

LỰA CHỌN PHƯƠNG ÁN CẢI TẠO HỆ THỐNG XỬ LÝ NƯỚC THẢI SINH HOẠT BẰNG PHƯƠNG PHÁP MOORA VÀ AHP

ĐẶNG TUẤN HẢI, NGUYỄN HIỀN THÂN
Khoa Khoa học quản lý, Đại học Thủ Dầu Một

Tóm tắt:

Ô nhiễm môi trường nước đang trở thành vấn đề được quan tâm trong xã hội. Nghiên cứu sử dụng phương pháp MOORA và AHP kết hợp hệ chuyên gia hỗ trợ ra quyết định lựa chọn phương án cải tạo hệ thống xử lý nước thải (XLNT) sinh hoạt cho nhà máy dệt may tại TP. Tân Uyên, tỉnh Bình Dương. Kết quả chỉ ra chỉ số MOORA cung cấp sự lựa chọn phương án tối ưu là cải tạo hệ thống XLNT theo công nghệ sinh học hiếu khí kết hợp thiếu khí.

Từ khóa: Hệ thống XLNT, nước thải, MOORA và AHP.

Nhận bài: 30/12/2022; Sửa chữa: 7/2/2023;

Duyệt đăng: 2/3/2023.

1. Đặt vấn đề

Nước là một tài nguyên vô cùng phong phú và quý giá đối với con người [1]. Mặt khác, mọi hoạt động kinh tế và dân sinh đều phát sinh ra nước thải sinh hoạt [2]. Hiện nay, Việt Nam là một trong 5 nhà xuất khẩu dệt may hàng đầu thế giới với thị phần 4-5%. Thị trường xuất khẩu chính của Việt Nam là Hoa Kỳ, EU và Nhật (chiếm trên 75% kim ngạch xuất khẩu hàng năm) với các sản phẩm may mặc chủ yếu là các sản phẩm từ bông và sợi tổng hợp cho phân khúc thị trường cấp trung và thấp [3].

Theo thống kê của Tập đoàn Dệt may Việt Nam (VINATEX) trong năm 2019, Việt Nam có 5.982 công ty dệt may, với lực lượng lao động chiếm hơn 20% lao động trong khu vực công nghiệp và gần 5% tổng lực lượng lao động toàn quốc. Phần lớn các công ty được đặt tại miền Nam (62%), còn lại nằm ở miền Bắc (30%), miền Trung và Tây Nguyên (8%). Trong đó, các công ty may chiếm tỷ trọng lớn (70%), còn lại là các công ty dệt (17%), kéo sợi (6%), nhuộm (4%), và ngành công nghiệp hỗ trợ (3%) [4]. Ngành may mặc có số lượng công nhân lớn nên nước thải phát sinh ra môi trường là vấn đề chính. Công ty may mặc tại Tân Uyên, Bình Dương có ngành nghề kinh doanh chính là "May trang phục, trừ trang phục từ da lông thú", sản xuất hàng thời trang cho các thương hiệu nổi tiếng trên thế giới. Hiện nay, công nghệ XLNT tại công ty đã không còn đáp ứng được quy chuẩn nước thải đầu ra. Do đó, cần

Selecting methods for reforming domestic wastewater treatment facilities using MOORA and AHP

Abstract:

Water pollution has emerged as a critical concern, necessitating effective measures for its mitigation. This study employs the MOORA and AHP methods, in conjunction with expert input, to facilitate decision-making in selecting an appropriate solution for enhancing the domestic wastewater treatment system at a textile factory located in Tan Uyen City, Binh Duong Province. The study findings indicate that the MOORA method presents an optimal alternative for upgrading the wastewater treatment system through the implementation of aerobic and anoxic biotechnologies.

Keywords: Domestic wastewater, wastewater, MOORA, AHP.

JEL Classifications: Q51, Q52, Q55, Q58.

đề xuất phương án cải tạo hệ thống XLNT sinh hoạt mới phù hợp với hiện trạng phát sinh nước thải và quy chuẩn nguồn tiếp nhận. Tuy nhiên, công nghệ XLNT hiện nay rất đa dạng và khó lựa chọn giữa các công nghệ có sự tương đồng.

Việc lựa chọn một công nghệ XLNT phụ thuộc vào nhiều vấn đề như kinh tế, xã hội, môi trường và kỹ thuật. Để giải quyết vấn đề này, công cụ hỗ trợ ra quyết định đa tiêu chí thường được sử dụng. Các công cụ phân tích đa tiêu chí được sử dụng phổ biến hiện nay như: đánh giá tỷ lệ phức tạp (COPRAS) [5], tối ưu hóa đa mục tiêu trên cơ sở phân tích tỷ lệ (MOORA) [6], trọng số cộng đơn giản (SAW) [7], TODIM [8], PROMENTHEE và VIKOR. Trong số các phương pháp hỗ trợ đa tiêu chí, thì MOORA là phương pháp nhận được sự quan tâm. Do đó, trong nghiên cứu này được sử dụng để lựa chọn công nghệ XLNT sinh hoạt cho công ty may mặc.

2. Dữ liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Dữ liệu

Dữ liệu sử dụng thu thập từ kết quả quan trắc môi trường định kỳ, tính toán, tham vấn chuyên gia, dữ liệu hoạt động sản xuất kinh doanh của Công ty may mặc tại Tân Uyên, Bình Dương năm 2021 và 2022.

2.2. Phương pháp MOORA

Phương pháp MOORA được giới thiệu lần đầu tiên bởi Brauers năm 2004. Đây là một kỹ thuật tối ưu hóa

đa mục tiêu có thể áp dụng thành công để giải quyết các vấn đề hỗ trợ ra quyết định phức tạp trong môi trường, trong đó các mục tiêu có thể xung đột nhau. MOORA trên cơ sở phân tích tỷ lệ gồm các bước được nêu trong nghiên cứu của Willem Brauers (2004) [9]:

Bước 1. Tính các giá trị chuẩn hóa p_{ij} với mọi $i = 1, 2, \dots, m$ và $j = 1, 2, \dots, n$, theo công thức:

$$p_{ij} = \frac{d_{ij}}{m + \sum_{i=1}^m d_{ij}^2}$$

Bước 2. Tính các độ Entropy e_j của mỗi tiêu chí C_j với mọi $j = 1, 2, \dots, n$ theo công thức:

$$e_j = \sum_{i=1}^m [p_{ij} \ln(p_{ij})] - (1 - \sum_{i=1}^m p_{ij}) \ln(1 - \sum_{i=1}^m p_{ij})$$

Ở đây, tiêu chí trọng số có thể được ước tính bằng cách sử dụng phương pháp AHP.

Bước 3. Tính các trọng số w_j của mỗi tiêu chí C_j với mọi $j = 1, 2, \dots, n$ theo công thức:

$$w_j = \frac{1 - e_j}{\sum_{i=1}^m (1 - e_j)}$$

Bước 4. Tính ma trận ra quyết định được chuẩn hóa: $X = [x_{ij}]_{m \times n}$, trong đó $x_{ij} = \frac{d_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m d_{ij}^2}}$ với mọi $i = 1, 2, \dots, m$ và $j = 1, 2, \dots, n$

Bước 5. Tính các ma trận ra quyết định sau khi đã chuẩn hóa với các trọng số $W = [W_{ij}]_{m \times n}$, trong đó

$$W_{ij} = w_j \times x_{ij}$$

Bước 6. Tính toán $P_i = \frac{1}{|B|} \sum_{j \in B} W_{ij}$ và $R_i = \frac{1}{|NB|} \sum_{j \in NB} W_{ij}$

Trong đó B là tập hợp các tiêu chí lợi ích và NB là tập hợp các tiêu chí không lợi ích, với mọi $i = 1, 2, \dots, m$.

Bước 7. Tính toán các giá trị ưu tiên

$$Q_i = P_i - R_i \text{ với mọi } i = 1, 2, \dots, m.$$

Bước 8. Xếp hạng các phương án

$$A_k > A_i \text{ nếu } Q_k > Q_i \text{ với mọi } i, k = 1, 2, \dots, m.$$

2.3. Phương pháp AHP

Phương pháp phân tích thứ bậc (*Analytic Hierarchy Process - AHP*) là một trong những phương pháp tính toán trọng số áp dụng cho các bài toán ra quyết định đa mục tiêu được đề xuất bởi Thomas L. Saaty. AHP là một phương pháp định lượng, dùng để sắp xếp các phương án quyết định và chọn một phương án thỏa mãn các tiêu chí cho trước [10]. Phương pháp AHP là phương pháp tối ưu nhất để xác định trọng số thỏa mãn cả 2 yêu cầu khách quan (tính nhất quán và thống kê) và chủ quan (mức ưu tiên trong phát triển hiện nay). Trong phương pháp này, việc so sánh dựa trên các câu hỏi: “A gấp mấy lần B”, “C quan trọng gấp mấy

lần B” [11]. Các bước xác định trọng số bằng phương pháp AHP như sau:

- Ta có các chỉ thị thích ứng được xem xét liên hệ trọng số của mỗi chỉ thị trong một nhóm chủ đề j đối với mục tiêu thích ứng với biến đổi khí hậu (G). Thiết lập các chủ đề I_j ($j = 1, 2, 3, \dots, n$).

- Tiến hành đánh giá so sánh bất cặp mức độ quan trọng của từng chủ đề theo thang điểm từ 1 – 9 [12]. Cụ thể tại Bảng 1:

Bảng 1. Giá trị đánh giá của Saaty trong so sánh bất cặp

Trị số	Mức quan trọng	Trị số	Mức quan trọng
1	Quan trọng bằng nhau	2	Quan trọng bằng nhau cho đến vừa phải
3	Quan trọng vừa phải	4	Quan trọng từ vừa phải đến khá quan trọng hơn
5	Hơi quan trọng hơn	6	Khá quan trọng cho đến rất quan trọng
7	Rất quan trọng	8	Rất quan trọng cho đến vô cùng quan trọng
9	Vô cùng quan trọng		

Kết quả đánh giá được thể hiện thành ma trận mối quan hệ của các chủ đề với nhau.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{21} & 1 & \dots & x_{2n} \\ M & M & M & M \\ 1/a_{n1} & 1/a_{n2} & \dots & 1 \end{bmatrix},$$

Tính tổng mức độ ưu tiên của từng cột và xác định trọng số:

$$\sum_{i=1}^n a_{j1}, \sum_{i=1}^n a_{j2}, \dots, \sum_{i=1}^n a_{jn}, w_i = a_{ij} / \sum_{i=1}^n a_{ij}. \text{ Vector trọng số thu được là các yếu tố: } W_{11}, W_{22}, W_{33}, \dots, W_{nn}. W = (W_{11}, W_{22}, W_{33}, \dots, W_{nn}) = \sum_{j=1}^n w_j = 1$$

Tiến hành kiểm tra độ nhất quán ma trận đánh giá so sánh giữa các chủ đề.

Ta có vectơ trọng số $\vec{W} = \begin{bmatrix} W_{11} \\ W_{22} \\ \dots \\ W_{nn} \end{bmatrix}$ và ma trận A từ ma trận đánh giá tầm quan trọng.

Tính nhất quán của ma trận A được tính như sau: Tính tổng vectơ trọng số W của từng hàng để có vectơ B :

$$\vec{B} = \sum_{j=1}^n a_{ij} = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \dots \\ b_n \end{bmatrix}$$

Chia mỗi phần tử của vectơ B cho thành tố tương ứng trong vectơ W ($W_{11}, W_{22}, W_{33}, \dots, W_{nn}$) cho ta vectơ mới c :

Bảng 2. Thang hệ số RI

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

Bảng 3. Tiêu chí lựa chọn phương án cải tạo hệ thống XLNT

STT	Chủ đề	Tiêu chí	Loại tiêu chí	Ký hiệu	Giải thích
1	Kinh tế	Chi phí đầu tư	-	C1	Chi phí đầu tư càng thấp sẽ càng tốt. Điều này giảm bớt chi phí tài chính cho chủ đầu tư
		Chi phí vận hành, bảo trì, bảo dưỡng	-	C2	Chi phí vận hành càng thấp sẽ càng tốt. Điều này giảm bớt chi phí tài chính cho chủ đầu tư
		Khả năng nâng cấp (công suất, hiệu quả xử lý...)	+	C3	Công nghệ có khả năng mở rộng về công suất hay cải thiện hiệu quả xử lý trong tương lai càng tốt
2	Xã hội, Kỹ thuật	Yêu cầu vận hành	-	C4	Yêu cầu nhiều lao động hay ít lao động, quá trình vận hành có đơn giản hay phức tạp
		Sự ổn định	+	C5	Đảm bảo hoạt động ổn định khi có sự thay đổi bất thường về chất lượng nước đầu vào, thời tiết và biến đổi khí hậu
3	Môi trường	Hiệu suất xử lý	+	C6	Hiệu suất xử lý cao, hạn chế rủi ro
		An toàn và thân thiện với môi trường	-	C7	Công nghệ để xuất tạo ra chất thải làm gia tăng ô nhiễm trong quá trình xử lý
		Tiết kiệm diện tích xây dựng	+	C8	Các phương án để xuất cần hạn chế phát sinh chất thải
		Tiết kiệm năng lượng	+	C9	Công nghệ có khả năng tiết kiệm năng lượng càng tốt

Chú thích: tiêu chí “+” là tiêu chí tích cực (giá trị càng lớn càng tốt), “-” là tiêu chí tiêu cực (giá trị càng lớn càng bất lợi).

$$\bar{c} = \begin{bmatrix} b_1 / w_1 \\ b_2 / w_2 \\ \vdots \\ b_n / w_n \end{bmatrix}, \lambda_{\max}$$
 là trung bình của các thành tố của vectơ c: $\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n c_j$. Sau đó tính chỉ số nhất quán

theo công thức: $CI = \frac{\max - n}{n - 1}$

Tính tỷ số nhất quán $CR = CI/RI$, $CR < 0,1$ ma trận đánh giá là hợp lý, ngược lại ta phải tiến hành đánh giá ở cấp tương ứng. Trong đó RI được lấy theo Bảng 2.

3. Kết quả nghiên cứu

3.1. Tiêu chí lựa chọn phương án nâng cấp, cải tạo hệ thống XLNT

Các tiêu chí để lựa chọn phương án cải tạo hệ thống XLNT bao gồm 9 tiêu chí [13] (Bảng 3).

3.2. Xác định trọng số tiêu chí cho các phương án cải tạo

Trọng số cho các tiêu chí được xác định bằng phương pháp AHP. Điểm so sánh cặp của các tiêu chí

Bảng 4. Ma trận tầm quan trọng của các tiêu chí

Tiêu chí	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
C1	1	5	7	9	7	2	3	3	3
C2	1/5	1	3	6	4	1/4	1/7	1/7	1/7
C3	1/7	1/3	1	3	1	1/7	1/5	1/5	1/5
C4	1/9	1/6	1/3	1	1/8	1/7	1/5	1/5	1/5
C5	1/7	1/4	1	8	1	1/8	1/4	1/4	1/4
C6	1/2	4	7	7	8	1	1/2	1/2	1/2
C7	1/3	7	5	5	4	2	1	1	1
C8	1/3	7	5	5	4	2	1	1	1
C9	1/3	7	5	5	4	2	1	1	1

được thực hiện thông qua ý kiến khảo sát của 3 chuyên gia trong lĩnh vực môi trường. Điểm trung bình tầm quan trọng so sánh cặp của 3 chuyên gia cho từng tiêu chí được sử dụng là điểm so sánh cặp cho các tiêu chí như Bảng 4.

Dựa vào điểm đánh giá các tiêu chí, tính giá trị trung bình hình học của từng hàng tiêu chí được trình bày ở Bảng 1. Lấy tiêu chí chi phí đầu tư làm ví dụ minh họa, ta có:

$$m_{C1} = \prod_{i=1}^9 a_{ij} = 1 \times 5 \times 7 \times 9 \times 7 \times 2 \times 3 \times 3 \times 3 = 11.9070$$

$$\overline{w_{C1}} = \sqrt[9]{m_{C1}} = \sqrt[9]{11.9070} = 3,66$$

Theo cách tương tự, trung bình hình học các tiêu chí lựa chọn phương án cải tạo hệ thống XLNT thu được như sau: $\{m_{C1}, m_{C2}, m_{C3}, m_{C4}, m_{C5}, m_{C6}, m_{C7}, m_{C8}, m_{C9}\} = \{0,80, 0,38, 0,21, 0,44, 1,66, 1,80, 1,80, 1,80\}$. Trọng số được xác định dựa vào giá trị trung bình hình học của các tiêu chí thu được. Chẳng hạn, trọng số tiêu chí chi phí đầu tư:

$$w_{C1} = \frac{\overline{w_{C1}}}{\sum_{i=1}^n \overline{w_{C1}}} = \frac{3,66}{12,56} = 0,29$$

Tương tự, trọng số cho các tiêu chí còn lại được xác định: $\{W_{C1}, W_{C2}, W_{C3}, W_{C4}, W_{C5}, W_{C6}, W_{C7}, W_{C8}, W_{C9}\} = \{0,29, 0,06, 0,03, 0,02, 0,03, 0,13, 0,14, 0,14, 0,14\}$.

Ma trận đánh giá độ nhất quán được thiết lập thông qua nhân trọng số và ma trận tầm quan trọng các tiêu chí để thu được vectơ B: $\vec{B} = \vec{A}\vec{w} = [2,27; 0,36; 0,28; 0,18; 0,38; 1,36; 1,36; 1,36; 1,36]$. Chia mỗi phần tử của vectơ B cho trọng số tương ứng trong vectơ W thu được vectơ mới c: $\vec{c} = [9,50; 9,89; 9,38; 10,60; 11,03; 10,23; 9,47; 9,47; 9,47]$. Tính trung bình của các thành tố của vectơ c thu được giá $\lambda_{max} = 9,89$. Chỉ số nhất quán của ma trận tầm quan trọng của các tiêu chí được xác định:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} = \frac{9,89 - 9}{9 - 1} = 0,11$$

$$\text{Tỷ số nhất quán CR thu được: } \frac{CI}{RI} = \frac{0,11}{1,45} = 0,08$$

Theo Tarek M. Zayed và Daniel W. Halpin [14], $CR = 0,08 < 0,1$ thì ma trận tầm quan trọng của các tiêu chí

Bảng 5. Tiêu chí và phương án cải tạo hệ thống XLNT sinh hoạt

Công nghệ xử lý			Công nghệ hiếu khí kết hợp thiếu khí giá thể bám dính	Công nghệ thiếu khí kết hợp màng MBR	Công nghệ hiếu khí kết hợp thiếu khí hiện hữu
Ký hiệu	Đơn vị	Loại	Phương án 1	Phương án 2	Phương án 3
C1	(Triệu đồng)	Min	500	650	400
C2	(Triệu đồng)	Min	295	295	231
C3	(Điểm số)	Max	8	9	9
C4	(Lao động)	Min	2	2	1
C5	(Điểm số)	Max	8	9	8
C6	(%)	Max	90	95	85
C7	(kg/năm)	Min	15	20	10
C8	(%)	Max	0	10	0
C9	(%)	Max	5	5	5

Bảng 6. Giá trị chuẩn hóa và trọng số AHP của các tiêu chí

Công nghệ xử lý				Công nghệ hiếu khí kết hợp thiếu khí giá thể bám dính	Công nghệ thiếu khí kết hợp màng MBR	Công nghệ hiếu khí kết hợp thiếu khí hiện hữu
Các mục tiêu lựa chọn	Tiêu chí	Đơn vị	Loại	Phương án 1	Phương án 2	Phương án 3
	C1	(Triệu đồng)	Min	0,53	0,6	0,6
	C2	(Triệu đồng)	Min	0,67	0,67	0,33
	C3	(Điểm số)	Max	0,55	0,62	0,55
	C4	(Lao động)	Min	0,58	0,61	0,54
	C5	(Điểm số)	Max	0,56	0,74	0,37
	C6	(%)	Max	0	1	0
	C7	(kg/năm)	Min	0,58	0,58	0,58
	C8	(%)	Max	0,53	0,6	0,6
	C9	(%)	Max	0,67	0,67	0,33

Bảng 7. Các kết quả tính toán P_i , R_i , Q_i và xếp hạng

Phương án	P_i	R_i	Q_i	Xếp hạng
Phương án 1	0,20	0,29	-0,09	3
Phương án 2	0,34	0,37	-0,03	2
Phương án 3	0,192	0,22	-0,028	1

là nhất quán và phù hợp. Do đó, trọng số cho các tiêu chí thu được cho các tiêu chí lựa chọn phương án cải tạo là phù hợp.

3.3. Lựa chọn phương án cải tạo hệ thống XLNT

Một số dữ liệu được tính toán các tiêu chí lựa chọn các phương án cải tạo hệ thống XLNT được tham vấn từ các kỹ sư của Công ty TNHH Môi trường Kaizen và Công ty TNHH O&M. Điểm đánh giá định lượng thang điểm từ 1 - 10 (1 là thấp nhất, 10 là điểm cao nhất) như Bảng 5.

Các tiêu chí lựa chọn phương án cải tạo hệ thống XLNT được chia làm 2 loại. Loại tích cực “Max” là tiêu chí có giá trị càng lớn càng tốt và loại tiêu cực “Min” có giá trị càng thấp càng tốt. Trên cơ sở dữ liệu, quá trình

chuẩn hóa dữ liệu được tiến hành theo phương pháp tỷ lệ Min-Max (Bảng 6).

Sau đó, nhân trọng số và giá trị chuẩn hóa của từng tiêu chí ta thu được ma trận quyết định cho các phương án cải tạo hệ thống XLNT sinh hoạt. Sau khi nhân trọng số và giá trị chuẩn hóa của từng tiêu chí, ta thu được P_i , R_i , Q_i và xếp hạng theo phương pháp MOORA như Bảng 7.

Kết quả phân tích MOORA cho thấy phương án 3 - “Cải tạo hệ thống XLNT theo công nghệ sinh học hiếu khí kết hợp thiếu khí hiện hữu” cho điểm số cao nhất -0,028.

4. Kết luận

Sử dụng các phương pháp thu thập dữ liệu và phương pháp MOORA để giải quyết phương án cải tạo hệ thống XLNT sinh hoạt cho Công ty may mặc tại TP. Tân Uyên, tỉnh Bình Dương. Chỉ số MOORA cho kết quả phương án tối ưu là cải tạo hệ thống XLNT theo công nghệ sinh học hiếu khí kết hợp thiếu khí hiện hữu ■

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Lê Hoàng Việt; Võ Thị Châu Ngân, “Giáo trình kỹ thuật XLNT,” trong Tập 1, Cần Thơ, Nhà Xuất bản Cần Thơ, 2014, tr. 1-3.
- [2] Lâm Minh Triết, “Giáo trình XLNT đô thị & công nghiệp,” Thành phố Hồ Chí Minh, Nhà Xuất bản Đại học Quốc gia, 2006, tr. 1-25.
- [3] Nguyễn Anh Vũ, “Ngành Dệt may Việt Nam,” Tạp chí Hiệp hội Dệt may Việt Nam (VITAS), 04, 2020.
- [4] Hà Cẩm, “Triển vọng kinh doanh của ngành dệt may trong năm 2019,” Tập đoàn Dệt may Việt Nam, 30 09 2019. Truy cập: <http://vinatex.com.vn/>.
- [5] Shubham D. A., “Multi-attribute sustainability assessment of wastewater treatment technologies using combined fuzzy multi-criteria decision-making techniques,” *Journal of Cleaner Production*, vol. 357, no. 10, p. 131849, 2022.
- [6] Gadakh V. S., “Application of MOORA method for parametric optimization of milling process,” *International Journal of Applied Engineering Research*, vol. 1, no. 4, pp. 743-758, 2011.
- [7] Vyas G. S. and Misal C. S., “Comparative study of different multi-criteria decision-making methods,” *International Journal on Advanced Computer Theory and Engineering*, vol. 2, no. 4, pp. 9-12, 2013.
- [8] Rangel, L.A.D., L.F.A.M. Gomes, and B.C.d.S. Souza, *A Comprehensive Evaluation of Engineering Students by a Multicriteria Methodology. IJORN3*, 2014. 3: p. 45-60.
- [9] Willem B., “Optimization methods for a stakeholder society. A revolution in economic thinking by multi-objective optimization,” *Technological and Economic Development*, Vol. 15, no. 2, pp. 352-375, 2004.
- [10] Thomas L. Saaty, “Decision making with the Analytic Hierarchy Process,” *Int. J. Services Sciences*, vol. 1, no. 1, pp. 83-98, 2008.
- [11] Nguyễn Kim Lợi và Trần Thống Nhất, *Hệ thống thông tin địa lý phần mềm Arcview 3.3*, Hồ Chí Minh: NXB Nông nghiệp, 2007.
- [12] Damjan K. and Peter G., “Fuzzy AHP assessment of water management plans,” *Water Resources Management*, vol. 22, no. 7, p. 877-894, 2008.
- [13] Bộ TN&MT, “Thông tư số 25/2019/TT-BTNMT về việc quy định chi tiết thi hành một số điều của Nghị định số 40/2019/NĐ-CP ngày 13/5/2019 của Chính phủ,” Hà Nội, 2019.
- [14] Zayed T. M., Halpin D. W., “Quantitative assessment for piles productivity factors,” *Journal of Construction Engineering and Management*, tập 3, số 130, pp. 405-414, 2004.