

LỰA CHỌN NHÀ CUNG CẤP VẬT LIỆU CHO NHÀ THẦU XÂY DỰNG BẰNG PHƯƠNG PHÁP AHP

Nguyễn Quốc Toàn^{a,*}, Nguyễn Thị Mỹ Hạnh^a

^a*Khoa Kinh tế và Quản lý xây dựng, Trường Đại học Xây dựng,
số 55 đường Giải Phóng, quận Hai Bà Trưng, Hà Nội, Việt Nam*

Nhận ngày 21/04/2020, Sửa xong 22/05/2020, Chấp nhận đăng 03/06/2020

Tóm tắt

Lựa chọn nhà cung cấp vật liệu là hoạt động quan trọng góp phần đảm bảo chất lượng, tiến độ của dự án và lợi nhuận của nhà thầu xây dựng. Trên cơ sở so sánh các phương pháp đánh giá lựa chọn đa mục tiêu trong đánh giá lựa chọn nhà cung cấp, bài báo đề xuất áp dụng phương pháp AHP để lựa chọn nhà cung cấp vật liệu. Tiêu chí lựa chọn nhà cung cấp vật liệu xây dựng cho nhà thầu tại Việt Nam thông qua khảo sát phỏng vấn chuyên gia. Kết quả của nghiên cứu cho thấy có 8 tiêu chí chính quan trọng trong việc lựa chọn nhà cung cấp vật liệu cho nhà thầu xây dựng Việt Nam bao gồm: Giá cả; thời gian giao hàng; chất lượng sản phẩm; chất lượng dịch vụ, bảo hành; khả năng đáp ứng nguồn hàng; năng lực của nhà cung cấp; tỷ lệ hàng hư hỏng và chính sách thanh toán. Thông qua ví dụ cụ thể cho bài toán lựa chọn nhà cung cấp thép cho công trường xây dựng bằng phương pháp AHP. Kết quả nghiên cứu đóng góp quan trọng cả về phương diện khoa học và thực tiễn trong hoạt động lựa chọn nhà cung cấp vật liệu nói riêng và hiệu quả hoạt động sản xuất kinh doanh của nhà thầu xây dựng nói chung.

Từ khóa: nhà cung cấp vật liệu; AHP; tiêu chí; nhà thầu thi công.

ASSESSMENT OF SUPPLIERS OF MATERIALS FOR CONTRACTORS BY AHP METHOD

Abstract

The selection of material suppliers is a significant activity that contributes to the efficiency, project progress, and construction contractors' income. Based on the analysis of multi-objective quality assessment approaches in the evaluation of supplier quality, the paper proposes to use the AHP approach to identify suppliers of materials. Criteria for choosing a contractors' supplier for building materials by expert interviews in Vietnam. The findings indicated that there are 8 main criteria in selecting suppliers of materials for Vietnamese construction contractors including price; delivery time; product quality; service quality, warranty; willingness to follow the source of products; supplier capacity; a percentage of damaged goods and payment policies. Approve detailed examples of steel suppliers selected for construction sites using the AHP process. This study makes a major contribution, both scientifically and practically, to the selection of suppliers of materials in particular, and the quality of construction contractors' production and business activities generally.

Keywords: material suppliers; AHP; criteria; contractors.

[https://doi.org/10.31814/stce.nuce2020-14\(3V\)-14](https://doi.org/10.31814/stce.nuce2020-14(3V)-14) © 2020 Trường Đại học Xây dựng (NUCE)

1. Mở đầu

Trước đây, việc lựa chọn nhà cung cấp (NCC) theo phương pháp truyền thống dựa trên tiêu chí giá cả [1]. Tuy nhiên, với sự phát triển của kinh tế thị trường, nếu chỉ dựa trên tiêu chí giá cả thì có

*Tác giả đại diện. Địa chỉ e-mail: toannq@nuce.edu.vn (Toàn, N. Q.)

thể sẽ không đánh giá lựa chọn chính xác NCC phù hợp. Sự lựa chọn trong điều kiện cạnh tranh gay gắt và thị trường chú trọng nhiều rủi ro đòi hỏi các doanh nghiệp phải lựa chọn dựa trên nhiều tiêu chí liên quan như môi trường, xã hội, chính trị và sự hài lòng khách hàng, bên cạnh những vấn đề truyền thống như chất lượng, giao hàng, chi phí và dịch vụ [1–4].

Trong xây dựng, vật liệu là một trong các yếu tố quyết định chất lượng, giá thành và thời gian thi công công trình. Thông thường, chi phí về vật liệu xây dựng chiếm khoảng 50% [5], riêng ở Việt Nam chiếm khoảng 45% chi phí xây dựng, là chi phí đầu vào chính trong sản xuất xây dựng [6]. Việc lựa chọn NCC có tầm quan trọng vô cùng lớn trong hoạt động sản xuất của nhà thầu xây dựng, đảm bảo cung cấp vật liệu với số lượng đầy đủ, chính xác, chất lượng đáp ứng yêu cầu của thi công với chi phí thấp và đúng thời điểm yêu cầu [7]. Lựa chọn và quản lý NCC phù hợp là điều kiện tiên quyết giúp nhà thầu thi công công trình đạt chất lượng đúng như mong muốn, theo tiến độ quy định, với giá cả hợp lý.

Trước tình hình cạnh tranh hết sức khốc liệt trong thị trường xây dựng, việc nghiên cứu, tìm kiếm NCC vật liệu xây dựng phù hợp là hết sức cần thiết đối với mỗi nhà thầu. Vấn đề cần đặt ra của mỗi nhà thầu liên quan đến bài toán ra quyết định đa tiêu chí (Multicriteria decision making - MCDM). Trong đó, phương pháp AHP là một trong các phương pháp định lượng có cấu trúc và phân tích các quyết định phức tạp, giúp cho nhà thầu xây dựng đưa ra quyết định tốt hơn [8]. Bài báo này xác định các tiêu chí chính trong việc lựa chọn NCC vật liệu và vận dụng phương pháp AHP để giúp nhà thầu xây dựng lựa chọn NCC vật liệu phù hợp cho công trường xây dựng.

2. Tổng quan các nghiên cứu

Lựa chọn NCC bản chất liên quan đến bài toán ra quyết định đa tiêu chí MCDM. Mô hình MCDM dựa trên cơ sở lý thuyết tập mờ là một công cụ hiệu quả dùng để giải quyết các vấn đề lựa chọn phức tạp bao gồm nhiều tiêu chuẩn cả định tính và định lượng với nhiều lựa chọn [9]. Các tiêu chuẩn định tính thường có đặc điểm khó phân định chuẩn xác, gây khó khăn cho việc tổng hợp kết quả đánh giá và đưa ra quyết định. Phương pháp MCDM sẽ lượng hóa các tiêu chuẩn này, tính toán tổng điểm của các đối tượng đánh giá theo trọng số của mỗi tiêu chuẩn và giúp người ra quyết định có được một cơ sở chắc chắn và chính xác hơn [10]. Trên thế giới đã có nhiều nghiên cứu ứng dụng MCDM trong mô hình lựa chọn NCC. Một số phương pháp MCDM được sử dụng riêng lẻ [1–4, 11–13] nhưng cũng có nhiều nghiên cứu sử dụng kết hợp các phương pháp để nâng cao hiệu quả sử dụng của chúng như: Eshtehardian và cs. sử dụng ANP và AHP cho lựa chọn NCC trong các công ty xây dựng và kỹ thuật dân dụng [14], Tabar và Charkhgard lựa chọn nhà cung cấp trong quản lý chuỗi cung ứng bằng cách sử dụng ANP và TOPSIS mờ [15], Sangeetha và Anila sử dụng AHP tích hợp với TOPSIS để lựa chọn nhà cung cấp trong xây dựng [16]. Senvar và cs. lựa chọn nhà cung cấp đa tiêu chí bằng phương pháp Promethee mờ [17], Nazeri và cs. đánh giá và lựa chọn nhà cung cấp trong quản lý chuỗi cung ứng bằng Fuzzy AHP [18]. Dickson đã mô tả tóm tắt và so sánh các ưu, nhược điểm của một số phương pháp thường được sử dụng trong bài toán MCDM tại Bảng 1 [19].

Phương pháp AHP (Analytic hierarchy process) là một trong số những kỹ thuật ra quyết định được áp dụng khi lựa chọn NCC theo nhiều tiêu chí, và các tiêu chí này ít nhiều xung đột với nhau. AHP có nhiều ưu điểm so với các phương pháp ra quyết định đa mục tiêu khác. Trong khi nhiều phương pháp khác gặp trở ngại trong việc xác định mức độ quan trọng của từng tiêu chí thì AHP xây dựng vấn đề thành một cấu trúc phân cấp, mức độ quan trọng của mỗi yếu tố rõ ràng, dễ điều chỉnh phù hợp với vấn đề. Vì vậy AHP được áp dụng tương đối phổ biến để giải quyết vấn đề, trong đó có lựa chọn NCC ở các ngành sản xuất khác nhau, ví dụ: lựa chọn NCC cho nhà máy sợi Polyamide [20], nhà máy dược phẩm ở Ghana [1], nhà máy thép [3], cho ngành công nghiệp quy mô nhỏ, quy mô trung bình và quy

Bảng 1. Tóm tắt các phương pháp được sử dụng trong bài toán MCDM

Phương pháp	Mô tả	Ưu điểm	Nhược điểm
AHP	- So sánh cặp giữa các lựa chọn thay thế với các tiêu chí khác nhau và ước tính trọng số của các tiêu chí.	- Dễ sử dụng, khả năng mở rộng dễ dàng. - Linh động, trực quan và nhất quán. - Vấn đề được xây dựng thành một cấu trúc phân cấp, mức độ quan trọng của mỗi yếu tố rõ ràng, dễ điều chỉnh phù hợp với kích thước nhiều vấn đề.	- Không có quy tắc trong xếp hạng, do đó có thể dẫn đến mâu thuẫn giữa việc phán xét và sắp xếp tiêu chí.
ELECTRE	Sử dụng để chọn giải pháp tốt nhất thuận lợi và ít xung đột với chức năng của tiêu chí khác	Thứ tự xếp hạng ưu tiên hơn được sử dụng	Tốn thời gian
TOPSIS	Dùng để xác định một sự thay thế mà gần với giải pháp lý tưởng nhất và xa giải pháp tiêu cực nhất trong một không gian toán đa chiều	- Quy trình đơn giản. - Dễ sử dụng và lập trình. - Số lượng các bước là giống nhau bất kể số lượng các thuộc tính	- Việc sử dụng ma trận không xem xét mối tương quan giữa các thuộc tính. - Khó khăn trong việc đo và giữ tính nhất quán của phương án
PROMETHEE		- Dễ sử dụng; không yêu cầu giả định rằng các tiêu chí là tương xứng	- Không cung cấp một phương pháp rõ ràng để gán trọng số
Grey theory	Xử lý các trường hợp dữ liệu không hoàn chỉnh, khắc phục những khuyết điểm của các phương pháp khác.	Thông tin hoàn hảo có một giải pháp duy nhất.	- Không cung cấp giải pháp tối ưu

mô lớn [2, 4], ... Trong ngành xây dựng, phương pháp AHP cũng được nghiên cứu là một trong các phương pháp để đánh giá lựa chọn NCC [13].

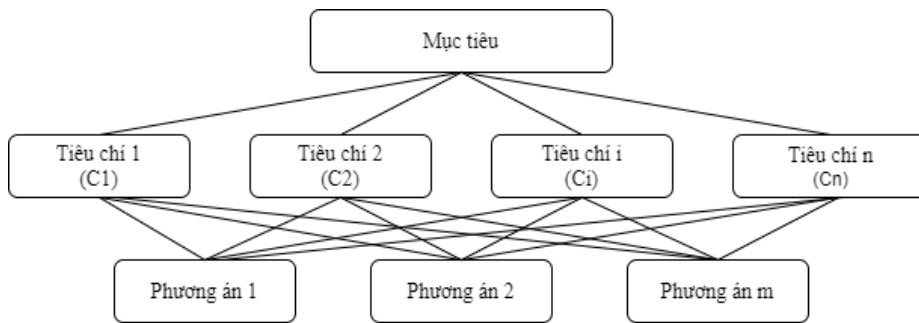
Tại Việt Nam, đã có một số nghiên cứu áp dụng AHP để giải quyết vấn đề ở các khía cạnh khác nhau trong ngành xây dựng như: Thắng và Quân [21] đã vận dụng phương pháp AHP để lựa chọn loại hợp đồng dự án sử dụng trong dự án thực hiện theo hình thức đối tác công tư; Quân [22] áp dụng phương pháp để lựa chọn phương án công nghệ thi công xây dựng; Thanh [23] áp dụng phương pháp này để lựa chọn phương thức thực hiện dự án đầu tư xây dựng; Luận và cs. ứng dụng phương pháp AHP xác định các yêu cầu đối với chất lượng thiết kế thuộc gói thầu thiết kế - thi công [24] và sử dụng phương pháp kết hợp AHP, VIKOR và TOPSIS trong công tác chọn thầu xây dựng [25]; Châu và cs. [26] đã đánh giá và đo lường mức độ rủi ro kỹ thuật trong xây dựng công trình giao thông đường bộ ở

Việt Nam thông qua phương pháp Fuzzy Analytical Hierarchy Process (PP F-AHP). Tuy nhiên trong áp dụng phương pháp AHP để đánh giá lựa chọn đơn vị cung ứng vật liệu cho các nhà thầu xây dựng tại Việt Nam thì chưa có nghiên cứu nào.

3. Phương pháp nghiên cứu

3.1. Phương pháp AHP

Nghiên cứu này ứng dụng phương pháp phân tích thứ bậc AHP trong lựa chọn NCC vật liệu xây dựng. Phương pháp được đề xuất bởi Saaty, một phương pháp ra quyết định, tính toán đơn giản, có cơ sở lý thuyết vững chắc hỗ trợ việc đánh giá, phân tích và ra quyết định lựa chọn các phương án cho trước hay xử lý các vấn đề ra quyết định đa thuộc tính [19]. AHP dùng để sắp xếp các phương án quyết định và chọn một phương án thỏa mãn tốt nhất các tiêu chí của người ra quyết định [8].



Hình 1. Sơ đồ minh họa cây phân cấp

AHP có 3 phân đoạn cơ bản: phân giải vấn đề cần giải quyết thành các thứ bậc, so sánh sự đánh giá của những phần tử theo cách so sánh cặp giữa các yếu tố và tổng hợp độ ưu tiên bằng cách xác định ma trận trọng số [19]. Trên cơ sở này, các bước phân tích AHP cụ thể như sau [8]:

- (1) Phân tích vấn đề và xác định lời giải yêu cầu;
- (2) Xác định các yếu tố và xây dựng cây phân cấp yếu tố;
- (3) Điều tra thu thập ý kiến chuyên gia về mức độ ưu tiên;
- (4) Thiết lập các ma trận so sánh cặp;

So sánh tiêu chí này với các tiêu chí khác nhằm đánh giá mức độ ưu tiên của chúng đối với vấn đề nghiên cứu. Mức ưu tiên được thu thập từ kinh nghiệm của các chuyên gia và được xác định theo thang đánh giá từ 1-9 như Bảng 2.

Bảng 2. Phân loại tầm quan trọng tương đối của các tiêu chí [8]

Thang đánh giá	Mức ưu tiên
1	Ưu tiên bằng nhau
3	Ưu tiên có sự trội hơn một ít
5	Ưu tiên nhiều hơn
7	Rất ưu tiên
9	Vô cùng ưu tiên
2, 4, 6, 8	Mức trung gian giữa các mức nêu trên

Bảng 3. Mức độ ưu tiên của các tiêu chí theo ý kiến của chuyên gia

Tiêu chí	C_1	C_2	...	C_n
C_1	a_{11}	a_{12}	...	a_{1n}
C_2	a_{21}	a_{22}	...	a_{2n}
...
C_n	a_{n1}	a_{n2}	...	a_{nn}

Việc so sánh này được thực hiện giữa các cặp tiêu chí với nhau và tổng hợp lại thành một ma trận gồm n dòng và n cột (n là số tiêu chí). Phần tử a_{ij} thể hiện mức độ quan trọng (mức ưu tiên) của tiêu chí hàng i so với tiêu chí cột j .

Mức độ quan trọng tương đối của tiêu chí i so với j được tính theo tỷ lệ k (k từ 1 đến 9), ngược lại của chỉ tiêu j so với i là $1/k$. Như vậy $a_{ij} > 0, a_{ij} = 1/a_{ji}, a_{ii} = 1$.

Trong ma trận này, mỗi phần tử đại diện cho 1 cặp so sánh cặp, các phần tử ở phía trên và phía dưới đường chéo có giá trị nghịch đảo nhau. Bước này nhằm xác định tiêu chí này với tiêu chí kia gấp bao nhiêu lần.

(5) Tính toán trọng số cho từng mức, từng nhóm yếu tố;

Tổng hợp số liệu về độ ưu tiên để có trị số chung của mức độ ưu tiên bằng cách:

- Tính tổng mỗi cột trong ma trận.
- Xác định trọng số bằng cách chia mỗi giá trị

cho tổng từng cột tương ứng.

- Gọi w_{ij} là trọng số, w_{ij} được tính theo công thức sau:

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

Tổng tất cả các trọng số phải là 100% hay bằng 1.

- Tính giá trị trung bình của mỗi hàng và giá trị này chính là trọng số của các tiêu chí (Average $(w_{i1} - w_{in})$)

(6) Tính tỷ số nhất quán (CR);

Tỷ số nhất quán (Consistency Ratio - CR) thể hiện sự nhất quán và thống nhất ý kiến của các chuyên gia trong quá trình tham gia thảo luận. Tỷ số này so sánh mức độ nhất quán với tính khách quan (ngẫu nhiên) của dữ liệu:

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (2)$$

trong đó RI là chỉ số ngẫu nhiên (Random Index), được xác định từ Bảng 5 và CI là chỉ số nhất quán (Consistency Index).

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (3)$$

với n là số chỉ tiêu; λ_{\max} là giá trị riêng của ma trận so sánh, được xác định như sau:

$$\lambda_{\max} = \sum_i^n \left(w_i \times \sum_j^n a_{ij} \right) \quad (4)$$

Tỷ số CR phải nhỏ hơn hay bằng 10% trong mọi trường hợp. Với các ma trận kích thước 3×3 , CR cần không lớn hơn 5%, với các ma trận kích thước 4×4 , CR cần không lớn hơn 9% [18]. Nếu CR lớn hơn các mức trên có nghĩa là sự đánh giá này không nhất quán, cần thực hiện lại bước 3,4,5;

(7) Thực hiện bước 3, 4, 5, 6 cho tất cả các mức và các nhóm yếu tố của cây phân cấp;

(8) Tính toán trọng số tổng hợp và nhận xét.

Bảng 4. Ma trận trọng số trung bình

Tiêu chí	C_1	C_2	...	C_n	Trọng số
C_1	w_{11}	w_{12}	...	w_{1n}	w_1
C_2	w_{21}	w_{22}	...	w_{2n}	w_2
...
C_n	w_{n1}	w_{n2}	...	w_{nn}	w_n

Bảng 5. Chỉ số ngẫu nhiên ứng với số nhân tố (RI) [17]

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
R	0	0	0,52	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

3.2. Phương pháp đo lường mức độ quan trọng của các tiêu chí

Tác giả sử dụng phương pháp chỉ số quan trọng tương đối (The Relative importance Index-RII) để đo lường mức độ quan trọng của các tiêu chí lựa chọn NCC vật liệu dựa trên khảo sát thu thập số liệu cần thiết.

Phương pháp RII sử dụng một thang đo thứ tự từ 1 đến 5 để xác định mức độ ảnh hưởng của từng nhân tố: 1- Rất không quan trọng; 2- Quan trọng rất ít; 3- Quan trọng trung bình; 4- Quan trọng; 5- Rất quan trọng. Để phân tích mức độ ảnh hưởng, phương pháp RII sử dụng công thức sau [27]:

$$RII = \frac{\sum_{i=1}^5 W_i \times X_i}{\sum_{i=1}^5 X_i} \quad (5)$$

trong đó W_i là đánh giá mức độ quan trọng theo thang đo thứ tự từ 1 đến 5 của người khảo sát; X_i là số lượng người khảo sát lựa chọn thang đo thứ i ; i là thang đo thứ tự từ 1 đến 5.

3.3. Đánh giá mức độ quan trọng của các tiêu chí lựa chọn nhà cung cấp

Để xác định mức độ quan trọng của các tiêu chí lựa chọn nhà cung cấp vật liệu cho doanh nghiệp xây dựng tại Việt Nam, trong một nghiên cứu trước, nhóm tác giả đã thực hiện một khảo sát 3 bước [28]:

- Bước 1: Thiết kế bảng hỏi. Các tác giả tiến hành phỏng vấn một số chủ nhiệm công trình để xây dựng sơ bộ bảng hỏi;

- Bước 2: Chọn lọc và hiệu chỉnh nhóm các câu hỏi dựa trên ý kiến đóng góp của chuyên gia;

- Bước 3: Hiệu chỉnh và hoàn tất phiếu khảo sát, tiến hành gửi bảng câu hỏi chính thức. Phiếu khảo sát được gửi tới các chuyên gia (quản lý cấp cao của doanh nghiệp thi công xây dựng, giám đốc dự án, chỉ huy trưởng công trường, nhân viên phòng chức năng (vật liệu, thị trường, ...) và kỹ sư hiện trường). Số phiếu thu về được xử lý kết quả, có 117 phiếu thỏa mãn.

Trong các vấn đề được đưa vào bảng hỏi, có vấn đề có 8 biến độc lập. Theo Hair và cs. [29], số mẫu tối thiểu cần thiết là: $n \geq 50 + 8 \times 8 = 114$. Số phiếu khảo sát thu về là 117 phiếu, đảm bảo về số lượng kích thước mẫu nên kết quả khảo sát có ý nghĩa thống kê.

Một nội dung quan trọng trong cuộc khảo sát này là đánh giá mức độ quan trọng của các tiêu chí lựa chọn NCC. Đã có nhiều tài liệu của các nhà nghiên cứu trước tìm hiểu về các tiêu chí lựa chọn NCC vật liệu trong sản xuất và trong xây dựng. Một số nghiên cứu cho rằng 3 tiêu chí: (1) chi phí/giá cả, (2) chất lượng và (3) thời hạn giao hàng là các tiêu chí rõ ràng và quan trọng nhất ảnh hưởng đến lựa chọn NCC mặc dù chúng có mức độ quan trọng khác nhau phù hợp với tính chất, mục tiêu của từng công ty [30, 31]. Trong nhiều trường hợp, đánh giá ba tiêu chí trên là đủ, tuy nhiên đối với các sản phẩm quan trọng cần phân tích cụ thể về khả năng của NCC và các tiêu chí đánh giá NCC chi tiết hơn [13]. Dickson khảo sát 273 người trưởng phòng mua hàng và xếp hạng 23 tiêu chí theo mức độ

quan trọng trong quá trình đánh giá và lựa chọn nhà cung cấp [19]. Hiện nay trong bối cảnh toàn cầu hóa, các tiêu chí lựa chọn NCC cung cấp từ các nghiên cứu trước được kế thừa, cải tiến, và bổ sung một số tiêu chí mới phù hợp như: tiêu chí độ tin cậy, độ linh hoạt, trách nhiệm môi trường, xã hội, khả năng đáp ứng JIT, ... Thiruchelvam và Tookey phát triển 36 tiêu chí, có kế thừa 23 tiêu chí của Dickson [32]. Kannan và Tan đã xác định 30 tiêu chí được sử dụng trong lựa chọn NCC. Các tiêu chí này phản ánh một loạt các thuộc tính của NCC bao gồm chi phí, chất lượng, hiệu suất giao hàng, khả năng và văn hóa [33]. Sangeetha và Anila đã sử dụng 39 tiêu chí trong nghiên cứu lựa chọn NCC vật liệu cho ngành xây dựng [16].

Nhóm tác giả dựa vào kết quả tổng hợp, phân tích các tài liệu trên kết hợp phỏng vấn một số chủ nhiệm công trình và quản lý cấp cao có quyền quyết định việc lựa chọn NCC, nhóm nghiên cứu chọn lọc đưa 8 tiêu chí (Giá cả; thời gian giao hàng; chất lượng sản phẩm; chất lượng dịch vụ, bảo hành; khả năng đáp ứng nguồn hàng; năng lực của NCC; tỷ lệ hàng hư hỏng và chính sách thanh toán) vào bảng hỏi.

4. Kết quả và thảo luận

4.1. Đánh giá mức độ quan trọng của các tiêu chí để lựa chọn NCC vật liệu xây dựng tại Việt Nam

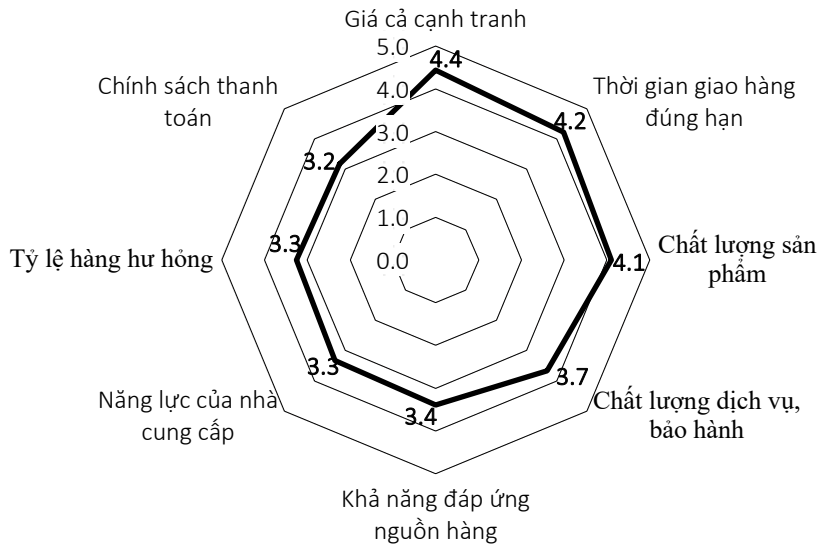
Các câu trả lời đều được phân thành 5 mức, ứng với (1) - Rất không quan trọng, (5) - Rất quan trọng. Dựa vào số liệu khảo sát thu được, nhóm tác giả tính tỷ lệ phần trăm (%) số phiếu cho mỗi mức độ đánh giá trên tổng số phiếu khảo sát đối với từng tiêu chí, sau đó tính chỉ số tương quan tương đối RII theo công thức (5). Kết quả phân tích được thể hiện ở Bảng 6 và Hình 2.

Bảng 6. Đánh giá và xếp hạng mức độ quan trọng các tiêu chí lựa chọn NCC [28]

TT	Tiêu chí	1	2	3	4	5	RII
		Số phiếu (%)	Số phiếu (%)	Số phiếu (%)	Số phiếu (%)	Số phiếu (%)	
1	Giá cả cạnh tranh	1/117 (0,9%)	3/117 (2,6%)	5/117 (4,3%)	43/117 (36,8%)	65/117 (55,6%)	4,4
2	Thời gian giao hàng đúng hạn	0/117 (0,0%)	2/117 (1,7%)	19/117 (16,2%)	47/117 (40,2%)	49/117 (41,9%)	4,2
3	Chất lượng sản phẩm	1/117 (0,9%)	8/117 (6,8%)	21/117 (17,9%)	35/117 (29,9%)	52/117 (44,4%)	4,1
4	Chất lượng dịch vụ, bảo hành	3/117 (2,6%)	18/117 (15,4%)	25/117 (21,4%)	39/117 (33,3%)	32/117 (27,4%)	3,7
5	Khả năng đáp ứng nguồn hàng	3/117 (2,6%)	20/117 (17,1%)	42/117 (35,9%)	32/117 (27,4%)	20/117 (17,1%)	3,4
6	Năng lực của NCC	7/117 (6,0%)	22/117 (18,8%)	43/117 (36,8%)	24/117 (20,5%)	21/117 (17,9%)	3,3
7	Tỷ lệ hàng hư hỏng	7/117 (6,0%)	25/117 (21,4%)	32/117 (27,4%)	29/117 (24,8%)	24/117 (20,5%)	3,3
8	Chính sách thanh toán	14/117 (12,0%)	17/117 (14,5%)	39/117 (33,3%)	28/117 (23,9%)	19/117 (16,2%)	3,2

Có thể thấy các tiêu chí lựa chọn NCC đều được những người tham gia khảo sát đánh giá là quan trọng (với mức trung bình > 3). Trong đó có 3 tiêu chí được đánh giá quan trọng hơn là tiêu chí về giá

cả (4,4), thời hạn giao hàng (4,2) và tiêu chí chất lượng (4,1). Các tiêu chí này được đánh giá rất quan trọng là phù hợp với giác độ của nhà thầu xây dựng, họ coi trọng lợi nhuận, thời hạn giao hàng (để đảm bảo tiến độ thi công, giảm chi phí và tăng uy tín của nhà thầu) và mong muốn mua được vật liệu có chất lượng tốt. Năm (5) tiêu chí còn lại được xếp sau các tiêu chí kể trên nhưng cũng được đánh giá rất quan trọng với nhà thầu.



Hình 2. Đánh giá mức độ quan trọng của tiêu chí lựa chọn NCC vật liệu [28]

Kết quả này phù hợp với các nghiên cứu trước ở trong nước và trên thế giới. Các tiêu chí cơ bản: giá cả, chất lượng và thời hạn giao hàng là những tiêu chí thường được sử dụng rộng rãi và có ý nghĩa quan trọng nhất. Ngoài ra còn phải kể đến các tiêu chí dịch vụ sau bán hàng, khả năng đáp ứng nguồn hàng, năng lực của NCC, tỷ lệ hàng hư hỏng, chính sách thanh toán, ... Sự lựa chọn tiêu chí nào còn tùy thuộc vào từng loại vật liệu, mục tiêu của người ra quyết định trong các trường hợp cụ thể.

4.2. Vận dụng phương pháp AHP lựa chọn nhà cung cấp thép cho công trường xây dựng

Nhà thầu xây dựng Y muốn lựa chọn nhà cung cấp thép cho công trường X trên địa bàn Hà Nội. Các tác giả vận dụng phương pháp AHP để lựa chọn nhà cung cấp thép cho công trường xây dựng X đáp ứng tốt nhất các tiêu chí mà nhà thầu đưa ra.

• Bước 1: Xác định nhà cung cấp giới hạn và các tiêu chí đánh giá quan trọng nhất

- Giả định qua các khâu đánh giá sơ bộ có 3 NCC được đưa vào danh sách ngắn để lựa chọn, lần lượt được ký hiệu là S1, S2, S3. Các NCC qua khâu đánh giá sơ bộ đều phải thỏa mãn các tiêu chí lựa chọn ở mức đạt yêu cầu cơ bản.

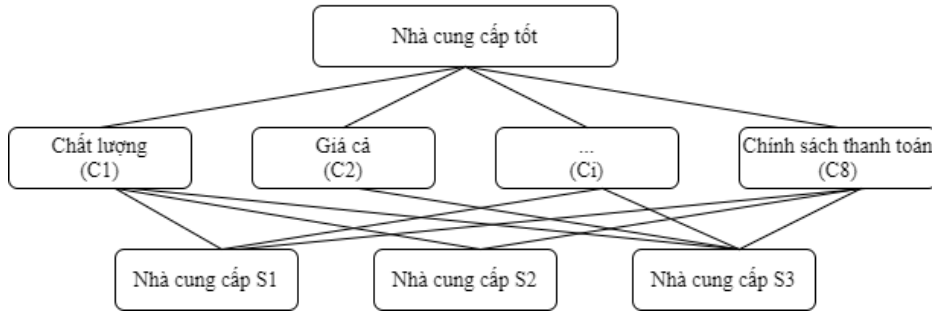
- Xác định các tiêu chí để lựa chọn 1 NCC thép tốt.

Qua nghiên cứu thực tiễn và tham khảo ý kiến chuyên gia (Bảng 6), các tác giả đưa 8 tiêu chí vào so sánh để lựa chọn NCC thép phù hợp (Bảng 7).

Bảng 7. Các tiêu chí lựa chọn NCC thép

Tiêu chí	Giá cả	Thời hạn giao hàng	Chất lượng	Chất lượng dịch vụ	Khả năng đáp ứng nguồn hàng	Năng lực của NCC	Tỷ lệ hàng hư hỏng	Chính sách thanh toán
Ký hiệu	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8

• Bước 2: Xây dựng sơ đồ cây phân cấp. Sơ đồ cấu trúc thứ bậc bắt đầu với mục tiêu lựa chọn NCC thép tốt nhất cho công trường X, được phân tích qua các tiêu chí lớn: chất lượng, giá cả, thời hạn giao hàng, chất lượng sản phẩm; chất lượng dịch vụ, bảo hành; khả năng đáp ứng nguồn hàng; năng lực của NCC; tỷ lệ hàng hư hỏng và chính sách thanh toán, cấp bậc cuối gồm các phương án NCC có thể lựa chọn S1, S2, S3 (Hình 3).



Hình 3. Sơ đồ minh họa cây phân cấp lựa chọn NCC tốt

• Bước 3: Điều tra thu thập ý kiến chuyên gia về mức độ ưu tiên. Các tác giả đã tiến hành phỏng vấn các chuyên gia về mức độ ưu tiên của các tiêu chí - chuyên gia ở đây là những người có kinh nghiệm trong việc ra quyết định lựa chọn NCC thép của nhà thầu xây dựng (trên quan điểm của nhà thầu xây dựng).

• Bước 4: Xây dựng ma trận so sánh các tiêu chí. Dựa vào ý kiến của các chuyên gia mà các tác giả thu thập và tổng hợp thành ma trận so sánh cặp (Bảng 8).

Bảng 8. So sánh mức độ quan trọng giữa các cặp tiêu chí theo ý kiến chuyên gia

Tiêu chí	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
C1	1	2	3	5	7	8	8	9
C2	1/2	1	2	4	6	7	7	8
C3	1/3	1/2	1	3	5	6	6	7
C4	1/5	1/4	1/3	1	3	4	4	5
C5	1/7	1/6	1/5	1/3	1	2	2	3
C6	1/8	1/7	1/6	1/4	1/2	1	1	2
C7	1/8	1/7	1/6	1/4	1/2	1	1	2
C8	1/9	1/8	1/7	1/5	1/3	1/2	1/2	1
Tổng	2,54	4,33	7,01	14,03	23,33	29,50	29,50	37,00

Trên quan điểm của nhà thầu, khi lựa chọn danh sách ngắn các NCC thì các NCC này phải đảm bảo chất lượng vật liệu theo yêu cầu. Chất lượng là tiêu chí đầu tiên để xem xét trong lựa chọn NCC, tuy nhiên khi các NCC đã đạt chất lượng yêu cầu thì nhà thầu sẽ quan tâm nhiều đến tiêu chí giá cả. Mức độ ưu tiên của các tiêu chí theo thứ tự: Tiêu chí C1 được đánh giá quan trọng nhất có mức ưu tiên cao nhất, sau đó lần lượt là các tiêu chí C2, C3, C4, C5, tiêu chí C6 và C7 được đánh giá ngang nhau, cuối cùng là tiêu chí C8 được đánh giá ít quan trọng nhất trong 8 tiêu chí được so sánh.

• Bước 5: Tính toán trọng số.

Từ kết quả trọng số của các tiêu chí tại Bảng 9, việc lựa chọn NCC thép của nhà thầu xây dựng Y cho công trường X ưu tiên theo thứ tự tiêu chí: Chi phí > thời hạn giao hàng > chất lượng sản phẩm

> chất lượng dịch vụ > khả năng đáp nguồn hàng > năng lực của NCC = tỷ lệ hàng hư hỏng > chính sách thanh toán.

Bảng 9. Trọng số các tiêu chí khi so sánh cặp

Tiêu chí	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	Trọng số tiêu chí
C1	0,394	0,462	0,428	0,356	0,300	0,271	0,271	0,243	0,341
C2	0,197	0,231	0,285	0,285	0,257	0,237	0,237	0,216	0,243
C3	0,131	0,116	0,143	0,214	0,214	0,203	0,203	0,189	0,177
C4	0,079	0,058	0,048	0,071	0,129	0,136	0,136	0,135	0,099
C5	0,056	0,039	0,029	0,024	0,043	0,068	0,068	0,081	0,051
C6	0,049	0,033	0,024	0,018	0,021	0,034	0,034	0,054	0,033
C7	0,049	0,033	0,024	0,018	0,021	0,034	0,034	0,054	0,033
C8	0,044	0,029	0,020	0,014	0,014	0,017	0,017	0,027	0,023

- Bước 6: Kiểm tra tính nhất quán

Với số tiêu chí là 8, tra theo Bảng 5 thì $RI = 1,41$, $\lambda_{\max} = 8,543$, $CI = 0,078$ nên $CR = 0,055 < 0,1$ (hay 10%) đạt yêu cầu.

- Bước 7: Lập lại các bước 3, 4, 5, 6 với các phương án theo từng tiêu chí.

- Với các thông tin mà nhà thầu xây dựng thu thập được từ các NCC (giả định), xây dựng được các ma trận so sánh cặp giữa các NCC với lần lượt các tiêu chí, sau đó tính toán trọng số các phương án.

- Giả sử, xét theo tiêu chí “giá cả” thì NCC S1 được đánh giá cao hơn NCC S2 và S3; NCC S2 được đánh giá thấp hơn NCC S1 nhưng cao hơn NCC S3. Kết quả ma trận trọng số được thể hiện ở Bảng 10.

Bảng 10. Ma trận trọng số của các NCC xét theo tiêu chí “Giá cả”

Nhà cung cấp	S1	S2	S3	Trọng số nhà cung cấp
S1	1	3	4	0,623
S2	1/3	1	2	0,239
S3	1/4	1/2	1	0,137

Kiểm tra tính nhất quán: Với số lượng NCC là 3, tra theo bảng 5 thì $RI = 0,52$, $\lambda_{\max} = 3,025$, $CI = 0,013$ nên $CR = 0,025 < 0,05$ (hay 5%) đạt yêu cầu.

- Giả sử, xét theo tiêu chí “thời hạn giao hàng”, NCC S1 được đánh giá thấp hơn NCC S2 và S3; NCC S2 được đánh giá cao hơn NCC S1 nhưng thấp hơn NCC S3, NCC S3 được đánh giá cao nhất. Kết quả ma trận trọng số được thể hiện ở Bảng 11.

Bảng 11. Ma trận trọng số của các NCC xét theo tiêu chí “Thời hạn giao hàng”

Nhà cung cấp	S1	S2	S3	Trọng số nhà cung cấp
S1	1	1/3	1/4	0,123
S2	3	1	1/2	0,320
S3	4	2	1	0,557

Tính toán tương tự, $CR = 0,023 < 0,05$ (hay 5%) là chấp nhận được.

- Giả sử, xét theo tiêu chí “chất lượng sản phẩm”, NCC S1 được đánh giá cao hơn NCC S2 và S3; NCC S2 được đánh giá thấp hơn NCC S1 và S3, NCC S3 được đánh giá thấp hơn NCC S1 nhưng cao hơn NCC S2 về tiêu chí chất.

Bảng 12. Ma trận trọng số của các NCC xét theo tiêu chí “Chất lượng sản phẩm”

Nhà cung cấp	S1	S2	S3	Trọng số nhà cung cấp
S1	1	5	4	0,681
S2	1/5	1	1/2	0,118
S3	1/4	2	1	0,201

CR = 0,037 < 0,05 (hay 5%) là chấp nhận được.

- Tương tự, ma trận so sánh cặp giữa các NCC với lần lượt các tiêu chí “chất lượng dịch vụ”, “Khả năng cung cấp nguồn hàng”, “Năng lực của NCC”, “Tỷ lệ hàng hư hỏng”, “Tỷ lệ hàng hư hỏng” được thể hiện tại Bảng 13 đến Bảng 17.

Bảng 13. Ma trận trọng số của các NCC xét theo tiêu chí “chất lượng dịch vụ”

Nhà cung cấp	S1	S2	S3	Trọng số nhà cung cấp
S1	1	3	2	0,539
S2	1/3	1	1/2	0,164
S3	1/2	2	1	0,297

CR = 0,011 < 0,05 (hay 5%) đạt yêu cầu.

Bảng 14. Ma trận trọng số của NCC theo tiêu chí “Khả năng cung ứng nguồn hàng”

Nhà cung cấp	S1	S2	S3	Trọng số nhà cung cấp
S1	1	1	1/2	0,250
S2	1	1	1/2	0,250
S3	2	2	1	0,500

CR = 0,0 chứng tỏ có sự nhất quán trong đánh giá.

Bảng 15. Ma trận trọng số của các NCC xét theo tiêu chí “Năng lực của NCC”

Nhà cung cấp	S1	S2	S3	Trọng số nhà cung cấp
S1	1	2	1/3	0,222
S2	1/2	1	1/6	0,111
S3	3	6	1	0,667

CR = 0,0 chứng tỏ có sự nhất quán trong đánh giá.

Bảng 16. Ma trận trọng số của các NCC xét theo tiêu chí “Tỷ lệ hàng hư hỏng”

Nhà cung cấp	S1	S2	S3	Trọng số nhà cung cấp
S1	1	5	3	0,648
S2	1/5	1	1/2	0,122
S3	1/3	2	1	0,230

CR = 0,005 < 0,05 (hay 5%) đạt yêu cầu.

Bảng 17. Ma trận trọng số của các NCC xét theo tiêu chí “Chính sách thanh toán”

Nhà cung cấp	S1	S2	S3	Trọng số nhà cung cấp
S1	1	1/5	1/4	0,098
S2	5	1	2	0,568
S3	4	1/2	1	0,334

CR = 0,031 < 0,05 (hay 5%) đạt yêu cầu.

- Bước 8: Tổng hợp kết quả

Bảng 18. Tổng hợp các kết quả tính toán

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
S1	0,623	0,123	0,681	0,539	0,250	0,222	0,648	0,098
S2	0,239	0,320	0,118	0,164	0,250	0,111	0,122	0,568
S3	0,137	0,557	0,201	0,297	0,500	0,667	0,230	0,334

Bảng 19. Ma trận trọng số tiêu chí

Tiêu chí	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
Trọng số	0,341	0,243	0,177	0,099	0,051	0,033	0,033	0,023

Nhân hai ma trận thể hiện trong Bảng 18 và Bảng 19 được kết quả:

S1	0,460
S2	0,230
S3	0,310

Nhận xét: Nếu xét theo lần lượt 8 tiêu chí thì NCC S1 có ưu thế vượt trội so với 2 NCC còn lại ở 4 tiêu chí: giá cả (C1), chất lượng (C3), chất lượng dịch vụ (C4), tỷ lệ hàng hư hỏng (C7). Các tiêu chí C2, C5, C6 và C8 đạt qua mức cơ bản. NCC S2 có ưu thế so với NCC S2 và S3 ở tiêu chí chính sách thanh toán (C8). NCC S3 có ưu thế hơn 2 NCC còn lại ở 3 tiêu chí: thời hạn giao hàng (C2), Khả năng cung cấp nguồn hàng (C5), Năng lực của NCC (C6).

Nhà thầu Y lựa chọn NCC không chỉ dựa trên kết quả của 1 tiêu chí mà tổng hợp kết quả trọng số xét trên cả 8 tiêu chí. Trọng số tổng hợp cuối cùng xét cho tất cả các tiêu chí của các NCC S1, S2, S3 lần lượt là 0,460, 0,230, 0,310. Theo kết quả này, các NCC có ưu thế lần lượt là S1 > S3 > S2. Vì vậy nhà thầu xây dựng Y nên chọn NCC S1 để cung cấp thép cho công trường X.

Mong muốn của nhà thầu xây dựng luôn là tìm được NCC vật liệu với giá thành rẻ nhất, chất lượng tốt nhất, có độ tin cậy giao hàng cao và khả năng cung cấp nguồn hàng ổn định trong suốt quá trình thi công công trình, ... Khi nhà thầu phải lựa chọn giữa các NCC thì kết quả được chọn sẽ là sự tổng hòa của các tiêu chí.

5. Kết luận và hướng nghiên cứu tiếp theo

Việc lựa chọn NCC phù hợp luôn là một nhiệm vụ khó khăn đối với nhà thầu xây dựng vì nó liên quan đến nhiều tiêu chí có mức độ ưu tiên khác nhau. Rất khó để đưa ra một phương pháp lựa chọn

NCC phù hợp với mọi loại vật liệu. Tuy nhiên AHP là phương pháp lựa chọn đa tiêu chí, phù hợp với các trường hợp ra quyết định phức tạp. Bằng việc so sánh cặp các tiêu chí dựa trên mức độ quan trọng của chúng đối với việc lựa chọn NCC sau đó so sánh đánh giá từng cặp chỉ tiêu dựa trên mức độ ưu tiên lựa chọn nếu xem xét riêng từng tiêu chí và kết hợp các góc độ đánh giá này lại cho kết quả so sánh tổng hợp có độ tin cậy cao.

Các tác giả đã sử dụng phương pháp phân tích thứ bậc AHP để giúp nhà thầu xây dựng lựa chọn được một NCC vật liệu tốt (với 8 tiêu chí và số lượng NCC hạn chế), phù hợp với điều kiện cụ thể. Trong trường hợp có nhiều tiêu chí so sánh hơn, có thể sử dụng phần mềm chuyên dụng, hoặc nhóm các tiêu chí thành nhiều nhóm hơn và giải quyết bài toán kết hợp AHP với một số phương pháp khác như tích hợp AHP với ANP (Analytic Network Process), hoặc AHP với TOPSIS, ... để tận dụng được lợi thế của mỗi phương pháp trong giải quyết vấn đề.

Nghiên cứu trong tương lai có thể được thực hiện với quy mô khảo sát số liệu đầy đủ, toàn diện hơn để vận dụng AHP vào thực tế cho nhiều khía cạnh của ngành xây dựng. Nhóm tác giả dự kiến tiếp tục phát triển hướng nghiên cứu sử dụng kết hợp các phương pháp ra quyết định đa tiêu chí trong lựa chọn NCC vật liệu để từng bước xây dựng chuỗi cung ứng vật liệu cho các nhà thầu xây dựng tại Việt Nam.

Tài liệu tham khảo

- [1] Asamoah, D., Annan, J., Nyarko, S. (2012). [AHP approach for supplier evaluation and selection in a pharmaceutical manufacturing firm in Ghana](#). *International Journal of Business and Management*, 7 (10):49–62.
- [2] Verma, D. S., Pateriya, A. (2013). Supplier selection through analytical hierarchy process: A case study in small scale manufacturing organization. *International Journal of Engineering Trends and Technology*, 4(5):1428–1433.
- [3] Tahriri, F., Osman, M. R., Ali, A., Yusuff, R., Esfandiary, A. (2008). [AHP approach for supplier evaluation and selection in a steel manufacturing company](#). *Journal of Industrial Engineering and Management (JIEM)*, 1(2):54–76.
- [4] Kumar, S., Parashar, N., Haleem, A. (2009). Analytical hierarchy process applied to vendor selection problem: Small scale, medium scale and large scale industries. *Business Intelligence Journal*, 2(2):355–362.
- [5] Samarasinghe, D. A. S., Tookey, J. E., Rotimi, J. O. B., Thiruchelvam, S. (2012). Supplier selection in the construction material purchasing function. *The 4th Annual American Business Research Conference*, United State of America, World Business Institute (WBI).
- [6] FPT Securities (2018). [Review 2018-Outlook 2019 \(2018\), Vietnam Economic situation](#). Truy cập ngày 07/4/2020.
- [7] Hùng, B. M., Toản, N. Q., Dung, N. T. (2017). *Kế hoạch sản xuất kinh doanh của doanh nghiệp xây dựng*. Nhà xuất bản Xây dựng, Việt Nam.
- [8] Saaty, T. L. (1980). *The analytical hierarchy process*. McGraw-Hill, New York.
- [9] Zadeh, L. A. (1965). [Fuzzy sets](#). *Information and Control*, 8(3):338–353.
- [10] Velasquez, M., Hester, P. T. (2013). *An analysis of multi-criteria decision making methods*. Norfolk, VA, USA.
- [11] Bruno, G., Esposito, E., Genovese, A., Passaro, R. (2012). [AHP-based approaches for supplier evaluation: Problems and perspectives](#). *Journal of Purchasing and Supply Management*, 18(3):159–172.
- [12] Narasimhan, R., Talluri, S., Mendez, D. (2001). [Supplier evaluation and rationalization via data envelopment analysis: an empirical examination](#). *Journal of Supply Chain Management*, 37(2):28–37.
- [13] Patil, A. A., Kumthekar, M. B. (2016). Supplier Evaluation and selection methods in construction industry. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 3(6):515–521.

- [14] Eshtehardian, E., Ghodousi, P., Bejanpour, A. (2013). [Using ANP and AHP for the supplier selection in the construction and civil engineering companies; case study of Iranian company](#). *KSCE Journal of Civil Engineering*, 17(2):262–270.
- [15] Tabar, A. A. Y., Charkhgard, H. (2012). [Supplier selection in Supply chain management by using ANP and fuzzy TOPSIS](#). *International Journal of Applied Physics and Mathematics*, 2(6):458.
- [16] Sangeetha, S., Anila P., V. (2016). Supplier selection in construction industry using AHP integrated with TOPSIS method: A Case study. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 5(8).
- [17] Senvar, O., Tuzkaya, G., Kahraman, C. (2014). Multi criteria supplier selection using fuzzy PROMETHEE method. *Supply Chain Management under Fuzziness*, Springer, 21–34.
- [18] Nazeri, A., Meftahi, H., Shaharoun, A. (2011). Supplier evaluation and selection in SCM using Fuzzy AHP. *3rd International Conference on Advanced Management Science IPEDR*, 19:60–72.
- [19] Dickson, G. W. (1966). [An analysis of vendor selection systems and decisions](#). *Journal of Purchasing*, 2(1):5–17.
- [20] Jin, H., Liu, C. L., Wang, X. Y. (2011). [AHP Approach for Supplier Selection in a Polyamide Fiber Plant in Supply Chain Management](#). *Advanced Materials Research*, 299:1252–1255.
- [21] Thăng, V. Q., Quân, N. T. (2015). [Áp dụng phương pháp phân tích thứ bậc \(AHP\) để lựa chọn loại hợp đồng dự án sử dụng trong dự án thực hiện theo hình thức đối tác công tư](#). *Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng (KHCN XD)-ĐHXD*, 9(1):104–109.
- [22] Quân, N. T. (2015). [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, Hội Kết cấu và công nghệ Việt Nam*, 17(2): 21–29.
- [23] Thanh, P. Q. (2019). [Áp dụng phương pháp phân tích thứ bậc \(AHP\) để lựa chọn phương thức thực hiện dự án đầu tư xây dựng](#). *Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng (KHCN XD)-ĐHXD*, 13(3V):125–135.
- [24] Luận, P. H., Đạo, N. Đ. (2013). Ứng dụng phương pháp AHP (Analytic Hierarchy Process) xác định các yêu cầu đối với chất lượng thiết kế thuộc gói thầu thiết kế - thi công. *Tạp chí Xây dựng*, 1:59–62.
- [25] Luận, P. H., Trâm, L. T. T. (2013). Sử dụng phương pháp kết hợp AHP, VIKOR và TOPSIS trong công tác chọn thầu xây dựng. *Review of Ministry of Construction*, (549):84–87.
- [26] Châu, N. V., Toàn, B. N., Phúc, N. Q. (2015). Đo lường mức độ rủi ro kỹ thuật trong xây dựng công trình giao thông đường bộ ở Việt Nam bằng phương pháp F-AHP. *Tạp chí Giao thông Vận tải*, (9):49–52.
- [27] Patil, S., Adavi, P. R. (2012). A survey study of supplier selection issues in construction supply chain. *International Journal of Engineering Research and Applications*, 2(5):1806–1809.
- [28] Toản, N. Q., Hạnh, N. T. M. (2019). Thực trạng lựa chọn nhà cung cấp vật liệu của các doanh nghiệp xây dựng Việt Nam. *Tạp chí Xây dựng*, (9):108–110.
- [29] Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E., Tatham, R. L. (1998). *Multivariate data analysis*. Macmillan Publisher, New York.
- [30] Johnsson, H. (2010). *Construction purchasing and supply chain management*. McGraw-Hill, Mexico City.
- [31] Ho, C., Nguyen, P.-M. (2007). Supplier evaluation and selection criteria in the construction industry of Taiwan and Vietnam. *Information and Management Sciences*, 18(4):403–426.
- [32] Thiruchelvam, S., Tookey, J. E. (2011). [Evolving trends of supplier selection criteria and methods](#). *International Journal of Automotive and Mechanical Engineering*, 4(1):437–454.
- [33] Kannan, V. R., Tan, K. C. (2002). [Supplier selection and assessment: Their impact on business performance](#). *Journal of Supply Chain Management*, 38(3):11–21.