉ số Kappa [15]. Đồng thời, để kiểm định kết quả sai số phân loại màu của phần mềm ImageJ, trên mỗi bản đồ theo thời gian tương ứng, chúng tôi tiến hành thực hiện nghiệm thức đối chứng là toàn bộ diện tích quận Thủ Đức kéo về màu đồng nhất và tính toán diện tích trực tiếp trên phần mềm. Từ đó, dựa vào tỷ lệ sai số của tổng diện tích trên phần mềm và số liệu do Chính Phủ đưa ra trong Quyết định số 08/CP (1997), chúng tôi xác định sai số do phần mềm gây ra và độ tin cậy của phương pháp.

## 4. Kết quả và thảo luận

### 4.1. Kết quả kiểm định sai số tổng thể và sai số do phương pháp.



Kết quả xử lý sai lệch giữa ảnh trên bản đồ vệ tinh Landsat 8 và ngoài thực địa được trình bày trong **Bảng 2.** của 15 điểm lấy mẫu.

**Bảng 2. Kết quả và vị trí thu nhận mẫu.**

Địa điểm	N	B	Sai số chênh lệch ( $x_i$ ) (%)
<b>1</b>	10'51'31"	106'43'11"	0
<b>2</b>	10'50'12"	106'42'30"	0.07
<b>3</b>	10'50'38"	106'44'18"	0.2
<b>4</b>	10'50'53"	106'43'46"	0.05
<b>5</b>	10'50'47"	106'44'41"	0.15
<b>6</b>	10'51'01"	106'45'09"	0
<b>7</b>	10'51'18"	106'45'19"	0
<b>8</b>	10'51'17"	106'45'37"	0.01
<b>9</b>	10'51'27"	106'45'45"	0.28
<b>10</b>	10'52'16"	106'46'41"	0.11
<b>11</b>	10'52'15"	106'47'30"	0.03
<b>12</b>	10'52'30"	106'48'05"	0.02
<b>13</b>	10'52'52"	106'48'19"	0.01
<b>14</b>	10'51'27"	106'46'35"	0.01
<b>15</b>	10'51'03"	106'46'07"	0.11

Dựa vào bảng số liệu trên và công thức tính toán giá trị  $\mu$ ,  $\sigma^2$ , ta dễ dàng suy luận ra được giá trị sai số tổng thể lớn nhất là 7% và phương sai của sai số lớn nhất là 0,67%. Điều này có thể thấy, kết quả thực địa so với dữ liệu thu thập từ dữ liệu vệ tinh có độ chính xác hơn 92%, vì vậy dữ liệu sử dụng có độ tin cậy tương đối cao.

Tiếp theo, chúng ta phân tích sai số do phép phân loại ảnh từ phần mềm và hệ số Kappa. Kết quả thu được từ sai số phần mềm luôn lớn hơn 80% cho độ tin cậy chấp nhận được nhưng chưa thật sự tối ưu. Hệ số Kappa thu được trung bình cho 3 bản đồ là 0,94. Kết quả hệ số Kappa nằm trong khoảng giá trị rất tốt. Nhìn nhận tổng thể các sai số thu được từ **Bảng 3.** có thể thấy với độ chính xác trên 80%, kết quả nghiên cứu mặt đất trên mô hình ảnh viễn thám đủ độ tin cậy.

**Bảng 3. Kết quả đánh giá độ chính xác phương pháp phân loại ảnh.**

Năm	2013		2017		2021	
	Sai số phương pháp (%)	Hệ số Kappa	Sai số phương pháp (%)	Hệ số Kappa	Sai số phương pháp (%)	Hệ số Kappa
<b>Quận Thủ Đức</b>	83,1%	0,92	82,8%	0,95	99,4%	0,95

**4.2. Phân tích, đánh giá biến động diện tích đất chưa sử dụng và đất đã bị bê tông hóa giai đoạn 2013 – 2021 tại quận Thủ Đức.**



**Hình 3. Bản đồ mặt cắt mặt đất quận Thủ Đức của các năm 2013, 2017 và 2021.**



**Hình 4. Bản đồ phân bố diện tích đất đã bị sử dụng bê tông hóa quận Thủ Đức của các năm 2013, 2017 và 2021.**

Trên các bản đồ 2013, 2017 và 2021, chúng tôi tiến hành đo đạc và sử dụng tọa độ đã được quy định sẵn để tách cắt rời khu vực quận Thủ Đức (**Hình 3**). Kết quả thu được thể hiện hiện trạng thảm thực vật còn lại trong khu vực với các mảnh màu xanh rất ít, phần đất bị bê tông hóa với chủ yếu là các công trình dân sinh, quá trình đô thị hóa đã gần như bao phủ toàn

bộ diện tích khu vực nghiên cứu (**Hình 4**). Sau đó tiến hành chồng ghép các bản đồ lại với nhau để phân tích hiện trạng biến động của các khu vực màu xanh so với các màu còn lại. Kết quả phân loại được thể hiện trong **Bảng 4**.

**Bảng 4. Kết quả biến động diện tích đất còn cây xanh và diện tích đất đã bị tê tông hóa của quận Thủ Đức dựa vào ảnh vệ tinh.**

Năm	2013		2017		2021	
	Cây xanh	Bê tông	Cây xanh	Bê tông	Cây xanh	Bê tông
<b>Tỷ lệ (%)</b>	24.20%	75.80%	16.80%	83.20%	15.50%	84.50%
<b>Diện tích (km<sup>2</sup>)</b>	11.5676	36.2324	8.0304	39.7696	7.409	40.391
<b>Sai số</b>	16.91%		17.10%		0.60%	

Quận Thủ Đức là một quận ngoại thành mới phát triển. Những giai đoạn đầu thành lập quận, theo bản Đồ án quy hoạch chung cho quận Thủ Đức (1999) đến năm 2020 [16], quận Thủ Đức vẫn tập trung phát triển thương mại, dịch vụ, công nghiệp, tiểu thủ công nghiệp, giáo dục, thể dục thể thao. Vì vậy, có thể dễ dàng nhận thấy trong giai đoạn mới thành lập đến năm 2013, quỹ đất chưa được sử dụng của quận còn nhiều (24,2%). Tuy nhiên, giai đoạn 2013 – 2017 là thời gian quận Thủ Đức được chú trọng và đầu tư mạnh mẽ về cơ sở hạ tầng. Đáng chú ý là bản kế hoạch 134/KH-UBND của UBND Quận Thủ Đức năm 2011 [17] tập trung phát triển các tuyến đường nối Tân Sơn Nhất - Bình Lợi - Vành Đai Ngoài, mở rộng Xa lộ Hà Nội, Tuyến Metro Bến Thành - Suối Tiên... Các dự án này đã mở ra cơ hội để thực hiện chỉnh trang đô thị tại khu vực có tuyến đường đi qua, lợi ích rất lớn đến sự mở rộng không gian đô thị, chỉnh trang khu vực đô thị là gia tăng năng lực giao thông và hạ tầng đô thị. Các khu dân cư mới được xây dựng tại phường Hiệp Bình Phước, Hiệp Bình Chánh, Tam Phú [17]. Vì vậy có thể nhận thấy, sự giảm mạnh (16,8%) diện tích mảnh xanh trên bản đồ quận Thủ Đức năm 2017 là xuất phát nhiều từ nguyên nhân đầu tư cơ sở hạ tầng của thành phố. Đồng thời, bản quy hoạch năm 2013 chỉnh sửa từ bản Đồ án năm 1999 của Quận cũng định hướng phát triển quận Thủ Đức đến năm 2020 và trở thành một bộ phận của thành phố Thủ Đức ngày nay.

Từ các kế hoạch quy hoạch chung của thành phố Hồ Chí Minh và của quận Thủ Đức, có thể thấy diện tích mặt đất còn phủ thảm thực vật (đất chưa sử dụng) trong 8 năm (2013 – 2021) đã giảm gần 10% (tương ứng khoảng 5 km<sup>2</sup>) và song song với đó là những công trình dần được hoàn thành như Nhà văn hóa Sinh Viên (Khu đô thị Đại học quốc gia Hồ Chí Minh), xa lộ Hà Nội, Quốc Lộ 13, đường Võ Văn Ngân, KDC CTCPT nhà Thủ Đức, KDC CTCP Địa ốc 8, KDC CT TNHH TM XD Sài Gòn Viễn Đông,... dẫn đến diện tích mặt đất bị bê tông hóa tăng lên tương ứng. Đồng thời, giai đoạn 2013 – 2017 là thời kỳ phát triển của quận với sự hình thành nhanh chóng các khu dân cư, đáp ứng các luồng di dân ồ ạt từ các tỉnh và kịp thời thích ứng với sự phát triển của các tỉnh giáp ranh (Bình Dương, Đồng Nai) vì thế hệ thống thực vật tự nhiên giữa các khu dân cư, ven đường dần bị tàn phá do thiếu ý thức, kèm theo đó hệ

thống quy hoạch công tác thoát nước, công viên cây xanh chưa được chú ý. Giai đoạn 2017 – 2021 dưới sự ổn định của kinh tế và ngân sách quận Thủ Đức dần tăng trưởng mạnh, cùng với chính sách tài chính mới đã thu hút nhiều nguồn đầu tư bất động sản vào quận Thủ Đức dẫn đến tình trạng nâng đường bê tông diễn ra, đồng thời do diện tích đất chưa sử dụng giai đoạn còn hạn chế cùng với chính sách mở rộng các công viên cây xanh của quận nên tỷ lệ đất có thảm thực vật chỉ giảm nhẹ.

Từ **Hình 3 và 4** có thể thấy trong vòng 8 năm (2013 – 2021), một số khu vực có diện tích đất với thảm thực vật xanh đã bị biến mất trên bản đồ. Cụ thể như khu vực rạch Dừa (Hiệp Bình Phước) nhìn trên ảnh 2013 nơi này có là mảnh màu xanh lá của thực vật, đến năm 2021 thì chỉ toàn là nhà ở, với sự xuất hiện của các khu đô thị Vạn Phúc. Tuy nhiên, khu vực rạch Gò Dưa (Tam Phú) và kênh Ba Bò (Bình Chiểu) do đã được UBND quận chú trọng bảo vệ từ Đề án năm 2011 nên đến hiện nay vẫn còn nhìn thấy mảnh xanh lớn trên bản đồ.

Ngoài ra, dựa vào bản đồ và số liệu thống kê cho thấy, diện tích đất phía Đông Tây của quận Thủ Đức, bao gồm Linh Trung, Linh Xuân có tốc độ đô thị hóa mạnh mẽ, với mật độ nhà ở tăng mạnh trong vòng 8 năm (2013 – 2021) trong nghiên cứu. Vấn đề này xuất phát từ vị trí địa lý thuận lợi từ bộ phận di dân sinh sống và làm việc ở các tỉnh lân cận (Biên Hòa, Dĩ An) và gần các khu chế xuất, khu công nghiệp. Vấn đề bê tông hóa tăng mạnh ở Linh Trung, Linh Xuân nói riêng và cả quận Thủ Đức nói chung là nguyên nhân dẫn đến ngập lụt ngày càng cực đoan ở quận này.

#### **4.3. Tác động đô thị hóa dẫn đến ngập lụt ở quận Thủ Đức.**



**Hình 5. Bản đồ vệ tinh đô thị hóa thành phố Hồ Chí Minh năm 2021  
(nguồn Google Earth ngày 22 tháng 5 năm 2021)**

Quận Thủ Đức hiện nay được xem là một cầu nối có tiềm năng phát triển kinh tế trong khu vực và được tiên lượng sẽ ngày càng thu hút đầu tư trong và ngoài nước. Dựa vào kết quả nghiên cứu có thể nhận thấy, quá trình đô thị hóa dẫn đến cơ sở hạ tầng ngày càng được



xây dựng, kèm theo đó là việc sang lấp mặt bằng, làm cho mặt đất tự nhiên với các mảnh cỏ màu xanh chuyển dần thành màu trắng của vật liệu xây dựng như trên **Hình 5**. Quá trình đô thị hóa tăng nhanh ở thành phố Hồ Chí Minh nói chung, quận Thủ Đức nói riêng trong vòng 8 năm qua (2013 – 2021) kéo theo đó là tỷ lệ ngập cũng tăng theo hằng năm. Mức tăng ngập lụt trung bình là 2cm/năm (2005 – 2015) và có xu hướng tăng thêm [12]. Theo báo cáo Tóm tắt kịch bản Biến đổi khí hậu và nước biển dâng 2016 của Bộ Tài Nguyên Môi Trường, khoảng 17,8% diện tích Thành phố Hồ Chí Minh sẽ bị ngập lụt trong thế kỷ 21 [18], kịch bản thích ứng với biến đổi khí hậu của Quỹ Ngân Hàng Phát triển Châu Á, con số này là 10% diện tích ngập cực đoan, 65% diện tích ngập cực bộ đến năm 2050 [8]. Tuy nhiên, có thể nhận thấy với tốc độ đô thị hóa nhanh chóng, tình trạng sạt lở và lún nền đã ảnh hưởng đến công trình xây dựng và gia tăng tình trạng ngập lụt ở thành phố [19].

Quá trình đô thị hóa đã kéo theo việc làm mất đi bề mặt thấm nước tự nhiên xuống lòng đất và giảm khả năng thấm thấu của nước mưa [1]. Vì thế, khi nước không thấm được dưới đất cùng với quá trình nâng nền, bê tông hóa các khu đất còn lại và hệ thống thoát nước lạc hậu, không đồng bộ với sự phát triển của quận đã dẫn đến tình trạng ngập lụt ngày càng gia tăng và có xu hướng xấu dần. Đồng thời, sự bê tông hóa bề mặt của đất còn dẫn đến ngăn chặn dòng chảy, cuối cùng là nước mưa từ trên rơi xuống không thể di chuyển đi nơi khác dẫn đến tình trạng ngập lụt cục bộ ở nhiều nơi. Hệ quả của quá trình đô thị hóa là hàng loạt vấn đề xã hội, dân sinh, tài nguyên, kéo theo đó là sức nặng công trình, ô nhiễm không khí, biến đổi khí hậu tổ hợp và tương tác với nhau trong bức tranh ngập lụt chung tại thành phố. Ngược lại, trồng cây xanh và giữ bề mặt đất tự nhiên thoáng có thể giúp nước mưa rút nhanh chóng, bảo đảm mạch nước ngầm không bị suy giảm và tầng đất hạn chế sụt lún theo thời gian. Chúng ta có thể thấy, khả năng để kiểm soát 100% ngập lụt ở thành phố Hồ Chí Minh là điều không thể thực hiện được, kể cả các quốc gia tiên tiến nhất thế giới. Vì vậy, để có thể giảm thiểu ngập lụt cần có những chiến lược lâu dài và tốt nhất là hạn chế thay đổi các quy luật tự nhiên tại đô thị.

## **5. Kết luận và kiến nghị**

Quá trình phát triển của thành phố luôn đi kèm với được và mất. Ngoài những thành tựu kinh tế, khoa học, kỹ thuật mà thành phố mang lại. Song song với đó là những thách thức môi trường cũng ngày càng tiêu cực đến cuộc sống con người, trong đó có tình trạng ngập lụt sau những cơn mưa. Quá trình đô thị hóa thành phố đã gián tiếp dẫn đến mặt đất tự nhiên ngày càng bị bê tông hóa, ngăn cản sự thấm nước mưa vào mạch nước ngầm và hậu quả là tình trạng ngập lụt ngày càng gia tăng ở thành phố Hồ Chí Minh. Thay vì tập trung chống ngập ở các quận phía Nam thành phố, sự thiếu cảnh giác ngập lụt ở các quận phía Đông đã dẫn đến hệ quả là quận Thủ Đức trở thành “*rốn ngập*” mới của thành phố trong những năm qua.

Kết quả phân tích từ ảnh viễn thám đa thời gian với các mốc thời gian 2013, 2017 và 2021 phân tích diện tích mặt đất chưa được sử dụng (còn cây xanh) và đất bị bê tông hóa. Kết

quả thu được diện tích đất chưa được sử dụng qua 8 năm (2013 – 2021) giảm 10% (đương tương 5 km<sup>2</sup>) và diện tích đất bị bê tông hóa tăng lên tương ứng. Sự mất dần diện tích đất tự nhiên ở rạch Dừa (Hiệp Bình Phước) và tăng mật độ đô thị hóa ở Linh Trung, Linh Xuân đã làm tình trạng ngập lụt ở quận ngày càng tăng cao.

Nghiên cứu được thực hiện với kết quả kiểm định các sai số luôn trên 80%. Mặc dù đây không phải kết quả đối ưu nhất, tuy nhiên nghiên cứu đã chứng minh tính hữu dụng của việc ứng dụng ảnh vệ tinh đa thời gian với GIS và tin học để giải thích các vấn đề mặt đất mà không cần phải thực hiện phương pháp thống kê truyền thống. Đồng thời, nghiên cứu với độ tin cậy trên 80% cũng có thể được sử dụng góp phần giải thích nguyên nhân ngập lụt ở thành phố nói chung và quận Thủ Đức nói riêng trong những năm qua và nghiên cứu cũng cung cấp tài liệu tham khảo cho những nghiên cứu tiếp theo.

**Tài liệu tham khảo**

- [1] Trần Thị Vân và cs, 2015. Đánh giá biến động bề mặt địa hình do phát triển đô thị tại vùng phía Nam thành phố Hồ Chí Minh trên cơ sở phân tích tư liệu viễn thám. *Tạp chí các Khoa học về Trái Đất*. 37(4): 373-384.
- [2] Hoàng Thị Tô Nữ và cs, 2020. Mô phỏng mức độ ngập và đề xuất giải pháp thoát nước chống ngập cho khu vực Văn Thánh – thành phố Hồ Chí Minh. *Tạp chí Khí Tượng Thủy Văn*, 16: 12-25; doi:10.36335/VNJHM.2020(716).12-25, <http://tapchikttv.vn/>
- [3] Vũ Thị Thìn và cs, 2015. Nguyên cứu quy trình xử lý ảnh vệ tinh Landsat 8 trong ArcGIS. *Tạp chí khoa học và công nghệ lâm nghiệp*. 1:73-83.
- [4] Trinh Lê Hùng, 2018. Kết hợp ảnh vệ tinh Landsat 8 và Sentinel 2 trong nâng cao độ phân giải không gian nhiệt độ bề mặt. *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Các Khoa học Trái đất và Môi trường*, Tập 34, Số 4 (2018) 54-63
- [5] Tô Thị Thùy Trang, Nguyễn Thị Nét, 2020. Dân số Vùng nông thôn Tp.Hồ Chí Minh – Quan điểm, mục tiêu phát triển đến năm 2020. *Viện nghiên cứu phát triển TP.HCM*. Web. <http://www.hids.hochiminhcity.gov.vn/>
- [6] TTXVN, 2020. Phát triển thành phố Thủ Đức - khu đô thị sáng tạo phía Đông TP Hồ Chí Minh. *Bộ xây dựng*. Web. <https://moc.gov.vn/vn/tin-tuc/1184/64644/phat-trien-thanh-pho-thu-duc---khu-do-thi-sang-tao-phia-dong-tp-ho-chi-minh.aspx>
- [7] Lê Ngọc Tuấn và cs, 2018. Nguy cơ ngập do triều tại Thành phố Hồ Chí Minh trong bối cảnh biến đổi khí hậu và nước biển dâng. *Tạp chí phát triển khoa học & công nghệ: chuyên san khoa học tự nhiên*. 2(6):182-191.
- [8] Ngân hàng phát triển Châu Á, 2010. Thành phố Hồ Chí Minh thích ứng với biến đổi khí hậu. ISBN 978-92-9092-128-8
- [9] Nghị định Chính phủ, 1997. Về việc thành lập quận Thủ Đức, Quận 2, Quận 7, Quận 9, Quận 12 và thành lập các phường thuộc các quận mới - Thành phố Hồ Chí Minh. *Nghị định 3-CP, Hà Nội*.
- [10] Ủy ban Thường vụ Quốc hội, 09/12/2020. Nghị quyết về việc sắp xếp các đơn vị hành chính cấp huyện, cấp xã và thành lập thành phố Thủ Đức thuộc thành phố Hồ Chí Minh, *Số: 1111/NQ-UBTVQH14, Hà Nội*.
- [11] Thủ Đức. (2021, 18 tháng 5). Trong Wikipedia, Bách khoa toàn thư mở. Lấy vào lúc 10:21, 18 tháng 5 năm 2021 từ [https://vi.wikipedia.org/w/index.php?title=Th%E1%BB%A7\\_%C4%90%E1%BB%A9c&oldid=64921392](https://vi.wikipedia.org/w/index.php?title=Th%E1%BB%A7_%C4%90%E1%BB%A9c&oldid=64921392).



- [12] Sở Quy hoạch kiến trúc, 2020. Đề án hình thành và phát triển Khu Đô thị Sáng tạo Tương tác cao phía Đông Thành phố Hồ Chí Minh, Thành phố Hồ Chí Minh.
- [13] Phạm Khánh Chi, 2013. Thế hệ vệ tinh Landsat mới – LDCM hay Landsat 8, web, <https://www.geoviet.vn>.
- [14] Maximum Likelihood và Maximum A Posteriori estimation. Jul 17, 2017. Bài giảng. <https://machinelearningcoban.com/2017/07/17/mlemap/#-maximum-likelihood-estimation>
- [15] Vimentor. Hệ số Cohen's kappa (Cohen's kappa coefficient). Bài giảng. <https://vimentor.com/vi/lesson/he-so-cohen-s-kappa-cohen-s-kappa-coefficient>
- [16] UBND TP Hồ Chí Minh, 2012. Quyết định về Duyệt đề án điều chỉnh quy hoạch chung xây dựng quận Thủ Đức đến năm 2020. Số 5759/QĐ-UBND. Thành phố Hồ Chí Minh.
- [17] Ủy ban nhân dân quận Thủ Đức, 2011. Kế hoạch chỉnh trang đô thị trên địa bàn quận Thủ Đức giai đoạn 2011-2015, Số: 134/KH-UBND, quận Thủ Đức, HCM.
- [18] Bộ Tài Nguyên Môi trường, 2016. Tóm tắt kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam, Hà Nội, web.
- [19] Sở Xây dựng TP HCM, 2020. Báo cáo tổng kết 5 năm thực hiện chương trình giảm ngập nước giai đoạn 2016 – 2020 và Phương hướng nhiệm vụ giai đoạn tiếp 2021 – 2025, số 4276/BC-SXD-TTHT, UBND Thành phố Hồ Chí Minh.

**PHỤ LỤC 1. KẾT QUẢ LẤY MẪU KIỂM TRA SAI SỐ TỔNG THỂ**

STT	Tên địa điểm	N	B	Khoảng cách chính xác	Sai số chênh lệch
1	THCS-THPT Nguyễn Khuyến	10'51'31"	106'43'11"	1	0
2	Trường Mầm Non Hải Âu	10'50'12"	106'42'30"	0.93	0.07
3	Nhà thờ Thiên Phúc, KP8	10'50'38"	106'44'18"	0.8	0.2
4	Trường mầm non Việt Đông Dương	10'50'53	106'43'46"	0.95	0.05
5	Chùa Từ Thuyền	10'50'47"	106'44'41"	0.85	0.15
6	Bệnh viện quận Thủ đức - Khoa Khám Bệnh 2	10'51'01	106'45'09"	1	0
7	UBND Phường Linh Tây	10'51'18"	106'45'19"	1	0
8	Cao đẳng nghề Thành phố HCM	10'51'17"	106'45'37"	0.99	0.01
9	giảng đường A, đại học Ngân Hàng TP HCM	10'51'27"	106'45'45"	0.72	0.28
10	Đại học Kinh tế luật (LT)	10'52'16"	106'46'41"	0.89	0.11
11	Thư viện Đại học Nông Lâm	10'52'15"	106'47'30"	0.97	0.03
12	Nhà văn hóa SV-ĐHQG HCM	10'52'30"	106'48'05"	0.98	0.02
13	Toà H3, Đại học Bách khoa HCM	10'52'52"	106'48'19"	0.99	0.01
14	Trường tiểu học Đỗ Tuấn Phong	10'51'27"	106'46'35"	0.99	0.01
15	Chi Cục Thuế quận thủ đức	10'51'03"	106'46'07"	0.89	0.11

Ta đã biết rằng, hàm mật độ xác suất tại xi của một phân phối chuẩn có kỳ vọng  $\mu^2$  và phương sai là  $\sigma^2$

$$p(x_i|\mu, \sigma^2) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left(-\frac{(x_i - \mu)^2}{2\sigma^2}\right)$$

Vậy, để đánh giá  $\mu$  và  $\sigma$ , ta sử dụng Maximum likelihood với giả thiết rằng kết quả các phép đo là độc lập:

$$\mu, \sigma = \arg \max_{\mu, \sigma} \left[ \prod_{i=1}^N p(x_i|\mu, \sigma^2) \right] \quad (18) = \arg \max_{\mu, \sigma} \left[ \frac{1}{(2\pi\sigma^2)^{N/2}} \exp\left(-\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2}{2\sigma^2}\right) \right] \quad (19) = \arg \max_{\mu, \sigma} \left[ -N \log(\sigma) - \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2}{2\sigma^2} \right] \triangleq \arg \max_{\mu, \sigma} J(\mu, \sigma) \quad (20)$$

Ta đã lấy loglog của hàm bên trong dấu ngoặc vuông của (19) để được (20), phần hằng số có chứa  $2\pi$  cũng được bỏ đi vì nó không ảnh hưởng tới kết quả.

Một lần nữa, để tìm  $\mu$  và  $\sigma$ , ta giải hệ phương trình đạo hàm của  $J(\mu, \sigma)$  theo mỗi biến bằng 0:

$$\frac{\partial J}{\partial \mu} = \frac{1}{\sigma^2} \sum_{i=1}^N (x_i - \mu) = 0 \quad (21) \quad \frac{\partial J}{\partial \sigma} = -\frac{N}{\sigma} + \frac{1}{\sigma^3} \sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2 \quad (22)$$

Từ đó ta có:

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N} \quad (23) \quad \sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2}{N} \quad (24)$$

*Đây chính là công thức đánh giá hai giá trị kỳ vọng và phương sai của dữ liệu mà chúng ta quen dùng.*

Từ kết quả (23) và (24), ta ghép thay các số liệu vào như sau:

$N=15$  ;  $x_i$  là các giá trị tỷ số ,

Kết quả thu được:

$$\mu=0,07$$

$$\sigma^2=6,7 \times 10^{-3}$$

Kết luận: Vậy có thể kết luận sai số lớn nhất đối với kết quả phân tích là  $7\% \pm 0,67\%$ .

## PHỤ LỤC 2. TÍNH TOÁN HỆ SỐ KAPPA

$$K = \frac{(T-E)}{(1-E)} \quad (3.4)$$

Trong đó:

T – Độ chính xác toàn cục cho bởi ma trận sai số

E – đại lượng thể hiện sự mong muốn (kỳ vọng) phân loại chính xác có thể dự đoán trước, nghĩa là E góp phần ước tính khả năng phân loại chính xác trong quá trình phân loại thực sự.

<b>2013</b>	<b>Đã bê tông hóa</b>	<b>Cây xanh</b>	<b>Sai số thêm vào</b>
<b>Đã bê tông hóa</b>	0.88	0.09	0.03
<b>Cây xanh</b>	0.90	0.05	0.05
			K = 0.92
<b>2017</b>	<b>Đã bê tông hóa</b>	<b>Cây xanh</b>	<b>Sai số thêm vào</b>
<b>Đã bê tông hóa</b>	0.9	0.03	0.07
<b>Cây xanh</b>	0.8	0.06	0.14
			K = 0.95
<b>2021</b>	<b>Đã bê tông hóa</b>	<b>Cây xanh</b>	<b>Sai số thêm vào</b>
<b>Đã bê tông hóa</b>	0.92	0.01	0.07
<b>Cây xanh</b>	0.87	0.04	0.09
			K = 0.95