

Ứng dụng mô hình AHP để xây dựng mô hình lựa chọn nhà đầu tư bãi đỗ xe thông minh theo hình thức đối tác công tư (PPP) trên địa bàn thành phố Đà Nẵng

Application of the analytical hierarchy process model in developing a decision support model for the selection of smart parking investors in the form of a public-private partnership in Da Nang city

Mai Anh Đức^{1,*}, Hồ Bảo Uyên^{1,2}, Trần Sinh^{1,3}, Phạm Anh Đức⁴

¹Trường Đại học Bách khoa, Đại học Đà Nẵng

²Sở Giao thông vận tải thành phố Đà Nẵng

³Công ty Trách nhiệm hữu hạn Tư vấn Thiết kế và Xây dựng Anh Sinh

⁴Ban Khoa học và Hợp tác Quốc tế, Đại học Đà Nẵng

*Tác giả liên hệ: maduc@dut.udn.vn

Ngày nhận bài: 19/6/2024 ; Ngày chấp nhận đăng: 12/9/2024

Tóm tắt:

Nghiên cứu này áp dụng mô hình phân tích thứ bậc đa tiêu chí AHP để xây dựng mô hình lựa chọn nhà đầu tư bãi đỗ xe thông minh theo hình thức đối tác công tư trên địa bàn thành phố Đà Nẵng. Mô hình này chứa 03 tiêu chí chính và 15 tiêu chí nhánh. Các tiêu chí được sử dụng để đánh giá bao gồm năng lực - kinh nghiệm, kỹ thuật và tài chính - thương mại. Mô hình đề xuất được áp dụng để tính toán xếp hạng thứ tự ưu tiên đối với 04 nhà đầu tư. Nghiên cứu này cũng tiến hành đánh giá xếp hạng các nhà đầu tư dựa trên phần mềm Expert Choice. Kết quả xếp hạng cho thấy sự nhất quán với kết quả tính toán lý thuyết theo mô hình đề xuất. Mô hình đề xuất và kết quả xếp hạng các nhà đầu tư là căn cứ khoa học và có độ tin cậy cao để chủ đầu tư lựa chọn nhà đầu tư bãi đỗ xe thông minh theo hình thức PPP.

Từ khóa: Phương pháp quyết định đa tiêu chí; Phương pháp AHP; Xếp hạng nhà đầu tư; Bãi đỗ xe thông minh; Hình thức đối tác công tư (PPP).

Abstract:

This study develops a decision support model for the selection of smart parking investors in the form of public-private partnerships in Da Nang City based on an analysis hierarchy process model. The proposed model for selecting smart parking investors consists of three main criteria and 15 secondary criteria. The main criteria include ability-experience, technology, and finance-commerce. The proposed model was used to arrange the priority orders of four investors. The priority orders of four smart parking investors were also determined using Expert Choice software. The results from the Expert Choice software were consistent with those obtained by the proposed model. The proposed model and calculated results of the priority orders of smart parking investors are a scientific and reliable basis for owners to choose the best investor for smart parking in the form of public-private partnerships (PPP).

Keywords: Multi-criteria decision-making method; Analytical hierarchy process; Investor ranking; Smart parking; Public-private partnerships.

1. Giới thiệu

Với vị thế là một trong những đô thị lớn của Việt Nam, là trung tâm công nghiệp, thương mại, du lịch và dịch vụ khu vực miền Trung - Tây nguyên, Đà Nẵng, là đầu mối giao thông quan trọng về trung chuyển vận tải trong nước và quốc tế. Thành phố hiện nay đang đối mặt với tốc độ tăng lên nhanh chóng của dân số đô thị và lưu lượng giao thông. Nhất là với khu vực trung tâm thành phố, chịu áp lực lớn từ việc gia tăng các loại phương tiện giao thông cả về số lượng và chủng loại. Số lượng xe ô tô đăng ký mới trên địa bàn thành phố tăng rất nhanh với tốc độ gia tăng bình quân hơn 24,2% tính từ năm 2013 đến nay [1]. Bên cạnh đó, lượng xe ngoại tỉnh tham gia giao thông tăng thêm khoảng trên 21% [1]. Sự gia tăng nhanh chóng lưu lượng giao thông dẫn đến hệ thống hạ tầng giao thông đô thị nói chung, và số lượng bãi đỗ xe nói riêng không đủ đáp ứng lưu lượng giao thông thực tế. Kết quả thống kê năm 2022 cho thấy rằng, các bãi đỗ xe hiện trạng trên địa bàn 02 quận trung tâm của Đà Nẵng bao gồm quận Hải Châu và Thanh Khê chỉ đáp ứng được lần lượt khoảng 59,1% và 23,1% [1]. Sự thiếu hụt các bãi đỗ xe dẫn đến tình trạng lấn chiếm lòng và lề đường để đỗ xe. Tình trạng đỗ xe trên các tuyến đường gây ảnh hưởng lớn đến cảnh quan đô thị, cản trở giao thông, tiềm ẩn nguy cơ gây tai nạn giao thông và là một trong những nguyên nhân chính gây ùn tắc giao thông vào giờ cao điểm [2].

Với thực trạng quỹ đất dành cho hạ tầng giao thông nói chung và quỹ đất dành cho giao thông tĩnh nói riêng tại Đà Nẵng còn rất hạn chế, đặc biệt khu vực trung tâm. Do đó, việc quy hoạch, đầu tư và đưa vào vận hành các bãi đỗ xe thông minh được xem là một trong những giải pháp hiệu quả nhằm đáp ứng nhu cầu đậu đỗ xe ô tô tại nơi đây.

Giải pháp bãi đỗ xe thông minh có quy mô vừa và nhỏ với ưu điểm không đòi hỏi diện tích xây dựng lớn, có sức chứa gấp đôi đến gấp 50 lần bãi đỗ xe truyền thống và có thể đầu tư rải rác nhiều vị trí, đặc biệt, việc áp dụng công nghệ giúp người lái xe dễ dàng định vị nơi đỗ xe. Có thể thấy rằng, đây được đánh giá là một trong những giải pháp

tối ưu giải quyết triệt để tình trạng thiếu bãi đỗ xe ô tô cũng như hậu quả của việc đậu đỗ ô tô trên các tuyến đường gây ra.

Xây dựng các bãi đỗ xe thông minh trong khu vực đô thị đòi hỏi vốn đầu tư lớn. Việc đầu tư bãi đỗ xe thông minh tại Đà Nẵng đang gặp nhiều thách thức do nguồn vốn đầu tư công không đáp ứng được nhu cầu đầu tư mới và cải tạo hạ tầng giao thông. Bên cạnh đó, nhu cầu đầu tư trong phòng chống thiên tai, biến đổi khí hậu và xóa đói giảm nghèo đang được ưu tiên thực hiện. Vì vậy, đầu tư bãi đỗ xe thông minh theo hình thức PPP (Public - Private Partnership) được khuyến khích triển khai.

Lựa chọn nhà đầu tư (NĐT) để thực hiện bãi đỗ xe thông minh theo hình thức PPP đóng vai trò quyết định sự thành bại của dự án. Do đó, thông qua tổ chức đấu thầu rộng rãi, công khai và minh bạch là hình thức lựa chọn nhà thầu thích hợp để có thể chọn được NĐT đủ năng lực, từ đó, tận dụng vốn đầu tư tư nhân, triển khai dự án (DA) đúng tiến độ, nâng cao chất lượng dịch vụ cũng như thúc đẩy ứng dụng khoa học công nghệ trong vận hành bãi đỗ xe. Lựa chọn nhà đầu tư bãi đỗ xe thông minh theo hình thức PPP gói thầu BOT cần xem xét một cách tổng thể với nhiều tiêu chí được đánh giá nhằm đạt được mục tiêu đặt ra của dự án. Vì vậy, xác định các tiêu chí ảnh hưởng đến việc lựa chọn NĐT bãi đỗ xe thông minh theo hình thức PPP và áp dụng phương pháp đánh giá phù hợp để đo lường mức độ ảnh hưởng của các tiêu chí trong lựa chọn NĐT là hết sức quan trọng.

Phương pháp phân tích thứ bậc AHP (Analytical hierarchy process) đã trở thành một công cụ hiệu quả để giải quyết các vấn đề ra quyết định đa tiêu chí [3], [4]. Phương pháp AHP cho phép lượng hóa mức độ ảnh hưởng của các tiêu chí cho trước, từ đó, cho phép sắp xếp thứ tự ưu tiên các phương án và hỗ trợ đưa ra quyết định lựa chọn phương án tối ưu [5], [6]. Phương pháp AHP đã được nghiên cứu ứng dụng trong lĩnh vực xây dựng tại Việt Nam [6], [7], [8].

Quân [6] đề xuất sử dụng phương pháp AHP trong việc lựa chọn phương án thi công tầng hầm

công trình xây dựng xây chen trong thành phố. Phong [7] đề xuất xây dựng mô hình lựa chọn chủ nhiệm dự án dựa trên phương pháp AHP, Luân và Đạo [8] đề xuất xác định các yêu cầu đối với chất lượng thiết kế thuộc gói thầu thiết kế - thi công dựa trên phương pháp AHP.

Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả sử dụng phương pháp AHP để xây dựng mô hình lựa chọn NĐT bãi đỗ xe thông minh theo hình thức PPP. Các tiêu chí cần xem xét để đánh giá năng lực của NĐT trong thực hiện dự án bãi đỗ xe thông minh theo hình thức PPP được xác định đầu tiên. Tiếp theo, mức độ ảnh hưởng và trọng số của các tiêu chí được xác định theo phương pháp AHP. Cuối cùng, mô hình lựa chọn NĐT bãi đỗ xe thông minh được áp dụng để xếp hạng thứ tự ưu tiên các nhà thầu trong thực hiện bãi đỗ xe thông minh theo hình thức PPP.

2. Dự án đầu tư theo hình thức PPP, gói thầu BOT

2.1. Khái niệm hình thức PPP

Đầu tư theo hình thức đối tác công tư là một hình thức hợp tác dài hạn giữa nhà nước và nhà đầu tư tư nhân thông qua hình thức ký kết hợp đồng để thực hiện, quản lý, vận hành dự án kết cấu hạ tầng và cung cấp dịch vụ công [9]. Dự án đầu tư theo phương thức PPP sở hữu các đặc điểm chính sau:

(i) Hợp đồng dài hạn: Hợp đồng giữa nhà nước và tư nhân thường kéo dài 20 - 30 năm hoặc trên 30 năm, trong đó, khu vực tư nhân chịu trách nhiệm về thiết kế, xây dựng, tài chính, vận hành và bảo dưỡng dự án;

(ii) Phân chia rủi ro: Rủi ro được phân chia giữa nhà nước và nhà đầu tư tư nhân, trong đó, nhà nước chịu trách nhiệm về các khía cạnh pháp lý và quy định, nhà đầu tư tư nhân chịu trách nhiệm về rủi ro tài chính, kỹ thuật và vận hành;

(iii) Huy động nguồn tài chính tư nhân: PPP giảm bớt gánh nặng tài chính cho chính phủ thông qua huy động nguồn tài chính từ khu vực tư nhân;

(iv) Thúc đẩy đổi mới và hiệu quả: Kinh nghiệm và động lực từ lợi nhuận mang lại thúc đẩy

nhà đầu tư tư nhân luôn đổi mới và tăng tính hiệu quả trong quản lý dự án.

2.2. Gói thầu BOT

Căn cứ Luật Đầu tư theo phương thức đối tác công tư số 64/2020/QH14 [10], hợp đồng giữa nhà nước và nhà đầu tư tư nhân bao gồm 07 loại và được chia thành 03 nhóm:

(i) Nhóm hợp đồng áp dụng cơ chế thu phí trực tiếp từ người sử dụng hoặc tổ chức bao tiêu sản phẩm, dịch vụ công. Nhóm này gồm các loại hợp đồng BOT (Build-Operate-Transfer), BTO (Build-Transfer-Operate), BOO (Build-Own-Operate) và O&M (Operate and Manage);

(2) Nhóm hợp đồng áp dụng cơ chế nhà nước thanh toán trên cơ sở chất lượng sản phẩm, dịch vụ công. Nhóm này bao gồm các loại hợp đồng BTL (Build-Transfer-Lease) và BLT (Build-Lease-Transfer);

(3) Nhóm hợp đồng hỗn hợp (kết hợp giữa 06 loại hợp đồng nêu trên).

Trong 07 loại hợp đồng được sử dụng theo hình thức đầu tư PPP, hợp đồng BOT được sử dụng phổ biến nhất, trong đó, nhà đầu tư tư nhân tiến hành thiết kế và xây dựng theo các tiêu chuẩn, yêu cầu đã thống nhất với chính phủ. Sau khi xây dựng, nhà đầu tư tư nhân tiến hành vận hành, được tổ chức thu phí từ người sử dụng để thu hồi vốn đầu tư và đạt lợi nhuận. Khi hết thời hạn vận hành, nhà đầu tư tư nhân chuyển giao quyền sở hữu và quản lý dự án cho chính phủ.

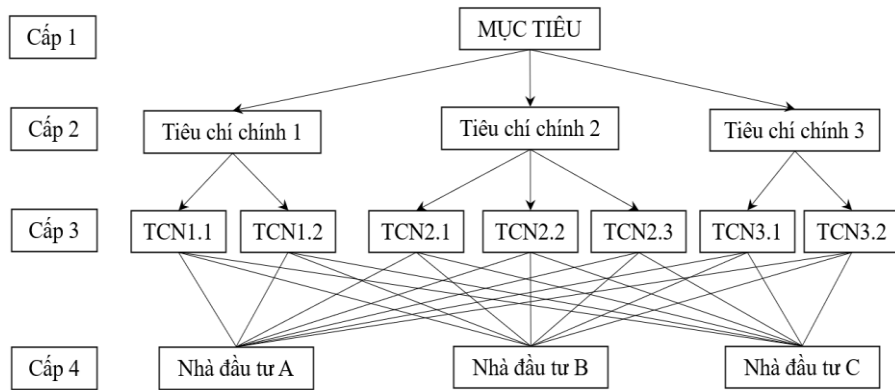
3. Phương pháp phân tích thứ bậc AHP

3.1. Khái niệm về phương pháp AHP

Phương pháp phân tích thứ bậc AHP được nghiên cứu và phát triển bởi nhà toán học Saaty, là một phương pháp phân tích định lượng sử dụng để phân tích, đánh giá và sắp xếp thứ tự ưu tiên các phương án thỏa mãn những tiêu chí cho trước [11]. Phương pháp AHP sử dụng cấu trúc thứ bậc (Hình 1) để mô hình hóa một vấn đề phức tạp bị ảnh hưởng bởi nhiều yếu tố. Cấu trúc thứ bậc có tối thiểu ba cấp độ bao gồm mục tiêu của dự án là cấp đầu tiên, các tiêu chí lựa chọn là cấp thứ hai

và các phương án lựa chọn là cấp cuối cùng (cấp n). Các tiêu chí lựa chọn có thể chứa các tiêu chí

nhỏ, vì vậy, có thể tạo ra nhiều cấp bậc [cấp 3 đến cấp $(n - 1)$] của cấu trúc thứ bậc.



Hình 1. Cấu trúc thứ bậc theo phương pháp AHP (TCN = Tiêu chí nhánh).

Theo phương pháp AHP, các cặp tiêu chí cùng thứ bậc được những chuyên gia trong lĩnh vực so sánh với nhau về mức độ quan trọng để đánh giá ảnh hưởng của các tiêu chí. Trong đó, mức độ quan trọng được đo lường bằng thang đo số học, đề xuất bởi Saaty. Do đó, việc sử dụng phương pháp AHP cho phép lượng hóa mức độ ảnh hưởng của các tiêu chí đến các phương án lựa chọn [11], [12].

3.2. Các bước lựa chọn phương án theo phương pháp AHP

Việc áp dụng mô hình AHP trong xếp hạng thứ tự ưu tiên các phương án và lựa chọn phương án phù

hợp được thực hiện thông qua 06 bước cơ bản như sau [5], [13]:

- (i) Phân tích vấn đề thực tế và xác định lời giải yêu cầu;
- (ii) Mô hình hóa bài toán theo phương pháp AHP bao gồm xác định mục tiêu của bài toán, các tiêu chí chính, tiêu chí nhánh (nếu có) và sơ đồ cấu trúc thứ bậc;
- (iii) Khảo sát ý kiến chuyên gia về mức độ quan trọng của các cặp tiêu chí. Sử dụng thang đo đề xuất bởi Saaty về mức độ quan trọng để so sánh các cặp tiêu chí.

Bảng 1. Thang đánh giá mức độ ưu tiên của các cặp tiêu chí.

Thang đo	Mức độ ưu tiên
1	Quan trọng như nhau
2	Quan trọng như nhau cho đến quan trọng hơn
3	Quan trọng hơn
4	Quan trọng hơn đến quan trọng hơn nhiều
5	Quan trọng hơn nhiều
6	Quan trọng hơn nhiều đến rất quan trọng
7	Rất quan trọng hơn
8	Rất quan trọng đến vô cùng quan trọng
9	Vô cùng quan trọng hơn

(iv) Thiết lập ma trận so sánh cặp (pair-wise comparisons). Kết quả tổng hợp ý kiến của các chuyên gia được sử dụng để lập ma trận so sánh

cặp. Ma trận so sánh cặp (nxn) có số dòng (n) và số cột (n) bằng số tiêu chí được sử dụng trong cây thứ bậc.

Bảng 2. Ma trận so sánh cặp của các tiêu chí.

Tiêu chí	A_1	A_n	...	A_n
A_1	1	$1/a_{21}$...	$1/a_{n1}$
A_2	a_{21}	1	...	$1/a_{n2}$
...
A_n	a_{n1}	a_{n2}	...	1
\sum	$\sum a_{n1}$	$\sum a_{n2}$...	$\sum a_{nn}$

Trong Bảng 2, a_{ij} là kết quả so sánh mức độ quan trọng giữa tiêu chí A_i với tiêu chí A_j là giá trị trung bình kết quả đánh giá của các chuyên gia ($a_{ij} > 0$). Giá trị $a_{ji} = 1/a_{ij}$ và $a_{ii} = 1$.

(v) Xác định trọng số của từng tiêu chí và tỷ số nhất quán.

- Xác định trọng số của từng tiêu chí (criteria weights)

Trọng số của các tiêu chí được xác định dựa trên ma trận vector trọng số của các tiêu chí. Trong đó, thành phần của ma trận vector trọng số (w_{ij}) được xác định theo công thức (1) là tỉ số giữa mức

độ ưu tiên với tổng trị số mức độ ưu tiên trong cột ($\sum a_{ni}$).

$$w_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad (1)$$

Giá trị của w_i được xác định bằng công thức (2).

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^n w_{ij}}{n} \quad (2)$$

Trong đó, w_{ij} là trọng số thành phần trên cùng một hàng của ma trận vector trọng số, n là số tiêu chí trong bảng ma trận so sánh, tổng điểm trọng số của các tiêu chí bằng 1 ($\sum_{i=1}^n w_i = 1$).

Bảng 3. Ma trận vector trọng số của các tiêu chí.

Tiêu chí	A_1	A_n	...	A_n	Trọng số
A_1	w_{11}	w_{12}	...	w_{1n}	w_1
A_2	w_{21}	w_{22}	...	w_{2n}	w_1
...
A_n	w_{n1}	w_{n2}	...	w_{nn}	w_n

- Xác định tỷ số nhất quán (**CR** – consistency ratio)

Tỷ số nhất quán (**CR**) được sử dụng để đo lường mức độ nhất quán của các chuyên gia trong đánh giá mức độ quan trọng các cặp tiêu chí. Nếu chỉ số $CR \leq 0.1$, ý kiến của các chuyên gia được xem là nhất quán, có độ tin cậy cao và được chấp thuận. Nếu chỉ số $CR > 0.1$, ý kiến của các chuyên gia được xem là không nhất quán, do đó, cần tiến hành khảo sát thêm. Chỉ số **CR** được xác định thông qua công thức (3).

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (3)$$

Trong đó, **CI** là chỉ số nhất quán (consistency Index), **RI** là chỉ số ngẫu nhiên (random index). **CI** được xác định bởi công thức (4), trong khi đó **RI** được xác định từ bảng tra (Bảng 4) phụ thuộc vào số lượng tiêu chí đánh giá.

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (4)$$

Trong đó, λ_{max} là giá trị riêng của ma trận so sánh được tính bởi công thức (5).

$$\lambda_{max} = \sum_{i=1}^n \left(w_i \times \sum_{j=1}^n a_{ij} \right) \quad (5)$$

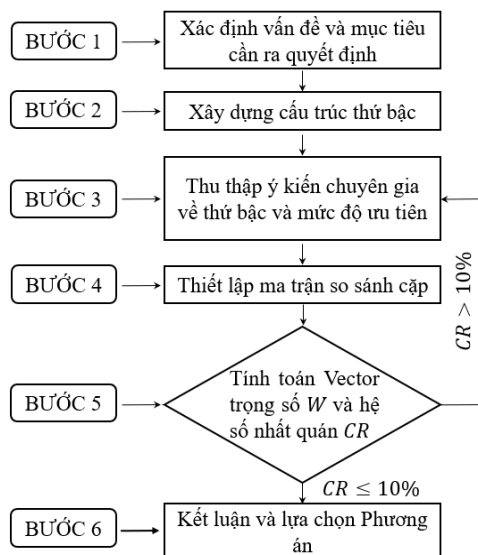
Bảng 4. Bảng xác định chỉ số ngẫu nhiên *RI*.

n	1	2	3	4	5	6	7
<i>RI</i>	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32
n	8	9	10	11	12	13	14
<i>RI</i>	1,41	1,45	1,49	1,51	1,54	1,56	1,57

(vi) Tổng hợp kết quả. Thực hiện tính điểm cho các phương án và sắp xếp thứ tự ưu tiên của từng phương án.

4. Xây dựng mô hình lựa chọn nhà đầu tư bãi đỗ xe thông minh theo hình thức PPP, gói thầu BOT theo mô hình AHP

Dựa trên trình tự áp dụng mô hình AHP trong lựa chọn dự án đầu tư xây dựng, quy trình lựa chọn NĐT bãi đỗ xe thông minh theo hình thức PPP được thể hiện trong Hình 2.



Hình 2. Quy trình lựa chọn nhà đầu tư bãi đỗ xe thông minh theo phương pháp AHP.

4.1. Tổ chuyên gia đánh giá

Tổ chuyên gia được thành lập nhằm đánh giá và lựa chọn nhà đầu tư bãi đỗ xe thông minh theo hình thức PPP loại hợp đồng BOT. Đó là những người có kinh nghiệm, chuyên môn (trên 10 năm) và đã từng tham gia trong công tác tham mưu hoặc

triển khai ít nhất 05 dự án PPP, am hiểu về công tác lựa chọn nhà đầu tư và những văn bản pháp luật hiện hành liên quan. Tổ chuyên gia có tổng cộng 05 người bao gồm 01 cán bộ Văn phòng Ủy ban Nhân dân thành phố, 01 cán bộ Sở Kế hoạch và Đầu tư, 02 cán bộ Sở Giao thông vận tải phụ trách đầu tư xây dựng và tài chính, 01 cán bộ thuộc Công ty Cổ phần Đầu tư xây dựng 501.

4.2. Đề xuất các tiêu chí lựa chọn nhà đầu tư

Zhang [14] dựa trên các nghiên cứu về tiêu chí lựa chọn nhà đầu tư tư nhân trong dự án PPP và các báo cáo bài học kinh nghiệm từ các dự án PPP thực tế đã đề xuất 04 tiêu chí lựa chọn nhà đầu tư tư nhân theo hình thức đối tác công tư bao gồm:

- (i) Tiêu chí về mặt tài chính;
- (ii) Tiêu chí về mặt kỹ thuật;
- (iii) Tiêu chí về mặt an toàn, sức khỏe và môi trường;
- (iv) Tiêu chí về mặt quản lý.

Liang và cộng sự [15] phân loại các nhóm tiêu chí trong đánh giá kết hợp nhà đầu tư tư nhân và cơ quan quản lý nhà nước đối với dự án đầu tư xây dựng hạ tầng kỹ thuật theo hình thức PPP:

- (i) Năng lực tài chính;
- (ii) Năng lực kỹ thuật;
- (iii) Năng lực quản lý;
- (iv) Kinh nghiệm liên quan;
- (v) Xếp hạng tín dụng;
- (vi) Bảo lãnh của nhà nước;
- (vii) Cam kết của nhà nước;
- (viii) Sự tín nhiệm của nhà nước;
- (ix) Chia sẻ rủi ro của nhà nước.

Ng và cộng sự [16] cho rằng việc xem xét các tiêu chí đánh giá cụ thể đối với nhà đầu tư tư nhân liên quan đến quá trình triển khai dự án PPP là cần thiết. Các tiêu chí đánh giá như sau:

- (i) Năng lực tài chính;
- (ii) Thiết kế và thi công dự án;

(iii) Trách nhiệm tổ chức hoạt động.

Kết quả tổng hợp kinh nghiệm trên thế giới về tiêu chí lựa chọn nhà đầu tư theo hình thức PPP cho thấy rằng tiêu chí cần xem xét để lựa chọn nhà đầu tư theo hình thức PPP bao gồm:

- (i) Tiêu chí năng lực kinh nghiệm của NĐT;
- (ii) Tiêu chí về mặt kỹ thuật;
- (iii) Tiêu chí về tài chính.

Dựa trên kết quả nghiên cứu đã công bố về dự án đầu tư theo hình thức PPP và thực tế đầu tư các dự án hạ tầng giao thông của Đà Nẵng, nghiên cứu này đề xuất 03 tiêu chí chính chứa 18 tiêu chí nhánh cần được xem xét trong việc đánh giá khi lựa chọn nhà đầu tư bãi đỗ xe thông minh theo hình thức PPP gói thầu BOT. Các tiêu chí đề xuất sau đó được đánh giá bởi các chuyên gia theo hình thức phỏng vấn sâu. Kết quả phỏng vấn cho thấy các chuyên gia hoàn toàn đồng ý với 03 tiêu chí chính đề xuất. Tuy nhiên số tiêu chí nhánh giảm xuống 15 tiêu chí sau khi khảo sát. Hình 3 thể hiện các tiêu chí chính và tiêu chí nhánh sau khảo sát trong lựa chọn nhà đầu tư bãi đỗ xe thông minh. Các tiêu chí chính bao gồm:

(i) Tiêu chí năng lực và kinh nghiệm (NL);

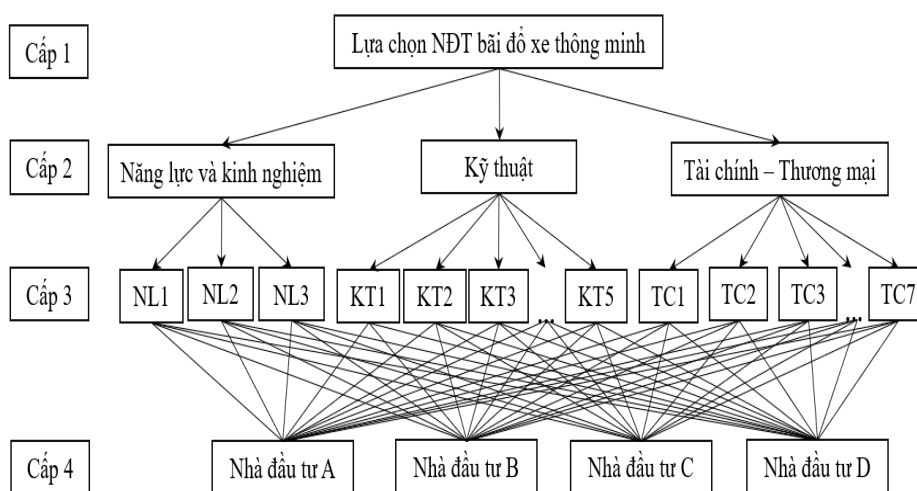
(ii) Tiêu chí về mặt kỹ thuật (KT);

(iii) Tiêu chí về tài chính – thương mại (TC).

Tiêu chí chính năng lực và kinh nghiệm bao gồm 03 tiêu chí nhánh: NL1 - Năng lực tài chính, nguồn lực nhà đầu tư; NL2 - Khả năng huy động tài chính; NL3 - Kinh nghiệm đầu tư, thực hiện vận hành, khai thác các dự án tương tự.

Tiêu chí chính về mặt kỹ thuật chứa 05 tiêu chí nhánh bao gồm: KT1 - Phương án kỹ thuật, giải pháp công nghệ; KT2 - Khả năng đáp ứng thực tế về phạm vi cung cấp, kỹ thuật và dịch vụ; KT3 - Quản lý chất lượng công trình, bảo dưỡng, duy tu và bảo hành; KT4 - Quản lý tổ chức hoạt động vận hành, khai thác bãi đỗ xe; KT5 - Hiệu quả kinh tế - xã hội, bảo vệ môi trường, phòng chống cháy nổ và đảm bảo an ninh - quốc phòng.

Tiêu chí chính về tài chính - thương mại chứa 07 tiêu chí nhánh bao gồm TC1 - Tổng vốn đầu tư và chi tiết phương án tài chính; TC2 - Cam kết nguồn cung cấp tài chính cho nhà đầu tư; TC3 - Thời gian khai thác, vận hành và chuyển giao công trình; TC4 - Mức góp vốn của nhà nước; TC5 - Cơ chế, điều kiện thanh toán; TC6 - Giá dịch vụ, điều kiện điều chỉnh giá; TC7 - Phương thức quản lý các rủi ro.



Hình 3. Sơ đồ cấu trúc thứ bậc lựa chọn nhà đầu tư bãi đỗ xe thông minh theo phương pháp AHP.

4.3. Tính toán trọng số các tiêu chí

Kết quả khảo sát được tổng hợp để tính toán trọng số các tiêu chí cũng như đánh giá mức độ nhất

quán kết quả khảo sát. Bảng 5 đến Bảng 9 trình bày kết quả khảo sát, trọng số các tiêu chí và mức độ nhất quán về kết quả khảo sát.

Bảng 5. Ma trận so sánh giữa các khía cạnh.

Tiêu chí	NL	KT	TC	W_i	Xếp hạng	λ_{max}	n	CI	CR
NL	1	3,600	0,733	0,401	2				
KT	0,278	1	0,323	0,131	3				
TC	1,364	3,093	1	0,468	1	3,024	3	0,012	0,023
$\sum a_{ij}$	2,641	7,693	2,057	1,0					

Ghi chú: NL = Năng lực - Kinh nghiệm; KT = Kỹ thuật; TC = Tài chính – Thương mại.

Bảng 6. Ma trận so sánh giữa các tiêu chí phụ thuộc tiêu chí chính năng lực – kinh nghiệm (NL).

Tiêu chí	NL1	NL2	NL3	W_i	Xếp hạng	λ_{max}	n	CI	CR
NL1	1	2,550	1,800	0,510	1				
NL2	0,392	1	1,700	0,274	2				
NL3	0,556	0,588	1	0,217	3	3,087	3	0,043	0,083
$\sum a_{ij}$	1,948	4,138	4,500	1,000					

Bảng 7. Ma trận so sánh giữa các tiêu chí phụ thuộc tiêu chí chính kỹ thuật (KT).

Tiêu chí	KT1	KT2	KT3	KT4	KT5	W_i	Xếp hạng	λ_{max}	n	CI	CR
KT1	1,000	2,200	1,467	1,500	2,000	0,302	1				
KT2	0,455	1,000	1,600	1,200	2,000	0,217	2				
KT3	0,682	0,625	1,000	1,400	1,500	0,188	3				
KT4	0,667	0,833	0,714	1,000	1,500	0,171	4	3,096	5	0,024	0,022
KT5	0,500	0,500	0,667	0,667	1,000	0,122	5				
$\sum a_{ij}$	3,303	5,158	5,448	5,767	8,000	1,000					

Bảng 8. Ma trận so sánh giữa các tiêu chí phụ thuộc tiêu chí chính tài chính – thương mại (TC).

Tiêu chí	TC1	TC2	TC3	TC4	TC5	TC6	TC7	W_i	Xếp hạng	λ_{max}	n	CI	CR
TC1	1	2,250	0,967	0,333	3,000	0,237	1,167	0,117	4				
TC2	0,444	1	0,967	0,467	0,467	0,237	0,967	0,073	6				
TC3	1,034	1,034	1	0,767	2,800	0,287	2,200	0,130	3				
TC4	3,000	2,143	1,304	1	2,600	0,900	3,000	0,213	2				
TC5	0,333	2,143	0,357	0,385	1	0,347	1,450	0,086	5	7,419	7	0,07	0,052
TC6	4,225	4,225	3,488	1,111	2,885	1	4,400	0,313	1				
TC7	0,857	1,034	0,455	0,333	0,690	0,227	1	0,068	7				
$\sum a_{ij}$	$\frac{10,89}{5}$	13,830	8,538	4,396	13,441	3,234	14,183	1					

Bảng 9. Bảng tổng hợp trọng số của từng tiêu chí.

Ký hiệu tiêu chí	Tiêu chí	Trọng số riêng	Trọng số của tiêu chí tương ứng	Trọng số ưu tiên trong cây thứ bậc
1. Năng lực – Kinh nghiệm (NL)				
NL1	Năng lực tài chính, nguồn lực nhà đầu tư	0,510	0,401	0,204
NL2	Khả năng huy động tài chính	0,274	0,401	0,110
NL3	Kinh nghiệm đầu tư, thực hiện vận hành, khai thác các dự án tương tự	0,217	0,401	0,087
2. Kỹ thuật (KT)				
KT1	Phương án kỹ thuật, giải pháp công nghệ	0,302	0,131	0,039
KT2	Khả năng đáp ứng thực tế về phạm vi cung cấp, kỹ thuật và dịch vụ	0,217	0,131	0,028
KT3	Quản lý chất lượng công trình, bảo dưỡng, duy tu và bảo hành	0,188	0,131	0,025
KT4	Quản lý tổ chức hoạt động vận hành, khai thác bãi đỗ xe	0,171	0,131	0,022
KT5	Hiệu quả kinh tế - xã hội, bảo vệ môi trường, phòng chống cháy nổ và đảm bảo an ninh - quốc phòng	0,122	0,131	0,016
3. Tài chính và thương mại (TC)				
TC1	Tổng vốn đầu tư và chi tiết phương án tài chính	0,117	0,468	0,055
TC2	Cam kết nguồn cung cấp tài chính cho nhà đầu tư	0,073	0,468	0,034
TC3	Thời gian khai thác, vận hành và chuyển giao công trình	0,130	0,468	0,061
TC4	Mức góp vốn của nhà nước	0,213	0,468	0,100
TC5	Cơ chế, điều kiện thanh toán	0,086	0,468	0,040
TC6	Giá dịch vụ, điều kiện điều chỉnh giá	0,313	0,468	0,146
TC7	Phương thức quản lý các rủi ro	0,068	0,468	0,032

5. Lựa chọn nhà đầu tư bãi đỗ xe thông minh dựa trên mô hình AHP

5.1. Tính toán lựa chọn nhà đầu tư dựa trên mô hình AHP

Dựa trên mô hình lựa chọn NĐT bãi đỗ xe thông minh theo hình thức PPP, loại hợp đồng BOT tại Đà Nẵng, nghiên cứu tiến hành lựa chọn 01 dự án thuộc Danh mục dự án trọng điểm thu hút đầu tư vào thành phố Đà Nẵng giai đoạn 2020 - 2025 theo Quyết định số 641/QĐ-UBND ngày 26/02/2021, thông tin dự án cụ thể:

(i) Tổng mức đầu tư dự kiến: 2.500 tỷ;

(ii) Địa điểm xây dựng: Khu vực trung tâm thành phố, trên địa bàn quận Sơn Trà và Ngũ Hành Sơn;

(iii) Thông số kỹ thuật: Đầu tư các bãi đỗ xe trên địa bàn thành phố đáp ứng nhu cầu đỗ xe trong trung tâm thành phố và ven biển;

(iv) Phân kỳ đầu tư: Giai đoạn 2020 - 2025;

(v) Hình thức đầu tư: PPP, hợp đồng BOT.

Giả định 04 NĐT (ký hiệu lần lượt là A, B, C, D) quan tâm đến dự án, để lựa chọn nhà đầu tư, tổ chuyên gia tiến hành thẩm định, đánh giá hồ sơ dự thầu của 04 NĐT. Sau khi có dữ liệu của các tiêu

chí, tiếp tục áp dụng mô hình AHP để xác định trọng số của từng NĐT tham gia dự thầu ứng với mỗi tiêu chí.

Bảng 10. Trọng số của từng nhà đầu tư với mỗi tiêu chí.

NĐT	NL			KT					TC						
	NL1	NL2	NL3	KT1	KT2	KT3	KT4	KT5	TC1	TC2	TC3	TC4	TC5	TC6	TC7
A	0,147	0,130	0,171	0,427	0,112	0,159	0,147	0,412	0,081	0,222	0,077	0,250	0,201	0,123	0,176
B	0,416	0,296	0,260	0,083	0,232	0,236	0,297	0,108	0,198	0,417	0,308	0,250	0,139	0,423	0,119
C	0,297	0,159	0,450	0,235	0,130	0,105	0,416	0,293	0,422	0,111	0,308	0,250	0,460	0,227	0,408
D	0,140	0,415	0,120	0,255	0,526	0,501	0,140	0,187	0,299	0,250	0,308	0,250	0,201	0,227	0,297

Ghi chú: NĐT = Nhà đầu tư.

Trọng số tổng hợp ($W_{NĐT}$) được xác định thông qua tổng hợp trọng số của NĐT cho từng tiêu chí riêng lẻ và trọng số của các tiêu chí:

$$W_{NĐT} = \sum_1^n (W_{NLI} \times W_i) + \sum_1^n (W_{KTI} \times W_i) + \sum_1^n (W_{TCi} \times W_i) \quad (6)$$

Trong đó, W_{NLI} ; W_{KTI} ; W_{TCi} lần lượt là trọng số thể hiện mức độ ảnh hưởng của dự án đối với tiêu chí nhánh thứ i thuộc tiêu chí chính năng lực -

kinh nghiệm; kỹ thuật và tài chính - thương mại; W_i là trọng số thể hiện mức độ ảnh hưởng của tiêu chí nhánh thứ i liên quan trong cây thứ bậc.

Kết quả xếp hạng thứ tự ưu tiên của các NĐT được thể hiện trong Bảng 11, qua đó thấy rằng, thứ tự ưu tiên của 04 nhà đầu tư lần lượt là nhà đầu tư B, C, D và A.

Bảng 11. Sắp xếp thứ tự ưu tiên của các nhà đầu tư.

STT	Nhà đầu tư	W	Thứ tự ưu tiên
1	NĐT A	0,169	4
2	NĐT B	0,310	1
3	NĐT C	0,287	2
4	NĐT D	0,252	3

5.2. Hệ thống hỗ trợ ra quyết định Expert Choice trong lựa chọn nhà đầu tư bãi đỗ xe thông minh

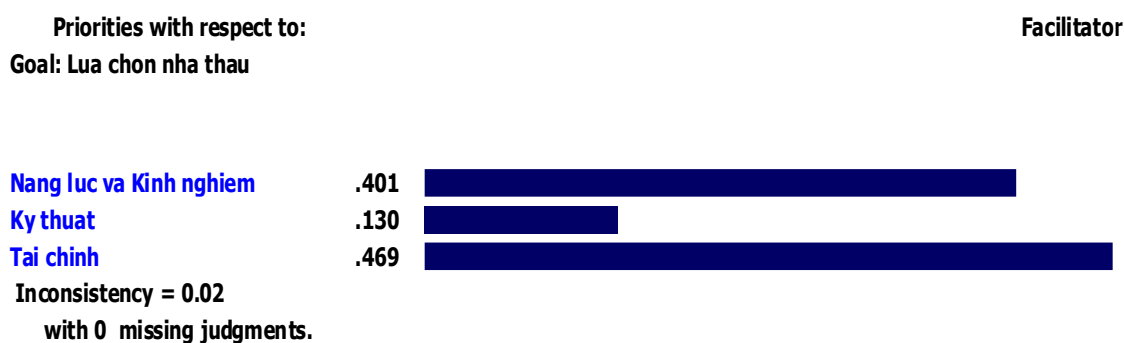
Phần mềm Expert Choice cho phép xây dựng cây tiêu chí, nhập dữ liệu khảo sát ý kiến chuyên gia

về so sánh mức độ quan trọng của các cặp tiêu chí (Hình 4) và đánh giá mức độ quan trọng của các cặp nhà đầu tư từ đó phần mềm Expert Choice đưa ra kết quả trọng số của các tiêu chí chính (Hình 5), tiêu chí nhánh (Hình 6) và sắp xếp thứ tự ưu tiên của các tiêu chí (Hình 7).

Graphical Assessment



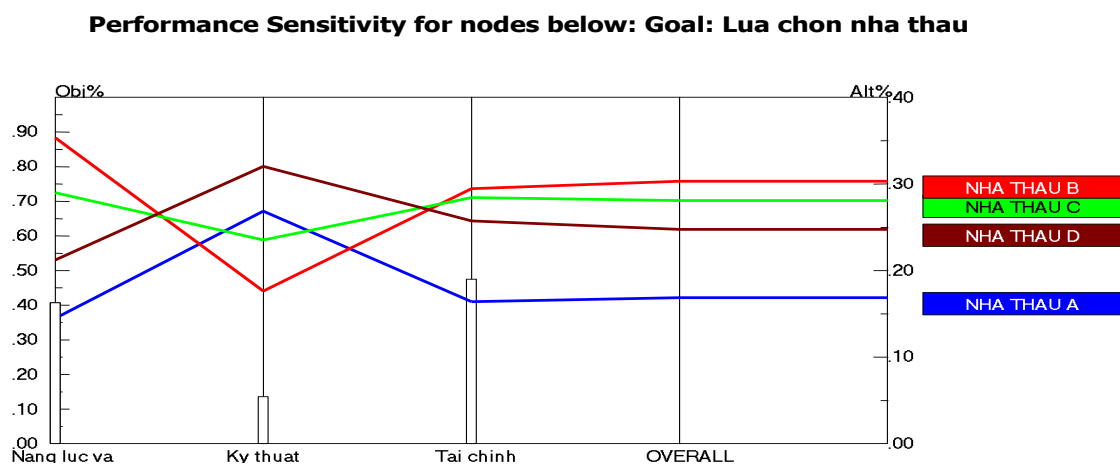
Hình 4. Nhập dữ liệu so sánh mức độ quan trọng của các cặp tiêu chí.



Hình 5. Kết quả từ phần mềm Expert Choice về trọng số các cặp tiêu chí chính.



Hình 6. Kết quả từ phần mềm Expert Choice về trọng số các cặp tiêu chí nhánh.



Hình 7. Xếp hạng các nhà đầu tư dựa trên các tiêu chí.

Như thể hiện trong Hình 4 đến Hình 7, kết quả tính toán trọng số các tiêu chí chính, các tiêu chí nhánh và sắp xếp thứ tự ưu tiên từ phần mềm hỗ trợ ra quyết định Expert Choice trùng khớp với kết quả tính toán thứ tự ưu tiên theo phương pháp AHP.

Sự trùng khớp về kết quả tính toán của phần mềm Expert Choice với phương pháp AHP cho thấy rằng phần mềm này cho phép tự động hóa quá trình đánh giá thứ tự ưu tiên của các nhà đầu tư theo phương pháp AHP. Từ đó, giúp nhà quản lý, đầu tư có thể đưa ra quyết định đầu tư một cách

nhANH chóng và chính xác. Đặc biệt, việc sử dụng phần mềm Expert Choice tiết kiệm thời gian trong việc lựa chọn nhà đầu tư cũng như tránh các sai sót khi thực hiện tính toán, sắp xếp thứ tự ưu tiên các nhà đầu tư với số lượng tiêu chí chính và tiêu chí nhánh quá lớn.

6. Kết luận và kiến nghị

Nghiên cứu này áp dụng mô hình phân tích thứ bậc đa tiêu chí AHP để xây dựng mô hình lựa chọn nhà đầu tư bãi đỗ xe thông minh theo hình thức đối tác công tư. Mô hình lựa chọn nhà đầu tư bãi

đồ xe thông minh bao gồm 03 tiêu chí chính (năng lực - kinh nghiệm, kỹ thuật và tài chính - thương mại) và 15 tiêu chí nhánh, trong đó, năng lực - kinh nghiệm bao gồm 03 tiêu chí nhánh, tiêu chí chính kỹ thuật gồm 05 tiêu chí nhánh và tiêu chí chính tài chính - thương mại với 07 tiêu chí nhánh.

Mô hình đề xuất được áp dụng để tính toán xếp hạng thứ tự ưu tiên đối với 04 nhà đầu tư bãi đỗ xe thông minh tại thành phố Đà Nẵng. Kết quả xếp hạng là cơ sở khoa học để chủ đầu tư lựa chọn nhà đầu tư bãi đỗ xe thông minh theo hình thức BOT.

Nghiên cứu này cũng tiến hành đánh giá xếp hạng các nhà đầu tư dựa trên phần mềm Expert Choice. Kết quả xếp hạng từ phần mềm nhất quán với kết quả tính toán lý thuyết theo mô hình AHP. Từ đó, nhận thấy, Expert Choice có thể thực hiện đánh giá xếp hạng các nhà đầu tư bãi đỗ xe thông minh nói riêng và các dự án đầu tư nói chung một cách nhanh chóng và chính xác.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Quỹ Phát triển Khoa học và Công nghệ - Đại học Đà Nẵng thông qua đề tài mã số B2021-DN02-02.

Tài liệu tham khảo

- [1] Ủy ban Nhân dân thành phố Đà Nẵng, *Báo cáo Đề án chi tiết về Quy hoạch kết cấu hạ tầng giao thông đường bộ (Giai đoạn 1), Hạng mục: Bãi đỗ xe*, kèm theo Quyết định số 4201/QĐ-UBND, 2019.
- [2] Đ.V. Hiệp, “Nghiên cứu áp dụng giải pháp quản lý nhu cầu đỗ xe cho các khu vực trung tâm đô thị ở Việt Nam,” *TCKHCN XD*, tập 11, số 03, tr. 50-58, 2017. [Online]. Available: <https://stce.hu ce.edu.vn/index.php/vn/article/view/781>
- [3] M. A. Đức, P. A. Đức, P. D. Tích và N. T. T. Nguyễn, “Ứng dụng phương pháp AHP trong lựa chọn dự án đầu tư hạ tầng giao thông đô thị sử dụng vốn ngân sách nhà nước trên địa bàn thành phố Tam Kỳ,” *Tạp chí Người Xây dựng*, số 381-382, tr. 72-78 và 80, 2024.
- [4] P. Q. Thanh, “Áp dụng phương pháp phân tích thứ bậc (AHP) để lựa chọn phương thức thực hiện dự án đầu tư xây dựng,” *TCKHCN XD*, tập

13, số 3V, tr. 125-135, 2019, doi: 10.31814/st ce.nuce2019-13(3V)-14.

- [5] T. T. T. Hà và Đ. H. Luân, “Sơ bộ đánh giá và sắp hạng năng lực của nhà thầu xây dựng dựa trên phương pháp phân tích thứ bậc,” *Tạp chí Khoa học và công nghệ - Đại học Đà Nẵng*, tập 11, số 120, tr.23-28, 2017. [Online]. Available: <https://jst-ud.vn/jst-ud/article/view/3595>
- [6] N. T. Quân, “Áp dụng phương pháp phân tích thứ bậc (AHP) để lựa chọn phương án công nghệ thi công xây dựng,” *Tạp chí kết cấu và công nghệ xây dựng*, số 17(II/2015), tr.21-29, 2015.
- [7] N. T. Phong, “Ứng dụng AHP để xây dựng mô hình lựa chọn chủ nhiệm dự án,” *Tạp chí khoa học Trường Đại học Mở Thành phố Hồ Chí Minh*, tập 6, số 1, 2011.
- [8] P. H. Luân và N. Đ. Đạo, “Ứng dụng phương pháp AHP (Analytic Hierachy Process) xác định các yêu cầu đối với chất lượng thiết kế thuộc gói thầu thiết kế - thi công,” *Tạp chí Xây dựng*, số 538, tr. 59-62, 2013.
- [9] P. T. Trang và P. C. Thọ, “Ứng dụng mô hình ra quyết định phân tích thứ bậc đa tiêu chí AHP để lựa chọn, xếp hạng các dự án đầu tư cơ sở hạ tầng kỹ thuật theo hình thức đối tác công tư (PPP) tại Đà Nẵng,” *Tạp chí Khoa học và công nghệ - Đại học Đà Nẵng*, tập 11, số 120, tr. 90-95, 2017. [Online]. Available: <https://jst-ud.vn/jst-ud/article/view/3821>
- [10] Luật Đầu tư theo Phương thức Đối tác Công tư, 64/2020/QH14, *Quốc hội*, 2020.
- [11] O.S. Vaidya and S. Kumar, “Analytic hierarchy process: An overview of applications,” *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 169, no. 1, pp. 1-29, 2006, doi: 10.1016/j.ejor.2004.04.028.
- [12] M. I. Merhi, “Evaluating the critical success factors of data intelligence implementation in the public sector using analytical hierarchy process,” *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 173, 2021, Art. no. 121180, doi: 10.1016/j.techfore.2021.121180.
- [13] N. H. Trường, “Áp dụng phương pháp phân tích thứ bậc (AHP) trong lựa chọn phương án thiết kế các dự án thủy lợi,” *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy lợi*, số 61, tr. 57-65, 2020.

- [14] X. Zhang, “Criteria for selecting the private-sector partner in public–private partnerships,” *Journal of Construction Engineering and Management*, vol. 131, no. 6, pp. 631-644, 2005, doi: 10.1061/(ASCE)0733-9364(2005)131:6(631).
- [15] R. Liang, C. Wu, Z. Sheng, and X. Wang, “Multi-criterion two-sided matching of public–private partnership infrastructure projects: Criteria and methods,” *Sustainability* vol. 10, no. 4, 2018, Art. no. 1178, doi: 10.3390/su10041178.
- [16] S. T. Ng, Y. M. W. Wong, and J. M. W. Wong, “Factors influencing the success of PPP at feasibility stage - A tripartite comparison study in Hong Kong,” *Habitat Int.*, vol. 36, no. 4, pp. 423-432, 2012, doi: 10.1016/j.habitatint.2012.02.002.