Ứng dụng GIS và AHP xác định vị trí trạm dừng xe buýt nhanh: tuyến Võ Văn Kiệt - Mai Chí Thọ, Tp. Hồ Chí Minh

- **Phan Hiền Vũ** [1]
- **Phạm Thùy Linh** [2]
- **Nguyễn Tuấn Anh** [2]

[1] Trường Đại học Bách Khoa, ĐHQG-HCM

[2] Sở Quy hoạch - Kiến trúc Tp. HCM

(Bản thảo nhận ngày 04 tháng 07 năm 2016, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 16 tháng 08 năm 2016)

TÓM TẮT

Xe buýt nhanh là một trong những hệ thống phương tiện giao thông công cộng ở những thành phố hiện đại, nhằm cung cấp dịch vụ vận chuyển nhanh, tiện dụng và tiết kiệm. Tuy nhiên, một tuyến buýt nhanh được vận hành hiệu quả phụ thuộc vào vị trí các trạm dừng. Bài báo này tập trung vào việc xác định những vị trí tối ưu để thành lập các trạm dừng của một tuyến buýt nhanh. Trước tiên, khảo sát các tiêu chí có ảnh hưởng đến sự vận hành hiệu quả của một trạm dừng buýt nhanh, gồm i) nhu cầu đi lại, ví dụ các khu dân cư, văn phòng, khu công nghiệp, bệnh viện,... ii) phương tiện công cộng, ví dụ nhà ga metro, trạm dừng xe buýt,... và iii) cơ sở hạ tầng đường giao thông, ví dụ giao lộ, bãi đậu xe,... Sau đó, mỗi tiêu chí được gán một trọng số thể hiện mức độ ảnh hưởng của nó lên sự hiệu quả của trạm dừng xe buýt nhanh, được xác định bằng phương pháp phân tích phân cấp AHP (Analytic Hierarchy Process). Cuối cùng, một quy trình xử lý dữ liệu trong môi trường GIS được thiết lập để thành lập lớp dữ liệu vị trí điểm trọng số, được chồng lớp từ tất cả các lớp dữ liệu tiêu chí thành phần. Theo đó, những vị trí có giá trị cao sẽ phù hợp để xây dựng trạm dừng xe buýt nhanh. Quy trình này được áp dụng để định vị các trạm dừng của tuyến xe buýt nhanh Võ Văn Kiệt – Mai Chí Thọ, Thành phố Hồ Chí Minh. Kết quả xác định được 40 trạm dừng dọc theo tuyến buýt này, và đây được xem như một tham chiếu khoa học giúp chính quyền thành phố trong hỗ trợ ra quyết định.

Từ khóa: *GIS, AHP, BRT, trạm dừng xe buýt nhanh, thành phố Hồ Chí Minh.*

1. GIỚI THIỆU

Thành phố Hồ Chí Minh (Tp.HCM) là trung tâm kinh tế - xã hội quan trọng của Việt Nam, và cũng là nơi tập trung đông dân nhất cả nước. Theo thống kê năm 2014 dân số của thành phố khoảng 8 triệu dân, dự kiến đến năm 2020 dân số tăng lên hơn 10 triệu dân [1]. Quá trình đô thị hóa kèm theo dân số tăng là nguyên nhân làm cho thành phố phải đối mặt với các nguy cơ, thách thức. Trong đó, vấn đề giao thông đô thị được xem là thách thức lớn. Hiện nay, hơn 80%

dân số tại Tp.HCM sử dụng phương tiện lưu thông chính bằng xe máy. Theo thống kê năm 2014 số lượng xe máy tại thành phố lên tới 6 triệu xe và ô tô là 585.980 chiếc [1]. Tỉ lệ dân số sử dụng phương tiện cá nhân quá cao, dẫn đến các vấn đề như ô nhiễm môi trường, kẹt xe, tai nạn giao thông thường xuyên xảy ra, ảnh hưởng tới sức khỏe và sự an toàn cho người dân. Với mong muốn cải thiện chất lượng về giao thông, nhằm đáp ứng nhu cầu đi lại ngày càng tăng, đồng thời giảm thiểu các tác động tiêu cực đến môi trường và xã hội, Thành phố đã tập trung xây dựng hệ thống metro, quy hoạch lại mạng lưới các tuyến xe buýt hiện có, và kết hợp đầu tư phát triển hệ thống xe buýt nhanh.

Xe buýt nhanh (Bus Rapid Transist - BRT) là một hệ thống vận tải hành khách bằng xe buýt chất lượng cao, nhanh chóng, thoải mái, tiết kiệm chi phí, vận hành trên tuyến riêng biệt. Đối với nhiều nước trên thế giới, đây là hệ thống khá quen thuộc. Tuy nhiên, tại Việt Nam đây là một phương tiện khá mới, cả nước chưa có tuyến xe buýt nhanh nào hoạt động. Để xây dựng hệ thống BRT, hai vấn đề cần được nghiên cứu đó là xác định tuyến và lựa chọn vị trí các trạm dừng. Trong đó, xác định vị trí các trạm dừng có vai trò rất quan trọng. Nếu vị trí các trạm dừng đặt ở vị trí phù hợp thì sẽ thu hút một số lượng lớn hành khách tham gia sử dụng phương tiện, giúp giảm bớt các tình trạng kẹt xe, ô nhiễm môi trường,… Ngoài ra, nó tạo sự ổn định về kinh tế giúp duy trì vận hành hệ thống BRT trong tương lai [2].

Lựa chọn vị trí các trạm dừng BRT là một bài toán phân tích dựa trên nhiều tiêu chí khác nhau, như nhu cầu sử dụng, giao thông đô thị, kinh tế, văn hóa, xã hội,... Phân tích đa tiêu chí theo phương pháp xử lý phân cấp AHP xác định trọng số của các tiêu chí, trong khi đó GIS hỗ trợ xây dựng dữ liệu từ các tiêu chí và là công cụ phân tích chồng lớp không gian để chọn vị trí phù hợp. Đây cũng là mục tiêu của nghiên cứu này: ứng dụng GIS và AHP xác định vị trí thích hợp để đặt các trạm dừng xe buýt nhanh, nghiên cứu thí điểm tại trục đại lộ Võ Văn Kiệt – Mai Chí Thọ của Tp.HCM.

2. CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN TRẠM DỪNG BRT

Các yếu tố ảnh hưởng đến việc chọn trạm dừng BRT bao gồm tự nhiên, kinh tế - xã hội, và cơ sở hạ tầng giao thông. Các yếu tố tự nhiên bao gồm địa hình, địa mạo, thủy văn,… trong đó, địa hình là yếu tố quan trọng để đặt trạm dừng sao cho không quá dốc, không quá thấp và thông thoáng để đảm bảo an toàn cho hành khách. Các yếu tố kinh tế - xã hội được khảo sát bao gồm khu dân cư, khu làm việc, văn hóa – giáo dục, y tế, tôn giáo tín ngưỡng, công viên vui chơi giải trí, và thể dục thể thao. Đây là những vị trí có nhiều nhu cầu đi lại. Các yếu tố cơ sở hạ tầng bao gồm ga metro, trạm xe buýt thông thường hiện hữu, trạm giao thông thủy, nút giao với cầu vượt, nút giao với cầu đi bộ, nút giao mặt đất thông thường và bãi đỗ xe lân cận. Những vị trí này là nơi chuyển tiếp nhu cầu đi lại giữa các phương tiện giao thông. Tuy nhiên, trong mô hình chọn vị trí đặt trạm dừng BRT, cần thiết phải lượng hóa các yếu tố trên thành các tiêu chí cụ thể [5].

3. QUY TRÌNH XÁC ĐỊNH TRẠM DỪNG BRT

Quy trình xử lý dữ liệu để lựa chọn vị trí các trạm dừng BRT gồm 6 bước chính sau:

Bước 1. Xác định mục tiêu, thu thập dữ liệu liên quan của khu vực nghiên cứu. Dữ liệu cần được thu thập bao gồm i) các tài liệu, số liệu về phạm vi, địa bàn nghiên cứu như nhu cầu sử dụng, các số liệu, thông tin về vấn đề kinh tế, xã hội, giao thông và ii) dữ liệu không gian và thuộc tính như các file bản đồ số, bản đồ giấy,… thể hiện vị trí địa lý của các đối tượng tác động đến việc chọn vị trí trạm BRT.

Bước 2. Xử lý dữ liệu. Sử dụng các công cụ phần mềm GIS để thao tác trên dữ liệu thu

thập như chuyển đổi tọa độ, chuyển đổi định dạng, sửa lỗi hình học, nhập thuộc tính,… để thống nhất dữ liệu đầu vào về định dạng không gian và thuộc tính, và hệ tọa độ tham chiếu.

Bước 3. Xây dựng bộ tiêu chí phục vụ chọn vị trí các trạm BRT. Các tiêu chí được xây dựng dựa trên việc phân tích các yếu tố ảnh hưởng. Phụ thuộc vào đặc điểm của mỗi khu vực nghiên cứu, bộ tiêu chí sẽ khác nhau. Ví dụ, xây dựng hệ thống BRT đi qua những khu vực có địa hình bằng phẳng thì không cần phải xét yếu tố địa hình. Sau đó, lượng hóa các tiêu chí đó thành các tiêu chuẩn. Ví dụ, khoảng cách từ khu dân cư đến trạm dừng BRT từ 0 – 200 m là khoảng cách tốt nhất để hành khách đi bộ có thể tiếp cận đến trạm BRT được gán giá trị 3, từ 200 – 400 m được gán giá trị 2, từ 400 – 500 m được gán giá trị 1, và khoảng cách ngoài bán kính 500 m được gán giá trị 0. Dựa vào các tiêu chí đã xác định, xây dựng các lớp dữ liệu GIS phù hợp.

Bước 4. Phân nhóm tiêu chí, lập ma trận ưu tiên và tính trọng số cho các tiêu chí. Tính trọng số cho mỗi tiêu chí theo phương pháp AHP [4]. Thông thường trong một bộ tiêu chí sẽ có các tiêu chí chung thể hiện các lĩnh vực, khía cạnh lớn và trong mỗi tiêu chí chung sẽ có các tiêu chí cụ thể. Ma trận ưu tiên hay ma trận mức độ quan trọng của các tiêu chí được thành lập dựa vào kinh nghiệm, kiến thức của tác giả hoặc tham khảo ý kiến các chuyên gia chuyên môn. Các mức độ quan trọng so sánh giữa các tiêu chí được áp dụng theo Bảng phân loại tầm quan trọng tương đối của Saaty (2008) [4]. Quá trình tính toán trọng số cho các tiêu chí gồm các bước: i) trọng số của các tiêu chí chung, ii) trọng số của các tiêu chí cụ thể trong từng tiêu chí chung, và iii) trọng số của mỗi tiêu chí.

Bước 5. Phân tích không gian sử dụng công cụ GIS. Hai công cụ chính được sử dụng là tạo vùng đệm (buffer) và chồng lớp (union) [3]. Công cụ tạo vùng đệm hỗ trợ tạo lớp dữ liệu mới từ lớp dữ liệu đầu vào theo các khoảng cách xác định trước. Theo đó, các giá trị về mức độ quan trọng sẽ được gán cho mỗi vùng khoảng cách (xem thêm Bước 3). Ví dụ, áp dụng công cụ tạo vùng đệm theo tập khoảng cách {0 – 200, 200 – 400, 400 – 500} m để thể hiện khả năng có thể tiếp cập trạm dừng BRT của hành khách từ một khu dân cư. Trong khi đó, chồng lớp union được áp dụng để ghép hai hay nhiều lớp dữ liệu nhằm tạo ra một lớp mới mang tất cả các thuộc tính của các lớp đầu vào. Ví dụ, một vị trí được xác định là cách khu dân cư 250 m và cách giao lộ 50 m sau khi chồng hai lớp tiêu chí thành phần khu dân cư và nút giao thông. Ngoài ra, Model Builder trong ArcGIS có thể hỗ trợ để có thể tự động hóa quy trình này.

Bước 6. Kết quả vị trí các trạm BRT. Sau khi chồng lớp tất cả các lớp tiêu chí thành phần với các trọng số được xác định, vị trí của mỗi điểm trên lớp kết quả thể hiện giá trị tối ưu cho việc chọn vị trí đặt trạm dừng BRT.

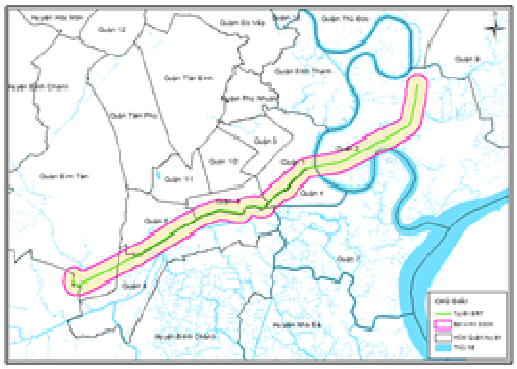
4. XÁC ĐỊNH VỊ TRÍ TRẠM DỪNG BRT TUYẾN VÕ VĂN KIỆT – MAI CHÍ THỌ

4.1 Đại lộ Võ Văn Kiệt – Mai Chí Thọ

Đại lộ Võ Văn Kiệt – Mai Chí Thọ ở Tp.HCM, trước đây là đại lộ Đông Tây, có tổng chiều dài 24.92 km, từ nút giao thông xa lộ Hà Nội (ngã 3 Cát Lái, Quận 2) đến nút giao thông Quốc lộ 1A (huyện Bình Chánh). Tuyến này đi qua địa bàn các quận 1, 2, 5, 6, 8, Bình Tân và huyện Bình Chánh, như được mô tả ở Hình 1. Hiện nay đại lộ Võ Văn Kiệt – Mai Chí Thọ đang được khôi phục, nâng cấp từ tuyến đường hiện hữu. Sau khi hoàn thành sẽ tạo thành một tuyến trục giao thông kết nối hai đầu Đông Bắc - Tây Nam thành phố, góp phần cải thiện hệ thống giao thông nội thị Tp.HCM.

4.2 Các tiêu chí lựa chọn vị trí trạm BRT

Dựa trên đặc điểm hiện trạng của đại lộ Võ Văn Kiệt – Mai Chí Thọ, nhóm tác giả đề xuất ba nhóm tiêu chí chính.



Hình 1. Phạm vi của tuyến BRT trên đại lộ Võ Văn Kiệt - Mai Chí Thọ

- Nhu cầu đi lại: Đây là nhóm tiêu chí quan trọng nhất trong việc lựa chọn vị trí đặt trạm BRT, quyết định sự hoạt động hiệu quả và duy trì lâu dài của tuyến BRT.

- Tích hợp giao thông công cộng: Đây là loại phương tiện vận chuyển hành khách với số lượng lớn/ lượt, gồm ga metro, trạm xe buýt thường, trạm giao thông thủy.

- Tích hợp giao thông đường bộ: Đây là các vị trí có khả năng tập trung nhiều hành khách chuyển tiếp, gồm các nút giao với cầu vượt, nút giao cầu đi bộ, nút giao thông thường, bãi đỗ xe.

Theo đó, các tiêu chí tác động đến việc chọn vị trí các trạm BRT tại đại lộ Võ Văn Kiệt – Mai Chí Thọ được mô tả ở Bảng 1.

4.3 Ma trận mức độ quan trọng và trọng số các tiêu chí

Các ma trận mức độ quan trọng so sánh giữa các tiêu chí được xây dựng dựa trên ý kiến của các chuyên gia thuộc các lĩnh vực quy hoạch đô thị, quy hoạch vùng, quản lý đô thị và công trình, giao thông và hạ tầng kỹ thuật. Kết quả khảo sát chín chuyên gia cho thấy hầu hết ý kiến và mức độ tương đối giống nhau, và được gán trị theo quy tắc Saaty, như được trình bày ở Bảng 2.

Bảng 1. Các tiêu chí chọn vị trí các trạm BRT tại đại lộ Võ Văn Kiệt – Mai Chí Thọ

Tiêu chí chung	Tiêu chí cụ thể	Khoảng cách tiếp cận trạm dừng BRT
I. Nhu cầu đi lại	I.1. Khu dân cư	Bán kính đi bộ tốt nhất để hành khách từ các vị trí này tiếp cận trạm dừng trong khoảng 500 m [5].
	I.2. Khu làm việc	
	I.3. Công trình văn hóa, giáo dục	
	I.4. Cơ sở y tế	
	I.5. Công trình tôn giáo, tín ngưỡng	
	I.6. Công viên, vui chơi, thể thao	
II. Tích hợp giao thông công cộng	II.1. Ga Metro	Bán kính đi bộ tốt nhất để hành khách từ các vị trí này tiếp cận trạm dừng trong khoảng 500 m [5].
	II.2. Trạm xe buýt hiện hữu	
	II.3. Trạm giao thông thủy	
III. Tích hợp giao thông đường bộ	III.1. Nút giao thông giao với cầu vượt	Bán kính đi bộ tốt nhất để hành khách từ các vị trí này tiếp cận trạm dừng trong khoảng 500 m [5].
	III.2. Nút giao thông giao với cầu đi bộ	
	III.3. Nút giao thông thường	
	III.4. Bãi đỗ xe	

Bảng 2. Ma trận mức độ ưu tiên của a) nhóm tiêu chí chung, b) nhóm tiêu chí cụ thể của nhu cầu đi lại, c) nhóm tiêu chí cụ thể của tích hợp giao thông công cộng, và d) nhóm tiêu chí cụ thể của tích hợp giao thông đường bộ

a)

	I	II	III
I	1	3	5
II	1/3	1	3
III	1/5	1/3	1

b)

	I.1	I.2	I.3	I.4	I.5	I.6
I.1	1	1	3	3	7	5
I.2	1	1	3	3	7	5
I.3	1/3	1/3	1	1	5	3
I.4	1/3	1/3	1	1	5	3
I.5	1/7	1/7	1/5	1/5	1	1/3
I.6	1/5	1/5	1/3	1/3	3	1

c)

	II.1	II.2	II.3
II.1	1	4	6
II.2	1/4	1	3
II.3	1/6	1/3	1

d)

	III.1	III.2	III.3	III.4
III.1	1	1/4	1/3	1/5
III.2	4	1	1/2	1/3
III.3	3	2	1	1/2
III.4	5	3	2	1

Kết quả tính toán các trọng số nhóm tiêu chí chung, tiêu chí cụ thể của từng tiêu chí chung, và trọng số từng tiêu chí được trình bày trong các Bảng 3, trong đó A là trọng số các tiêu chí chung với tỉ số nhất quán $CR_A = 0.037$; B thể hiện trọng số của các tiêu chí cụ thể theo các tiêu chí chung nhu cầu đi lại, tích hợp giao thông công cộng, và tích hợp giao thông đường bộ với các tỉ số nhất quán $CR_{B_I} = 0.025$, $CR_{B_II} = 0.052$, và $CR_{B_III} = 0.045$ tương ứng; và C = A*B là trọng số của mỗi tiêu chí ảnh hưởng đến chọn vị trí trạm dừng BRT.

Bảng 3. Trọng số của các tiêu chí ảnh hưởng đến chọn vị trí trạm dừng BRT

	A		B	C
I	0.633	I.1	0.318	0.201
		I.2	0.318	0.201
		I.3	0.135	0.085
		I.4	0.135	0.085
		I.5	0.033	0.021
		I.6	0.063	0.040
II	0.261	II.1	0.685	0.179
		II.2	0.221	0.058
		II.3	0.093	0.024
III	0.106	III.1	0.076	0.008
		III.2	0.191	0.020
		III.3	0.264	0.028
		III.4	0.470	0.050

4.4 Xây dựng cơ sở dữ liệu

Dựa trên 13 tiêu chí trong Bảng 1, nhóm tác giả thu thập dữ liệu và xây dựng các lớp dữ liệu, gồm 6 lớp dữ liệu nền gồm ranh hành chính, giao thông, thủy hệ, cầu, tuyến metro và ranh phạm vi nghiên cứu; và 13 các lớp chuyên

đề. Các lớp dữ liệu được xây dựng và lưu trữ ở định dạng GIS shapefile dựa trên các Bản đồ quy hoạch sử dụng đất (Sở Quy hoạch-Kiến trúc), Bản đồ hệ thống đường sắt đô thị (Ban Quản lý đường sắt đô thị), dữ liệu hiện trạng ảnh Lidar (Trung tâm Ứng dụng GIS), Google Map, và khảo sát thực địa.

4.5 Quy trình xử lý dữ liệu

Quy trình xử lý dữ liệu nhằm tính giá trị các vị trí xác định trạm đặt BRT gồm các bước:

i) Chuẩn bị dữ liệu: 13 lớp dữ liệu chuyên đề (dạng điểm).

ii) Tạo vùng đệm: sử dụng công cụ Multi Ring Buffer tạo các vùng đệm với khác khoảng cách {200, 400, 500}, đơn vị tính m. Gán thang điểm theo khả năng tiếp cận của hành khách đến trạm dừng BRT, điểm a{0, 1, 2, 3} được gán tương ứng với khoảng cách {> 500, 500 – 400, 400 – 200, 200 – 0}.

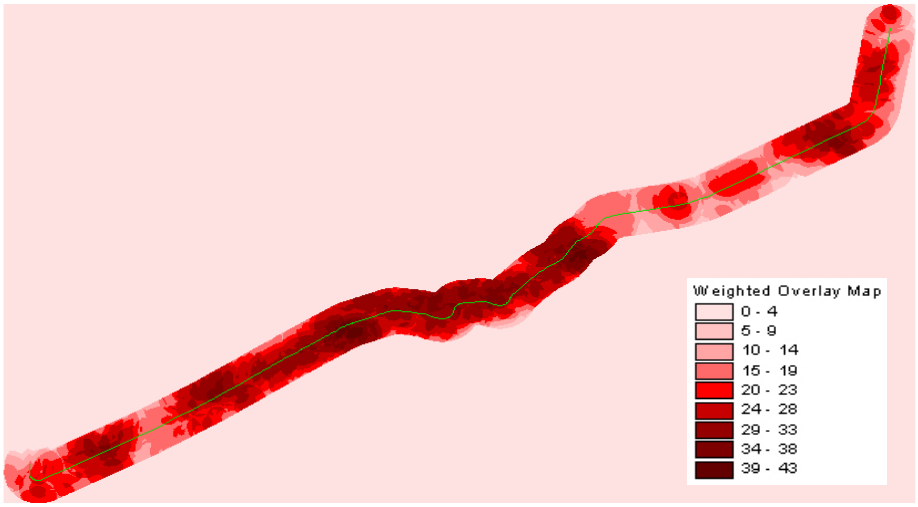
iii) Xử lý không gian: sử dụng các công cụ Clip, Erase, Merge để xử lý các lớp dữ liệu vùng đệm nhằm đồng nhất phạm vi không gian trước khi chồng lớp.

iv) Chồng lớp dữ liệu: sử dụng Model Builder thiết lập mô hình tính giá trị tất cả vị trí trong khu vực nghiên cứu [3]. Mô hình gồm chuyển tất các lớp chuyên đề sang định dạng grid và chồng lớp có trọng số (weighted overlay) tất cả các lớp. Trong đó, mỗi gridcell có kích thước 4x4 m và giá trị bằng tỉ lệ phần trăm của tích trọng số của tiêu chí với thang điểm, theo công thức (1). Kết quả chồng lớp được mô tả như ở Hình 2, trong đó các gridcell màu đỏ đậm có giá trị cao còn màu đỏ nhạt có giá trị thấp.

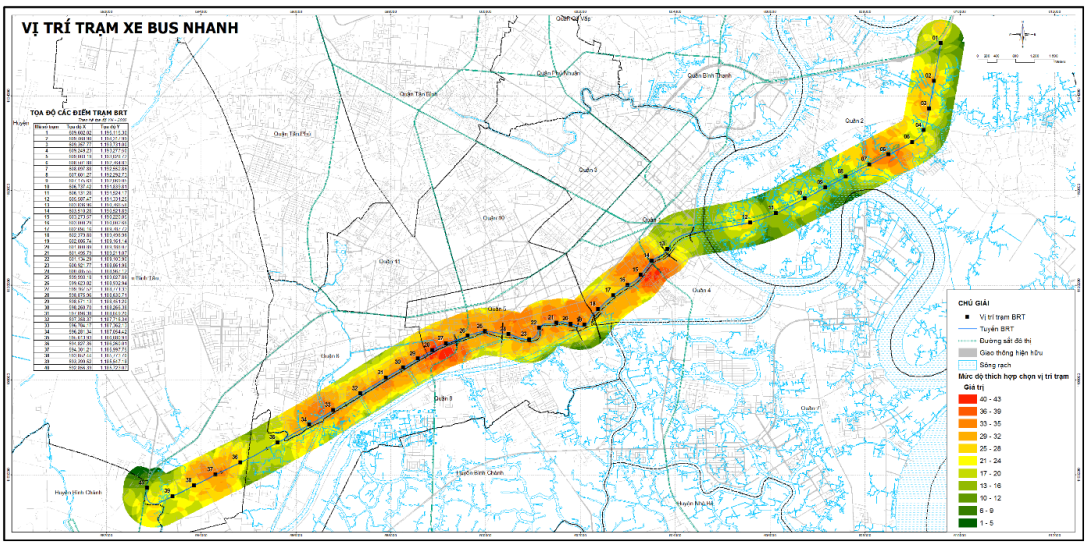
$$v_{ij} = \sum_{k=1}^{13} r_{k*} a_{ijk} \quad (1)$$

Trong đó, v_{ij} là giá trị sau chồng lớp của gridcell có tọa độ (i, j), a_{ijk} là giá trị điểm a{0, 1, 2, 3} của tiêu chí thứ k tại tọa độ (i, j), và r_k là trọng số của tiêu chí thứ k.

v) Xác định trạm: vị trí các trạm dừng BRT được chọn theo các tiêu chí sau: các vị trí có giá trị v_{ij} ưu tiên từ cao xuống thấp dọc theo tuyến, thỏa mãn khoảng cách tối thiểu 300 m và tối đa 800 m giữa 2 trạm kề nhau, và cách nút giao thông tối thiểu là 40 m [5].



Hình 2. Kết quả chồng lớp có trọng số từ tất cả các lớp chuyên đề tương ứng với các tiêu chí



Hình 3. Bản đồ thể hiện vị trí các trạm dừng BRT trên đại lộ Võ Văn Kiệt - Mai Chí Thọ

vi) Kết quả: các vị trí trạm BRT dọc đại lộ Võ Văn Kiệt – Mai Chí Thọ được xác định gồm có 40 trạm dừng. Trừ 2 trạm đầu cuối, các trạm dừng được phân nhóm hiển thị thành 15 trạm tại vị trí rất thích hợp, 15 trạm tại vị trí thích hợp và có 8 trạm tại vị trí bình thường, như được trình bày ở Hình 3. Trong đó, mức độ thích hợp được thể hiện dựa trên giá trị của vị trí và sự chênh lệch của nó so với giá trị của các vị trí xung quanh.

5. KẾT LUẬN

GIS và AHP là những công cụ hỗ trợ hiệu quả trong công tác lựa chọn vị trí các trạm dừng BRT. GIS hỗ trợ xử lý, phân tích không gian nhanh chóng, chính xác trong khi AHP hỗ trợ xác định trọng số dựa trên mức độ quan trọng của các tiêu chí. Sử dụng phương pháp AHP nhằm giảm tính chủ quan, tận dụng được tri thức, kinh nghiệm của nhiều chuyên gia trong lĩnh vực nghiên cứu. Kết quả thể hiện được quy trình tổng quát ứng dụng GIS và AHP để chọn vị trí các trạm dừng BRT và dựa trên quy trình này, áp dụng xác định vị trí các trạm dừng BRT dọc đại lộ Võ Văn Kiệt – Mai Chí Thọ. Theo đó, 40 trạm dừng BRT dọc đại lộ Võ Văn Kiệt – Mai Chí Thọ được xác định, trong đó ngoài hai vị trí trạm đầu và cuối, hầu hết các vị trí có giá trị cao nhất trên tuyến BRT và đảm bảo điều kiện khoảng cách giữa các trạm với nhau.

Locating Bus Rapid Transit stops using GIS and AHP: the Vo Van Kiet - Mai Chi Tho route in Ho Chi Minh City

- **Phan Hien Vu** [1]
- **Pham Thuy Linh** [2]
- **Nguyen Tuan Anh** [2]

[1] Ho Chi Minh city University of Technology, VNU-HCM, Vietnam

[2] Department of Planning – Architecture of HCMC, Vietnam

ABSTRACT

Bus Rapid Transit (BRT) is one of public vehicle systems in modern cities to provide transportation services fast, confortable, and cost saving. However, effectiveness of one BRT route depends on the locations of its stops. This study focuses on determining optimal locations to build the stops of a BRT route. Firstly, criteria having influences on effective operation of a BRT stop are explorered, consisting of i) traveling demands, e.g. buildings, offices, industrial parks, hopitals, etc; ii) public transportations, e.g. metro stations, bus stops, etc; and iii) roads, e.g. crossroads, parking lots, etc. Secondly, each criterion is assigned a weighted factor representative for its influence, determined by the AHP method. Finally, the progress of data processing in GIS environment is established to create a weighted overlay map from all criteria. Subsequently, locations having high values are reasonable to build BRT stops. This progress has been applied to locate BRT stops of the Vo Van Kiet – Mai Chi Tho route in Ho Chi Minh City. The result indicates 40 BRT stops along this route, and it is considered as a scientific reference to help the city government in decision making.

Keywords: *GIS, AHP, Bus Rapid Transit, Hochiminh City .*

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Ban Quản lý đầu tư xây dựng công trình giao thông đô thị Tp.HCM, *Phát triển giao thông xanh Tp.HCM*, Báo cáo kỹ thuật (2015).

[2]. Ủy ban nhân dân Tp.HCM, *Quy định tổ chức, quản lý, khai thác hoạt động vận tải khách công cộng bằng xe buýt trên địa bàn Tp.HCM*, QĐ 16/2010/QĐ-UBND (2010).

[3]. ESRI, *Arcgis 10.1 User Guide.*

[4]. Thomas L. Saaty, *Decision making with the analytic hierarchy process*, 83 - 95 (2008)

[5]. Walter Hook, *The BRT standard*, Institute for Transportation and Develovement Policy, Technical report (2012).