

Bài báo khoa học

Ứng dụng AHP kết hợp TOPSIS lựa chọn phương án khai thác sử dụng không gian biển phù hợp trên địa bàn huyện Côn Đảo, tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu

Nguyễn Hải Âu^{1*}, Nguyễn Thanh Điền²

¹ Viện Môi trường và Tài nguyên - Đại học Quốc gia Tp. Hồ Chí Minh;
haiauvtn@gmail.com

² Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu; dienbhd@gmail.com

*Tác giả liên hệ: haiauvtn@gmail.com; Tel.: +84-989115280

Ban Biên tập nhận bài: 20/3/2024; Ngày phản biện xong: 29/4/2024; Ngày đăng bài: 25/8/2024

Tóm tắt: Khai thác sử dụng không gian biển hướng đến mục tiêu phát triển Côn Đảo bền vững. Nghiên cứu này ứng dụng trọng số AHP kết hợp với kỹ thuật tích hợp ra quyết định TOPSIS xếp hạng thứ tự các phương án đánh giá hỗ trợ lựa chọn phương án phù hợp nhất. Dữ liệu được thu thập từ ý kiến các chuyên gia (ý kiến chuyên gia về mức độ quan trọng của các tiêu chí và mức độ phù hợp của các phương án trong định hướng khai thác sử dụng không gian biển) và các tài liệu theo 03 nhóm (Bảo vệ môi trường; Phát triển kinh tế và Cộng đồng xã hội). Kết quả tính toán AHP đã xác định được bộ trọng số cho các tiêu chí cấp 1 và cấp 2 có độ tin cậy được đánh giá cao dựa vào hệ số nhất quán CR nhỏ hơn 0,1. Từ giá trị trọng số tính toán được, kết quả mô hình tích hợp AHP-TOPSIS đã lựa chọn được phương án 2, kết hợp chặt chẽ giữa phát triển cảng biển với quản lý bảo vệ môi trường, bảo đảm sự phát triển bền vững, gắn liền với yêu cầu bảo đảm an ninh, quốc phòng. Gắn kết phát triển các hình thức du lịch với sự phát triển của cộng đồng dân cư, tạo công ăn việc làm cho người dân địa phương, nâng cao nhận thức về bảo tồn tài nguyên thiên nhiên. Theo phương án được chọn, huyện Côn Đảo được phân chia thành 5 vùng phát triển đáp ứng được với các tiêu chí hướng đến phát triển bền vững: (1) Vùng phát triển du lịch và bảo tồn thiên nhiên; (2) Vùng phát triển du lịch; (3) Vùng không gian biển sử dụng cho bảo tồn và nghiên cứu khoa học (4) Vùng vận tải biển và dịch vụ cảng; (5) Vùng phát triển cảng cá và khu neo đậu tránh trú bão.

Từ khóa: AHP; TOPSIS; Không gian biển; Côn Đảo; Bà Rịa - Vũng Tàu.

1. Đặt vấn đề

Quy hoạch không gian biển (QHKGB) hay còn gọi là định hướng khai thác sử dụng không gian biển, nhằm phân tích và phân bổ sự phân bố không gian của các hoạt động của con người ở các khu vực biển để đạt được các mục tiêu sinh thái, kinh tế và xã hội, ngày càng được coi là một hoạt động quan trọng để biến việc quản lý các vùng biển dựa trên hệ sinh thái thành hiện thực [1]. Quy hoạch không gian biển xuất phát cách đây khoảng 30 năm, từ hoạt động phân vùng chức năng ở Công viên biển quốc tế rạn san hô Great Barrier, đông bắc Australia [2], cho phép các hoạt động đa mục đích, bao gồm duy trì đa dạng sinh học và hệ sinh thái (HST) tạo ra dải san hô lớn, quản lý tác động của việc gia tăng hoạt động giải trí, mở rộng du lịch và thương mại,... đồng thời quản lý các tác động rủi ro ô nhiễm từ đất liền và hàng hải, bảo vệ được các khu vực cụ thể. Những năm sau đó, phân vùng chức năng được áp dụng rộng rãi trong các hoạt động quản lý hệ thống các khu bảo tồn biển (KBTB) toàn

cầu, khu vực và các quốc gia. Các nhà ra quyết định xem đây là công cụ kỹ thuật hữu hiệu trong quá trình triển khai kế hoạch quản lý sau khi được cơ quan có thẩm quyền phê duyệt. Đặc biệt, hầu hết các ứng dụng tốt về phân vùng chức năng được áp dụng trong quản lý KBTB và các khu dự trữ tự nhiên biển ở Hoa Kỳ [3].

Trong những năm gần đây, các quốc gia khác nhau đã bắt đầu sử dụng QHKGB hoặc quy hoạch đại dương để giảm thiểu các xung đột và sử dụng tài nguyên biển, ven biển bền vững hơn. Tại Bỉ [3], QHKGB nhằm mục đích đạt được cả hai mục tiêu về kinh tế và sinh thái, bao gồm phát triển các “khu vực phong điện” ngoài khơi, phân định các KBTB, kế hoạch khai thác cát/sỏi bền vững, lập bản đồ các nơi cư trú, bảo vệ các giá trị đa dạng sinh học và quản lý các hoạt động trên đất liền có ảnh hưởng đến môi trường biển. Tương tự, tại Hoa Kỳ [4], chính sách quốc gia đã xác định QHKGB và vùng bờ là một trong chín mục tiêu ưu tiên quốc gia và cung cấp một khuôn khổ linh hoạt cho QHKGB và vùng bờ để giải quyết các vấn đề về bảo tồn, kinh tế, xung đột giữa những người sử dụng và sử dụng bền vững các đại dương, vùng bờ và hồ lớn. Ngoài ra, còn có nhiều sáng kiến khác của Trung Quốc [5], Đức [6], Anh [7], tại khu bảo tồn biển Wadden [8] được xác định là vùng biển đặc biệt nhạy cảm (PSSA). PSSA là các quốc gia ven biển có thể sử dụng năng lực hiện có để điều chỉnh hành trình của tàu đi qua vùng lãnh hải. Khu vực phải đáp ứng ít nhất một tiêu chí về sinh thái, kinh tế - xã hội hoặc các tiêu chí khoa học được quy định trong “hướng dẫn xác định vùng biển đặc biệt nhạy cảm” của IMO. Hơn nữa, khu vực phải là vùng chịu tác động rủi ro do hoạt động của tàu biển.

Các nghiên cứu trên thế giới đã đề xuất một hệ thống hỗ trợ quyết định nhằm cải thiện đáng kể việc ra quyết định của các bên liên quan trong việc quy hoạch sử dụng không gian bằng mô hình tích hợp quy trình phân tích thứ bậc (AHP) cùng với kỹ thuật ưu tiên thứ tự theo độ tương tự với giải pháp lý tưởng (TOPSIS) trong nhiều ngành khác nhau. Nghiên cứu [9] đã sử dụng AHP và fuzzy AHP để tính toán trọng số và thứ hạng của các chỉ số nhằm xác định các chỉ số quan trọng trong quy hoạch cơ sở hạ tầng xanh do biến đổi khí hậu cho hệ sinh thái dòng suối. Tương tự, nghiên cứu [10] cũng sử dụng phương pháp đa tiêu chí này tại Thụy Điển để lập kế hoạch quản lý rừng dài hạn. Thổ Nhĩ Kỳ [11] đã tiếp cận nghiên cứu lựa chọn sân bay vũ trụ phù hợp để phóng vệ tinh bằng cách ứng dụng AHP-TOPSIS.

Mô hình tích hợp AHP-TOPSIS còn được ứng dụng quy hoạch sử dụng không gian cho môi trường biển. Các ví dụ điển hình như [12] đã ứng dụng mô hình AHP-TOPSIS nhằm đánh giá việc lựa chọn quản lý nước dẫn và trầm tích của tàu theo công ước quốc tế cho tàu buôn bán ở Hoa Kỳ, giảm thiểu việc truyền vi sinh vật gây bệnh đến các khu vực sinh thái biển nhạy cảm, thông qua chân lưu của tàu thuyền. Tại Trung Quốc [13] đã ứng dụng mô hình tích hợp AHP-TOPSIS để đề xuất giải pháp an ninh sinh thái hoạt động chăn nuôi trên biển. Tại công viên hải dương Ningaloo, Tây Úc [14] đã sử dụng AHP-TOPSIS để đánh giá các chiến lược quản lý hoạt động câu cá giải trí dựa trên tác nhân tích hợp để mô phỏng hành vi câu cá giải trí và động lực hệ sinh thái rạn san hô trong khu vực. Tương tự, tại Đài Loan [15] và Thổ Nhĩ Kỳ [16] đã ứng dụng tích hợp mô hình để đưa ra quyết định ưu tiên bảo vệ bờ biển trên Bờ biển và xác định vị trí tối ưu cho trung tâm ứng phó sự cố tràn dầu.

Tại Việt Nam, phân vùng chức năng phục vụ quản lý khu bảo tồn biển đầu tiên được thực hiện tại Hòn Mun vào năm 2004 [17, 18] và nay là KBTB vịnh Nha Trang. Khu vực bảo tồn này được chia thành bốn vùng, gồm: Vùng bảo vệ nghiêm ngặt, vùng phục hồi sinh thái, vùng chuyển tiếp và vùng phát triển. Việc phân vùng như vậy ban đầu chỉ lấy mục tiêu bảo tồn đa dạng sinh học làm trọng tâm, sau đó đã bổ sung tiêu chí “cải thiện sinh kế cho những người dân sống trong và lân cận KBTB”. Tại TP. Đà Nẵng, Vịnh Hạ Long phân vùng không gian vùng bờ được thực hiện dựa trên 15 nguyên tắc phân vùng chức năng vùng bờ và theo các bước quy định trong hướng dẫn của PEMSEA, trong đó chú trọng bảo tồn, du lịch và phát triển các ngành kinh tế dựa vào biển [17, 18].

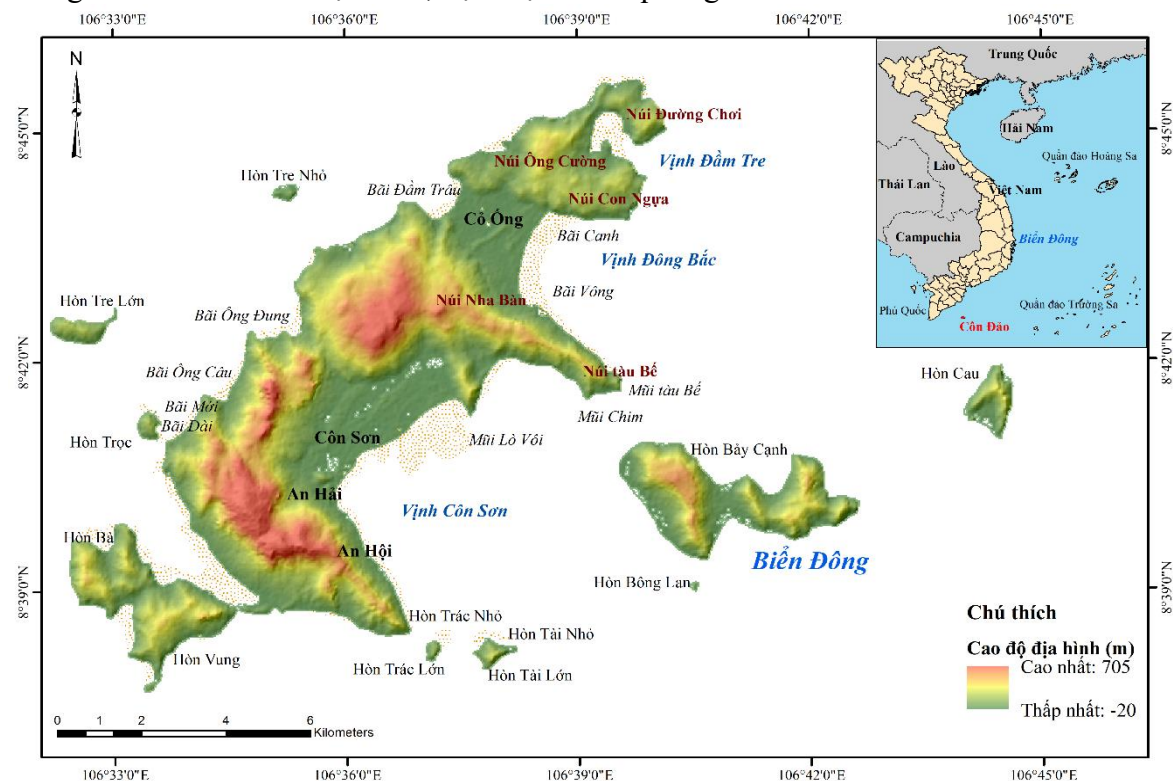
Với quá trình phát triển kinh tế - xã hội (KT-XH), các tác động xâm hại đến môi trường tự nhiên trở nên trầm trọng hơn. Các chất thải sinh hoạt và chất thải từ các hoạt động du lịch

chưa được xử lý đã gây ô nhiễm môi trường nghiêm trọng tại một số vùng ven biển. Bên cạnh đó, những rủi ro tiềm tàng của các hoạt động phát triển chưa hợp lý, kết hợp với những tác động của thiên tai đã làm nảy sinh và tiềm ẩn các thảm họa, trong đó có sự cố tràn dầu, tràn hoá chất, các tai nạn giao thông và vấn đề xói lở bờ biển. Từ thực tiễn nói trên, việc phân vùng chức năng khai thác, sử dụng không gian biển huyện Côn Đảo, tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu là vô cùng cần thiết và cấp bách, làm tư liệu cho các cơ quan quản lý để có giải pháp và chiến lược quản lý hiệu quả không gian biển.

2. Tài liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Vùng nghiên cứu

Côn Đảo là một huyện đảo ở phía Đông Nam Biển Đông thuộc tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu với 16 hòn đảo lớn nhỏ nằm giữa đại dương cách TP. Vũng Tàu 185 km, có diện tích đảo chính khoảng 51,32 km². Địa hình Côn Đảo chủ yếu là đồi núi (chiếm 88% diện tích tự nhiên). Độ cao thay đổi từ 2 m đến 577 m, trung bình 200-300 m. Côn Đảo có hệ thống trục đường bao quanh đảo tổng chiều dài khoảng 70 km. Đường chính bắt đầu từ cảng hàng không Côn Đảo - Trung tâm - cuối tuyến Bến Đầm với tổng chiều dài khoảng 30 km. Tại Trung tâm huyện là đô thị mới quy hoạch xây dựng đường giao thông đi lại thuận tiện với tổng chiều dài khoảng 80 km đường bê tông nhựa. Côn Đảo có ba cầu cảng chính là: cầu cảng Bến Đầm - Côn Đảo; cầu tàu du lịch Côn Đảo; cầu tàu 9147. Sân bay Côn Đảo có đường băng, cát, hạ cánh dài 1.830 m, đón các loại máy bay ATR72 và tương đương, sân đỗ đạt diện tích 13.320 m². Đường bờ biển có chiều dài khoảng 200 km. Hệ thống công trình phòng thủ trên đảo đã và đang xây dựng theo Quyết định của Bộ Quốc phòng và phát triển một số dự án tuyến ven biển. Vườn quốc gia Côn Đảo có diện tích gần 20.000 ha, trong đó gần 6.000 ha là diện tích bảo tồn rừng và khoảng 14.000 ha diện tích bảo tồn biển. Ngoài ra có vùng đệm biển bao quanh các phân khu khoảng 20.500 ha. Thảm thực vật của vườn quốc gia mang tính đặc trưng tiêu biểu cho hệ sinh thái rừng nhiệt đới, hải đảo và đa dạng cao về hệ sinh thái và là sinh cảnh của nhiều loài động thực vật đặc hữu của Việt Nam nói riêng, khu vực Đông Nam Á và thế giới nói chung. Vườn Quốc gia Côn Đảo được công nhận là khu Ramsar thứ 2.203 của Thế giới và thứ 6 của Việt Nam, đặc biệt vườn quốc gia Côn Đảo là khu Ramsar biển đầu



Hình 1. Vị trí vùng nghiên cứu.

tiên của nước ta, đã tạo điều kiện thuận lợi cho công tác bảo tồn đa dạng sinh học, đồng thời là cơ hội để Côn Đảo phát triển bền vững, nâng cao giá trị vườn quốc gia Côn Đảo theo định hướng của chính phủ; xây dựng Côn Đảo thành khu kinh tế mang tính chất du lịch văn hóa - lịch sử và dịch vụ chất lượng cao của quốc gia, gắn với bảo tồn và tôn tạo di tích lịch sử quốc gia đặc biệt, trở thành đô thị di sản trong tương lai. Với những lợi thế về tiềm năng tài nguyên sinh thái, di tích lịch sử, môi trường hoang sơ,... Côn Đảo hội tụ đầy đủ các tiềm năng, hiểm địa phương nào có được để khai thác phát triển bền vững dịch vụ du lịch biển, đảo chất lượng cao theo chủ trương định hướng của Thủ tướng Chính phủ [19].

2.2. Tài liệu

Trong nghiên cứu này, dữ liệu được thu thập bằng phiếu từ 09 chuyên gia bao gồm ý kiến về mức độ quan trọng của các tiêu chí (sử dụng phân tích AHP - *Analytic Hierarchy Process*) và ý kiến về mức độ phù hợp của các phương án (sử dụng phân tích TOPSIS - *Technique for order of Preference by Similarity to Ideal Solution*) trong định hướng khai thác sử dụng không gian biển) và các tài liệu (hiện trạng tài nguyên biển, hiện trạng sử dụng không gian biển, các vấn đề môi trường) từ ban quản lý vườn quốc gia Côn Đảo, UBND huyện Côn Đảo và các Sở ban ngành trong tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu.

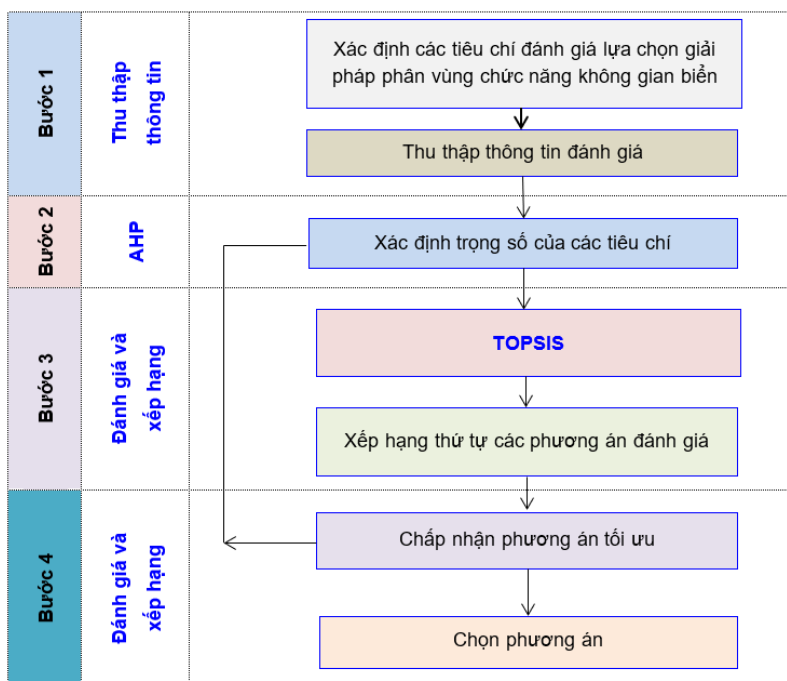
2.3. Phương pháp nghiên cứu

2.3.1. Phương pháp xử lý số liệu

Số liệu thu thập, điều tra và lấy ý kiến chuyên gia được xử lý bằng phần mềm EXCEL thuộc bộ phần mềm Microsoft Office 365.

2.3.2. Mô hình tích hợp AHP - TOPSIS

Dựa trên bộ tiêu chí định hướng khai thác sử dụng không gian biển, nghiên cứu này đã áp dụng mô hình tích hợp AHP - TOPSIS làm cơ sở đánh giá và đưa ra quyết định lựa chọn phương án khả thi nhất, loại bỏ được một số nhược điểm mà các phương pháp đem lại. Cách tiếp cận nghiên cứu và các bước trong tiến trình thực hiện được trình bày trong Hình 2. Trong đó, phương pháp phân tích thứ bậc AHP được sử dụng ở bước 2 nhằm xác định trọng số của các tiêu chí làm cơ sở cho bước 3 là đánh giá, xếp hạng thứ tự các phương án đánh giá theo mô hình ra quyết định TOPSIS.

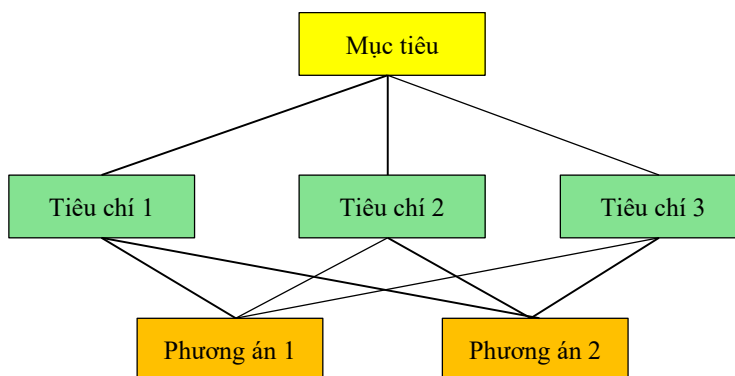


Hình 2. Sơ đồ tiến trình thực hiện mô hình tích hợp AHP-TOPSIS.

a) Tiến trình phân tích cấp bậc AHP

AHP được đề xuất như là một kỹ thuật phân tích liên hệ các yếu tố với mục tiêu tổng thể và đánh giá các giải pháp để đánh giá các lựa chọn thay thế đa thuộc tính phức tạp giữa một hoặc nhiều người ra quyết định [20]. Các bước thực hiện phân tích trọng số tiêu chí như sau:

Bước 1: Phân tích, nhận dạng các vấn đề ra quyết định và xây dựng cây phân cấp thứ bậc AHP phân tích một vấn đề phức tạp, đa tiêu chí theo cấu trúc thứ bậc. Xây dựng mô hình cây phân cấp thứ bậc gồm ba mức: Mức mục tiêu, mức tiêu chí và mức các phương án lựa chọn (Hình 3).



Hình 3. Sơ đồ cấu trúc thứ bậc.

Sơ đồ cấu trúc thứ bậc bắt đầu với mục tiêu, được phân tích qua các tiêu chí lớn và các tiêu chí thành phần, cấp bậc cuối cùng thường bao gồm các phương án có thể lựa chọn. Quá trình đánh giá sử dụng ma trận so sánh cặp với thang điểm 9, xác định trọng số dựa trên vector riêng ứng với giá trị riêng lớn nhất, sau đó kiểm tra hệ số nhất quán. Cuối cùng, tất cả các trọng số được tổng hợp lại để đưa ra quyết định tốt nhất. Quá trình phân tích, xác định các trọng số theo AHP được mô tả chi tiết trong các tài liệu tham khảo [20].

Bước 2: Xây dựng ma trận so sánh giữa các tiêu chí

Trên cơ sở xây dựng cây thứ bậc ở bước 1, tiến hành thiết lập ma trận từ việc thực hiện so sánh giữa các cặp tiêu chí ở các bậc khác nhau theo thang điểm 9. Lập ma trận so sánh cặp:

Bảng 1. Ma trận so sánh cặp các tiêu chí.

| $i \backslash j$ | Tiêu chí 1 | Tiêu chí 2 | Tiêu chí 3 | Tiêu chí n |
|------------------|------------|------------|------------|------------|
| Tiêu chí 1 | 1,00 | a_{12} | a_{13} | a_{1n} |
| Tiêu chí 2 | $1/a_{12}$ | 1,00 | a_{23} | a_{2n} |
| Tiêu chí 3 | $1/a_{13}$ | $1/a_{23}$ | 1,00 | a_{3n} |
| Tiêu chí n | $1/a_{1n}$ | $1/a_{2n}$ | $1/a_{3n}$ | 1,00 |

Mức độ quan trọng tương đối của tiêu chí i so với j (từng tiêu chí cột i so với từng tiêu chí hàng j) được tính theo tỷ lệ a (a từ 1 đến 9), ngược lại của tiêu chí j so với i là $1/a$. Để biểu thị so sánh, sử dụng thương số để chỉ độ quan trọng của tiêu chí này với tiêu chí kia. Do đó $a_{12}, a_{13}, a_{1n} \dots$ là giá trị so sánh độ quan trọng của tiêu chí 1 đối với tiêu chí 2, 3, ... n . Để so sánh mức độ quan trọng của các tiêu chí với nhau ta dùng thang điểm từ 1-9 [20].

Bảng 2. Thang mức độ quan trọng của các tiêu chí.

| Độ mạnh trọng số | Định nghĩa | Giải thích |
|------------------|------------------------------|---|
| 1 | Tầm quan trọng bằng nhau | Hai tiêu chí dự phần vào mục tiêu bằng nhau |
| 3 | Quan trọng hơn một ít | Đánh giá tiêu chí này quan trọng hơn tiêu chí kia một ít. |
| 5 | Cần thiết hay khá quan trọng | Đánh giá tiêu chí này mạnh hơn so với tiêu chí kia |
| 9 | Quan trọng tuyệt đối | Thống kê số liệu chứng tỏ một tiêu chí là tác động mục tiêu cao nhất. |

| Độ mạnh trọng số | Định nghĩa | Giải thích |
|------------------|--|--|
| 2,4,6,8 | Các giá trị trung gian giữa hai mức giá trị gần nhau | Dùng để hài hòa với các ưu tiên nêu trên. |
| Các phân số | | Nếu tiêu chí i có một trên các giá trị trên khi so sánh với j, sau đó tiêu chí j có giá trị nghịch đảo khi so sánh với tiêu chí i. |

Bước 3: Xác định trọng số tầm quan trọng của các tiêu chí và phương án
 Dùng phương pháp trung bình học theo dòng (*Row Geometric Mean Method (RGMM)*) để tính trọng số bằng cách nhân các giá trị trong mỗi hàng với nhau và tính căn thứ n của các giá trị.

$$w_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n a_{ij}} \tag{1}$$

Trong đó w_i (với $i=1, 2, \dots, n$) là trọng số của từng tiêu chí; a_{ij} : là giá trị so sánh cặp của từng tiêu chí theo hàng.

Chuẩn hóa tập trọng số $W = (w_1, w_2, \dots, w_i, \dots, w_n)$ theo công thức:

$$w = \left(\frac{w_1}{\sum w_i}, \frac{w_2}{\sum w_i}, \dots, \frac{w_n}{\sum w_i} \right) \tag{2}$$

Từ tập trọng số chuẩn hóa, ta tìm được trọng số của một tiêu chí.

Bước 4: Kiểm tra tính nhất quán trong các đánh giá

Để kiểm tra tính nhất quán trong khi đánh giá cho từng cấp, ta dùng tỷ số nhất quán của dữ liệu (*Consistency Ratio - CR*). Tỷ số này so sánh mức độ nhất quán với tính khách quan (ngẫu nhiên) của dữ liệu. Nếu tỷ số này nhỏ hơn hay bằng 0,1 nghĩa là sự đánh giá của người ra quyết định tương đối nhất quán. Ngược lại, ta phải tiến hành đánh giá lại ở cấp tương ứng.

Tỷ số nhất quán:

$$CR = \frac{CI}{RI} \tag{3}$$

Trong đó CI là chỉ số nhất quán (*Consistency Index*); RI: chỉ số ngẫu nhiên (*Random Index*) được xác định từ Bảng 3.

- Tính chỉ số nhất quán CI:

Bảng 3. Các công thức dùng tính CI.

| | Công thức | |
|---|---|------|
| Ta có vectơ trọng số | $\bar{w} = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix}$ | (4) |
| Từ ma trận so sánh cặp | $A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}$ | (5) |
| Nhân ma trận A với vectơ trọng số W | $A \cdot \bar{w} = \begin{bmatrix} a_{11}w_1 + a_{12}w_2 + \dots + a_{1n}w_n \\ a_{21}w_1 + a_{22}w_2 + \dots + a_{2n}w_n \\ \vdots \\ a_{n1}w_1 + a_{n2}w_2 + \dots + a_{nn}w_n \end{bmatrix}$ | (6) |
| Tính tổng các giá trị trong một hàng ta được vectơ B | $\bar{B} = \bar{A} \cdot \bar{w} = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_n \end{bmatrix}$ | (7) |
| Trong đó: | $b_1 = a_{11}w_1 + a_{12}w_2 + \dots + a_{1n}w_n$ $b_2 = a_{21}w_1 + a_{22}w_2 + \dots + a_{2n}w_n$ $b_n = a_{n1}w_1 + a_{n2}w_2 + \dots + a_{nn}w_n$ | (8) |
| Chia mỗi phần tử của vectơ B cho thành tố tương ứng trong vectơ trọng số W cho ta vectơ mới | $\bar{c} := \begin{bmatrix} b_1/w_1 \\ b_2/w_2 \\ \vdots \\ b_n/w_n \end{bmatrix} \leftarrow \bar{c} = \begin{bmatrix} c_1 \\ c_2 \\ \vdots \\ c_n \end{bmatrix}$ | (9) |
| Tính Lambda (λ_{max} : giá trị riêng ma trận so sánh) là trung bình của các thành tố của vectơ c | $\lambda_{max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n c_i$ | (10) |

Có được giá trị Lamda ta tính chỉ số nhất quán:

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \tag{11}$$

Trong đó CI là chỉ số nhất quán; n là số tiêu chí trong ma trận so sánh cặp A.

Bảng 4. Chỉ số ngẫu nhiên.

| | | | | | | | | |
|----|------|-----|------|------|------|------|------|------|
| n | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | >9 |
| RI | 0,58 | 0,9 | 1,12 | 1,24 | 1,32 | 1,41 | 1,45 | 1,49 |

Tỷ số nhất quán CR thể hiện tính nhất quán khi thực hiện các so sánh cặp. Tỷ số nhất quán thấp có nghĩa là quyết định của người ra quyết định có tính nhất quán:

$CR \leq 0,10$, quyết định của nhà ra quyết định của so sánh cặp tương đối nhất quán nên không cần điều chỉnh.

$CR > 0,10$, nhà ra quyết định nên nghiêm túc xem xét, đánh giá và phân tích lại so sánh cặp.

b) Kỹ thuật TOPSIS

Phương pháp dùng để đánh giá xếp hạng các phương án đã đề xuất nhằm đưa ra sự lựa chọn hiệu quả hợp lý nhất phù hợp với các tiêu chí đề ra một cách khoa học, khách quan và hạn chế những yếu tố mang tính chất chủ quan, được phát triển bởi [21]. Phương án tốt nhất nếu lựa chọn có giá trị gần nhất so với các lời giải lý tưởng tích cực và ngược lại. Các bước thực hiện kỹ thuật này như sau:

Bước 1: Xây dựng ma trận chuẩn hóa. Giá trị chuẩn hóa r_{ij} được tính toán như sau:

Khi có giá trị điểm số đánh giá các phương án trong từng tiêu chí. Các đánh giá tùy thuộc vào từng thang điểm đánh giá của người ra quyết định.

Bảng 5. Đánh giá các phương án trong từng tiêu chí.

| | Phương án 1 | Phương án 2 | Phương án 3 | Phương án J | Trọng số |
|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------|
| Tiêu chí 1 | f_{11} | f_{12} | f_{13} | f_{1J} | w_1 |
| Tiêu chí 2 | f_{21} | f_{22} | f_{23} | f_{2J} | w_2 |
| Tiêu chí 3 | f_{31} | f_{32} | f_{33} | f_{3J} | w_3 |
| Tiêu chí n | f_{n1} | f_{n2} | f_{n3} | f_{nJ} | w_n |

Tiến hành xây dựng ma trận chuẩn hóa, bằng cách tính giá trị chuẩn hóa r_{ij} :

$$r_{ij} = \frac{f_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^J f_{ij}^2}} \tag{12}$$

Trong đó j là các phương án từ 1,2,...,j; i là các tiêu chí từ 1, 2,n; f_{ij} là giá trị của tiêu chí thứ i, ứng với phương án thứ j; w_i là trọng số của các tiêu chí, thể hiện tầm quan trọng của các tiêu chí $\sum w_i=1$.

Bước 2: Xây dựng ma trận trọng số chuẩn hóa. Giá trị trọng số v_{ij} được tính như sau:

$$v_{ij} = w_i \times r_{ij} \tag{13}$$

Trong đó w_i là trọng số của tiêu chí thứ i, $\sum_{i=1}^n w_i=1$; r_{ij} là giá trị chuẩn hóa.

Ma trận trọng số chuẩn hóa như sau:

$$V = \begin{bmatrix} v_{11} & \dots & v_{1j} & \dots & v_{1J} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ v_{j1} & \dots & v_{ji} & \dots & v_{jJ} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ v_{n1} & \dots & v_{nj} & \dots & v_{nJ} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_1 r_{11} & \dots & w_1 r_{1j} & \dots & w_1 r_{1J} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ w_i r_{i1} & \dots & w_i r_{ji} & \dots & w_i r_{iJ} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ w_n r_{n1} & \dots & w_n r_{nj} & \dots & w_n r_{nJ} \end{bmatrix} \tag{14}$$

Bước 3: Xác định giải pháp lý tưởng tích cực và giải pháp lý tưởng tiêu cực

- Giải pháp lý tưởng tích cực nhất:

$$A^* = \{v_1^*, \dots, v_n^*\}, \text{ với } v_j^* = \left\{ \max_i (v_{ij}) ; |i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, J \right\}$$

- Giải pháp lý tưởng tiêu cực nhất:

$$A^- = \{v_1^-, \dots, v_n^-\}, \text{ với } v_j^- = \left\{ \min_i (v_{ij}) ; |i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, J| \right\}$$

Bước 4: Tính các khoảng cách đến giải pháp lý tưởng

- Khoảng cách của mỗi giải pháp đến giải pháp lý tưởng tích cực nhất:

$$D_j^* = \sqrt{\sum_{i=1}^n (v_{ij} - v_i^*)^2} \tag{15}$$

Trong đó v_{ij} là giá trị trọng số chuẩn hóa của phương án trong từng tiêu chí; v_i^* là các giá trị trọng số chuẩn hóa lớn nhất.

- Khoảng cách của mỗi giải pháp đến giải pháp lý tưởng tiêu cực nhất:

$$D_j^- = \sqrt{\sum_{i=1}^n (v_{ij} - v_i^-)^2} \tag{16}$$

Trong đó v_{ij} là giá trị trọng số chuẩn hóa của phương án trong từng tiêu chí; v_i^- là các giá trị trọng số chuẩn hóa nhỏ nhất.

Bước 5: Tính toán độ tương tự đến phương án lý tưởng tích cực

- Độ tương tự là giá trị khoảng cách của phương án đó đến phương án lý tưởng tích cực nhất.

$$C_j^* = \frac{D_j^-}{D_j^- + D_j^*} \tag{17}$$

Trong đó C_j^* là độ tương tự của phương án thứ j ; D_j^- là khoảng cách đến phương án tiêu cực nhất của phương án thứ j ; D_j^* là khoảng cách đến phương án tích cực nhất của phương án thứ j .

Bước 6: Xếp hạng các phương án theo thứ tự nhỏ dần

Phương án có C_j^* max là giải pháp có chỉ số xếp hạng tốt nhất.

Như vậy, phương án có chỉ số xếp hạng (C_j^*) cao nhất là phương pháp tốt nhất trong phương pháp TOPSIS. Tuy nhiên, điều này không có nghĩa là giải pháp đó luôn luôn gần nhất với phương án lý tưởng tích cực.

3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

3.1. Bộ tiêu chí định hướng khai thác sử dụng không gian biển

Dựa vào dự thảo “Bộ Tiêu chí phân vùng và tiêu chí, chỉ tiêu quy hoạch trong quy hoạch không gian biển quốc gia và quy hoạch tổng thể khai thác, sử dụng bền vững tài nguyên vùng bờ thời kỳ 2021-2030” của Bộ Tài nguyên và Môi trường và hiện trạng tài nguyên biển, hiện trạng sử dụng không gian biển, các vấn đề môi trường huyện Côn Đảo, nhóm nghiên cứu đã lựa chọn bộ tiêu chí định hướng khai thác sử dụng không gian biển huyện Côn Đảo, tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu được thiết lập và thể hiện tại bảng sau.

Bảng 6. Bộ tiêu chí định hướng khai thác sử dụng không gian biển.

| STT | Yếu tố cấp 1 | Các tiêu chí | Diễn giải |
|-----|--------------------|-------------------------------|---|
| 1 | Bảo vệ môi trường | Bảo vệ rừng | Bảo vệ nguyên vẹn toàn bộ diện tích rừng và các sinh cảnh rừng. |
| 2 | | Bảo vệ hệ sinh thái biển | Bảo tồn sự đa dạng của hệ sinh thái biển ở Côn Đảo, nhất là rạn san hô và thảm cỏ biển. |
| 3 | Phát triển kinh tế | Bảo vệ môi trường nước | Các hình thức khai thác sử dụng không gian biển cho mục đích phát triển bến cảng và du lịch sẽ không gây ô nhiễm môi trường nước. |
| 4 | | Xử lý rác thải | Thực hiện các biện pháp xử lý rác thải từ hoạt động du lịch, xử lý dầu của các tàu, thuyền du lịch, đánh cá. |
| 5 | | Bến cảng, khu neo đậu trú bão | Nhằm phục vụ cho các tàu thuyền, ca nô có nơi cập và neo đậu an toàn, thuận lợi. |

| STT | Yếu tố cấp 1 | Các tiêu chí | Diễn giải |
|-----|------------------|---------------------|---|
| 6 | | Nuôi trồng thủy sản | Nuôi trồng các loại thủy sản phù hợp với điều kiện của vùng sinh thái |
| 7 | | Du lịch | Phát triển các loại hình du lịch (du lịch sinh thái, biển đảo và văn hóa - lịch sử - tâm linh). |
| 8 | | Sinh kế người dân | Các hình thức khai thác sử dụng không gian biển góp phần cải thiện sinh kế, nâng cao thu nhập của người dân |
| 9 | Cộng đồng xã hội | Giao thông | Có điều kiện thuận lợi về giao thông (cầu đường, tàu thuyền,...) |
| 10 | | Ý thức cộng đồng | Ý thức về bảo vệ tài nguyên thiên nhiên của cộng đồng địa phương, khách du lịch được nâng cao thông qua công việc khoán bảo vệ rừng, phát triển du lịch sinh thái |
| 11 | | An toàn xã hội | Đảm bảo trật tự, an toàn xã hội góp phần ổn định chính trị, giữ vững quốc phòng, an ninh đặc biệt đối với vùng biển và ven biển |
| 12 | | Đời sống dân cư | Người dân được tiếp cận đến các dịch vụ y tế, cung cấp điện, nước sạch, cải tạo cảnh quan, nhà cửa, môi trường sống,... |

3.2. Kết quả phân tích trọng số theo phương pháp AHP

Sau khi tiến hành tham khảo ý kiến của các chuyên gia, thực hiện so sánh các tiêu chí định hướng khai thác sử dụng không gian biển huyện Côn Đảo, tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu và theo đó ma trận A cho bộ tiêu chí được trình bày như sau.

Bảng 7. Bảng tổng hợp trọng số tương ứng các yếu tố cấp 1.

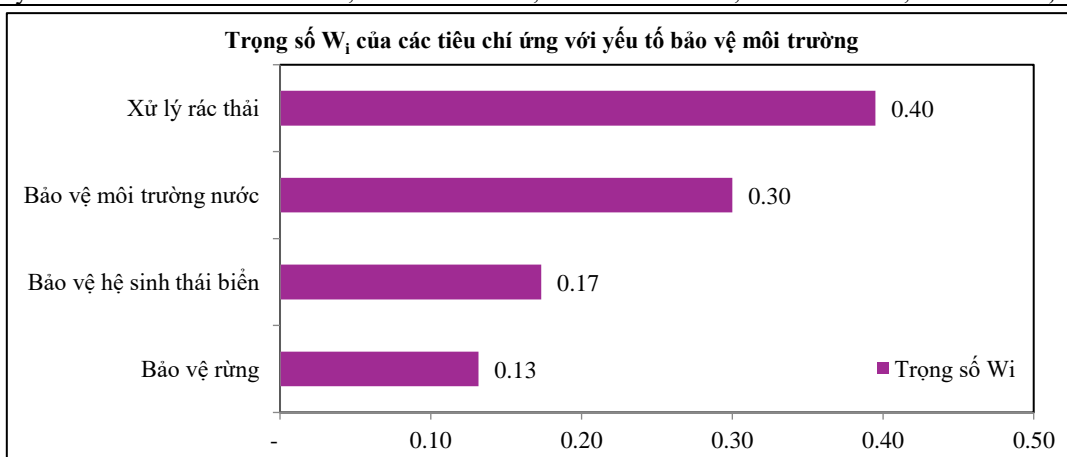
| STT | Các yếu tố cấp 1 | Trọng số W_i |
|-----|--------------------|----------------|
| 1 | Bảo vệ môi trường | 0,64 |
| 2 | Phát triển kinh tế | 0,26 |
| 3 | Cộng đồng xã hội | 0,10 |

3.2.1. Các tiêu chí ứng với yếu tố bảo vệ môi trường

Để kiểm tra tính nhất quán của trọng số, dựa trên tỷ số $CR = CI/RI$. Nếu $CR < 0,1$, kết quả là đáng tin cậy. Vì $CR = 0,0568 < 0,1$ nên việc tính toán trọng số các tiêu chí là phù hợp nhất quán để kết quả có thể được sử dụng định hướng khai thác sử dụng không gian biển.

Bảng 8. Ma trận kiểm tra tính nhất quán và trọng số tính toán của các tiêu chí cấp 2 ứng với bảo vệ môi trường.

| | Bảo vệ rừng | Bảo vệ hệ sinh thái biển | Bảo vệ môi trường nước | Xử lý rác thải | Trọng số W_i |
|--------------------------|-------------|--------------------------|------------------------|----------------|----------------|
| Bảo vệ rừng | 0,13 | 0,17 | 0,10 | 0,13 | 0,13 |
| Bảo vệ hệ sinh thái biển | 0,13 | 0,17 | 0,30 | 0,13 | 0,17 |
| Bảo vệ môi trường nước | 0,39 | 0,17 | 0,30 | 0,39 | 0,30 |
| Xử lý rác thải | 0,39 | 0,52 | 0,30 | 0,39 | 0,40 |

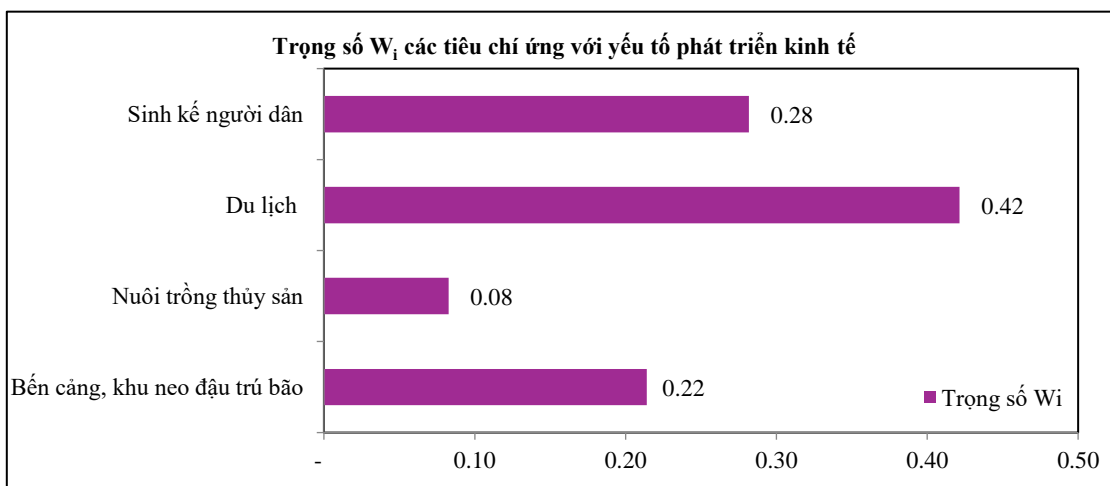


Hình 4. Trọng số W_i của các tiêu chí ứng với yếu tố bảo vệ môi trường.

Dựa vào kết quả tính toán theo phương pháp AHP, tiêu chí quan trọng nhất của bộ yếu tố cấp 1 bảo vệ môi trường là xử lý rác thải (Hình 4).

3.2.2. Các tiêu chí ứng với yếu tố phát triển kinh tế

Kết quả so sánh cặp các tiêu chí ứng với yếu tố phát triển kinh tế được thể hiện trong bảng 9. Để kiểm tra tính nhất quán của trọng số, dựa trên tỷ số $CR = CI/RI$. Nếu $CR < 0,1$, kết quả là đáng tin cậy. Vì $CR = 0,0425 < 0,1$ nên việc tính toán trọng số các tiêu chí là phù hợp nhất quán để kết quả có thể được sử dụng để phân vùng chức năng và định hướng khai thác sử dụng không gian biển.



Hình 5. Trọng số W_i của các tiêu chí ứng với yếu tố phát triển kinh tế.

Dựa vào kết quả tính toán theo phương pháp AHP, tiêu chí quan trọng nhất của bộ yếu tố cấp 1 phát triển kinh tế là tiêu chí du lịch (Hình 5).

Bảng 9. Ma trận kiểm tra tính nhất quán và trọng số tính toán của các tiêu chí cấp 2 ứng với phát triển kinh tế.

| | Bến cảng, khu neo đậu trú bão | Nuôi trồng thủy sản | Du lịch | Sinh kế người dân | Trọng số W_i |
|-------------------------------|-------------------------------|---------------------|---------|-------------------|----------------|
| Bến cảng, khu neo đậu trú bão | 0,21 | 0,25 | 0,14 | 0,28 | 0,22 |
| Nuôi trồng thủy sản | 0,07 | 0,08 | 0,08 | 0,09 | 0,08 |
| Du lịch | 0,64 | 0,41 | 0,42 | 0,28 | 0,42 |
| Sinh kế người dân | 0,21 | 0,25 | 0,42 | 0,28 | 0,28 |

3.2.3. Các tiêu chí ứng với yếu tố cộng đồng xã hội

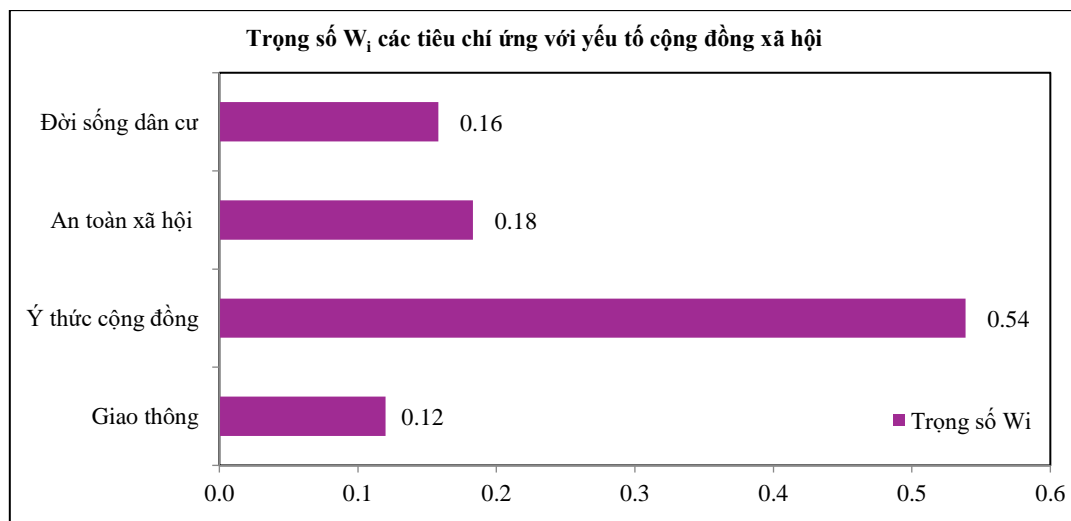
Kết quả so sánh cặp các tiêu chí ứng với yếu tố cộng đồng xã hội được thể hiện trong bảng 10.

Bảng 10. Ma trận kiểm tra tính nhất quán và trọng số tính toán của các tiêu chí cấp 2 ứng với cộng đồng xã hội.

| | Giao thông | Ý thức cộng đồng | An toàn xã hội | Đời sống dân cư | Trọng số W_i |
|------------------|------------|------------------|----------------|-----------------|----------------|
| Giao thông | 0,12 | 0,18 | 0,06 | 0,16 | 0,12 |
| Ý thức cộng đồng | 0,36 | 0,54 | 0,92 | 0,47 | 0,54 |
| An toàn xã hội | 0,36 | 0,11 | 0,18 | 0,16 | 0,18 |
| Đời sống dân cư | 0,12 | 0,18 | 0,18 | 0,16 | 0,16 |

Ma trận kiểm tra tính nhất quán và trọng số của các tiêu chí ứng với cộng đồng xã hội được tính toán và trình bày trong bảng sau.

Để kiểm tra tính nhất quán của trọng số, dựa trên tỷ số $CR = CI/RI$. Nếu $CR < 0,1$, kết quả là đáng tin cậy. Vì $CR = 0,0965 < 0,1$ nên việc tính toán trọng số các tiêu chí là phù hợp nhất quán để kết quả có thể được sử dụng định hướng khai thác sử dụng không gian biển.



Hình 6. Trọng số W_i của các tiêu chí ứng với yếu tố cộng đồng xã hội.

Dựa vào kết quả tính toán theo phương pháp AHP, tiêu chí quan trọng nhất của bộ yếu tố cấp 1 cộng đồng xã hội là tiêu chí ý thức cộng đồng là ý thức về bảo vệ tài nguyên thiên nhiên của cộng đồng địa phương, khách du lịch được nâng cao thông qua công việc khoán bảo vệ rừng, phát triển du lịch sinh thái.

3.3. Các phương án khai thác sử dụng không gian biển huyện Côn Đảo

Phương án 1: Phát triển hướng đến đẩy mạnh nền kinh tế: Đẩy mạnh phát triển các cảng biển, tận dụng tối đa lợi thế về vị trí địa lý và điều kiện tự nhiên để phát triển toàn diện hệ thống các cảng biển. Đầu tư xây dựng kết cấu hạ tầng khách sạn và các công trình dịch vụ du lịch, nâng cấp phát triển hệ thống hạ tầng giao thông nhằm tạo điều kiện thuận lợi để phát triển du lịch sinh thái, du lịch văn hóa, du lịch biển,...

Phương án 2: Phát triển hướng đến bền vững: Kết hợp chặt chẽ giữa phát triển cảng biển với quản lý bảo vệ môi trường, bảo đảm sự phát triển bền vững, gắn liền với yêu cầu bảo đảm an ninh, quốc phòng. Gắn kết phát triển các hình thức du lịch với sự phát triển của cộng đồng dân cư, tạo công ăn việc làm cho người dân địa phương, nâng cao nhận thức về bảo tồn tài nguyên thiên nhiên.

Dựa vào kết quả từ các phiếu tham vấn ý kiến chuyên gia, điểm số của từng phương án phân vùng chức năng ứng với các tiêu chí theo mức độ ưu tiên được thể hiện trong bảng 11.

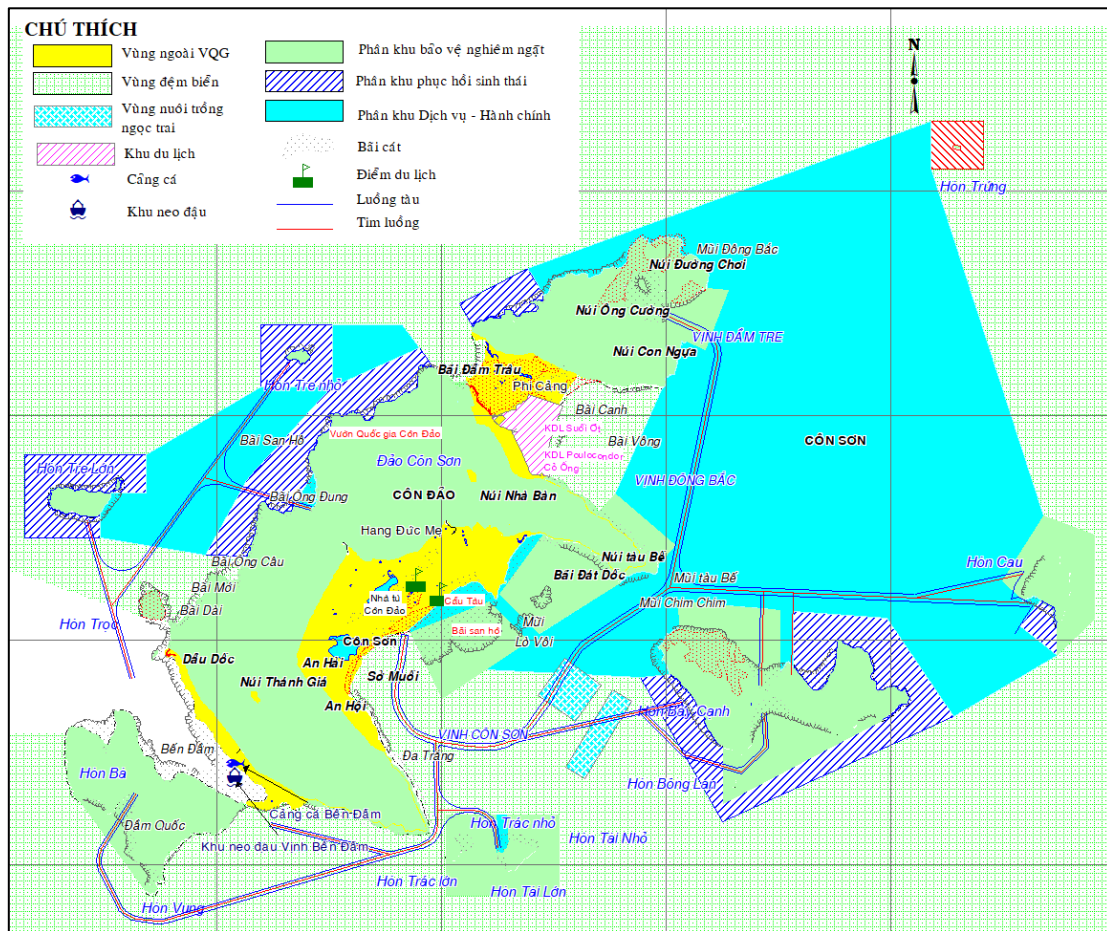
Bảng 11. Điểm số của các phương án định hướng khai thác sử dụng không gian biển.

| TT | Yếu tố cấp 1 | Tiêu chí | PA1 | PA2 |
|----|--------------------|-------------------------------|-----|-----|
| 1 | Bảo vệ môi trường | Bảo vệ rừng | 2,0 | 8,0 |
| | | Bảo vệ hệ sinh thái biển | 3,0 | 7,0 |
| | | Bảo vệ môi trường nước | 3,0 | 8,0 |
| | | Xử lý rác thải | 4,0 | 8,0 |
| | | Bến cảng, khu neo đậu trú bão | 7,0 | 6,0 |
| 2 | Phát triển kinh tế | Nuôi trồng thủy sản | 6,0 | 6,0 |
| | | Du lịch | 8,0 | 5,0 |
| | | Sinh kế người dân | 8,0 | 5,0 |
| | | Giao thông | 7,0 | 7,0 |
| 3 | Cộng đồng xã hội | Ý thức cộng đồng | 5,0 | 8,0 |
| | | An toàn xã hội | 5,0 | 6,0 |
| | | Đời sống dân cư | 6,0 | 8,0 |

Kết quả tính toán trọng số ưu tiên được thể hiện trong bảng 12.

Bảng 12. Kết quả tính toán trọng số ưu tiên bằng phương pháp AHP-TOPSIS.

| TT | Yếu tố cấp 1 | Trọng số của yếu tố cấp 1 | Tiêu chí | Trọng số tiêu chí | Trọng số ưu tiên |
|----|--------------------|---------------------------|-------------------------------|-------------------|------------------|
| 1 | Bảo vệ môi trường | 0,64 | Bảo vệ rừng | 0,13 | 0,08 |
| | | | Bảo vệ hệ sinh thái biển | 0,17 | 0,11 |
| | | | Bảo vệ môi trường nước | 0,30 | 0,19 |
| | | | Xử lý rác thải | 0,39 | 0,25 |
| | | | Bến cảng, khu neo đậu trú bão | 0,21 | 0,06 |
| 2 | Phát triển kinh tế | 0,26 | Nuôi trồng thủy sản | 0,08 | 0,02 |
| | | | Du lịch | 0,42 | 0,11 |
| | | | Sinh kế người dân | 0,28 | 0,07 |
| | | | Giao thông | 0,12 | 0,01 |
| 3 | Cộng đồng xã hội | 0,10 | Ý thức cộng đồng | 0,54 | 0,06 |
| | | | An toàn xã hội | 0,18 | 0,02 |
| | | | Đời sống dân cư | 0,16 | 0,02 |



Hình 7. Phương án khai thác sử dụng không gian biển phù hợp trên địa bàn huyện Côn Đảo, tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu.

Dựa vào kết quả tính toán trọng số ưu tiên và điểm số các phương án ứng với từng tiêu chí, kết hợp với các công thức đã nêu ở nội dung 2, độ tương tự đã được tính toán (Hình 7). Từ đó, thứ hạng lý tưởng của từng phương án đã được xác định (Bảng 13).

Bảng 13. Kết quả tính toán xếp hạng phương án lý tưởng.

| | PA1 | PA2 |
|-----------------|----------|----------|
| Dj+ | 0,1805 | 0,0421 |
| Dj- | 0,0421 | 0,1805 |
| Cj | 0,1890 | 0,8110 |
| Xếp hạng | 2 | 1 |

Phương án 2: Phát triển hướng đến bền vững là phương án lý tưởng nhất cho vùng huyện đảo Côn Đảo. Các hệ thống xử lý nước thải và rác thải cần được đầu tư xây dựng nhằm bảo vệ môi trường sống thiên nhiên, cảnh quan, cần phát huy giá trị của khu bảo tồn thiên nhiên Côn Đảo, đầu tư phát triển hạ tầng kỹ thuật, hạ tầng đô thị, hạ tầng môi trường. Kết hợp chặt chẽ giữa phát triển cảng biển với quản lý bảo vệ môi trường, bảo đảm sự phát triển bền vững, gắn liền với yêu cầu bảo đảm an ninh, quốc phòng.

4. Kết luận

Nghiên cứu đã lựa chọn được phương án khai thác sử dụng không gian biển phù hợp trên địa bàn huyện Côn Đảo, tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu. Theo phương án được chọn, huyện Côn Đảo được phân chia thành 5 vùng phát triển đáp ứng được với các tiêu chí hướng đến phát triển bền vững: (1) *Vùng phát triển du lịch và bảo tồn thiên nhiên* được khoanh định bao gồm toàn bộ diện tích Vườn quốc gia Côn Đảo (diện tích 19.883 ha), vùng nước nông ven đảo cũng là nơi phân bố nhiều loài động vật quý như rùa biển, cá heo, bò biển (dugong)... , khu vực Bến Đầm tập trung cảng cá và khu neo đậu tránh trú bão và khu bến cảng Côn Đảo với chức năng chính là bến tổng hợp và hành khách phục vụ cho Côn Đảo, bố trí bến dịch vụ hàng hải và dầu khí. (2) *Vùng phát triển du lịch* bao gồm các trung tâm thị trấn Côn Sơn, khu phố Pháp tại thị trấn Côn Sơn, khu vực lịch sử - văn hóa - tâm linh, cảng Bến Đầm, vườn quốc gia, vùng núi Côn Đảo và hệ thống các đảo nhỏ. (3) *Vùng không gian biển sử dụng cho bảo tồn và nghiên cứu khoa học* bao gồm 3 phân khu (Phân khu bảo vệ nghiêm ngặt có diện tích là 2.292,1 ha, chiếm 16,37% tổng diện tích hợp phần bảo tồn biển); Phân khu phục hồi sinh thái có diện tích là 2.062,2 ha, chiếm 14,73% tổng diện tích hợp phần bảo tồn biển; Phân khu dịch vụ - hành chính có diện tích là 9.645,7 ha, chiếm 68,90% tổng diện tích hợp phần bảo tồn biển. (4) *Vùng vận tải biển và dịch vụ cảng* gồm vùng đất và vùng nước khu vực Bến Đầm. (5) *Vùng phát triển cảng cá và khu neo đậu tránh trú bão* gồm cảng cá Bến Đầm và khu neo đậu tránh trú bão cho tàu cá Vịnh Bến Đầm, huyện Côn Đảo: quy mô khoảng 1.200 tàu cá neo đậu.

Đóng góp của các tác giả: Xây dựng ý tưởng nghiên cứu và xử lý số liệu: N.H.A.; Điều tra thực địa và lấy ý kiến chuyên gia: N.T.Đ.; Viết bản thảo bài báo và chỉnh sửa bài báo: N.H.A.

Lời cam đoan: Tập thể tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của tập thể tác giả, chưa được công bố ở đâu, không được sao chép từ những nghiên cứu trước đây; không có sự tranh chấp lợi ích trong nhóm tác giả.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu được tài trợ bởi Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh (ĐHQG-HCM) trong khuôn khổ nhiệm vụ thường xuyên theo chức năng mã số TX2024-24-01.

Tài liệu tham khảo

1. Charles, N.E.; Fanny, D. An international perspective on marine spatial planning initiatives. *Environ. J.* **2010**, *37*(3), 9.
2. Day, J. The need and practice of monitoring, evaluating and adapting marine planning and management lessons from the Great Barrier Reef. *Mar. Policy* **2008**, *32*(5), 823–831.
3. Bass, S.; Esch, G.G. Marine managed areas: best practices for boundary making. US Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration, Coastal Services Center, 2006.
4. Glasson, J.; Marshall, T. Regional planning. *Routledge* **2007**.
5. Dong, A. Marine functional zoning (MFZ): Basic theories, legal system and supporting measures. Proceedings of APEC Marine Spatial Planning, Xiamen, China, 2012.
6. Archibugi, F. Planning theory: From the political debate to the methodological reconstruction. Springer Milano, 2008, pp. 126.

7. Booth, P.; Breuillard, M.; Fraser, C.; Paris, D. Spatial planning systems of Britain and France: A comparative analysis. Routledge 2007, pp. 256.
8. Reineking, B.; Secretariat, C.W.S.; Wilhelmshaven, F.J.W.S.N. The Wadden Sea designated as a PSSA. *Wadden Sea Newsletter* **2002**, 2, 10–12.
9. Yujin, P.; Sang-Woo, L.; Junga, L. Comparison of fuzzy AHP and AHP in multicriteria inventory classification while planning green infrastructure for resilient stream ecosystems. *Sustainability* **2020**, 12(21), 9035.
10. Hilma, N.; Eva-Maria, N.; Karin Ö. Decision support for participatory forest planning using AHP and TOPSIS. *Forests* **2016**, 7(5), 100.
11. Enes, D.; Engin, H.Ç.; Turan, P. Spaceport selection using a novel hybrid pythagorean Fuzzy AHP & TOPSIS based methodology: A case study of Turkey. *J. Aeronaut. Space Technol* **2022**, 15(1), 1–17.
12. Pelorus, H.K. The application of the AHP-TOPSIS for evaluating ballast water treatment systems by ship operators. *Transp. Res. Part D Transp. Environ.* **2017**, 52, 172–184.
13. Yuan-Wei, D.; Kun, G. Ecological security evaluation of marine ranching with AHP-entropy-based TOPSIS: A case study of Yantai, China. *Mar. Policy* **2020**, 122, 104223.
14. Lei, G.; Atakelty, H. Identifying preferred management options: An integrated agent-based recreational fishing simulation model with an AHP-TOPSIS evaluation method. *Ecol. Modell.* **2013**, 249, 75–83.
15. Hsien-Kuo, C.; Jin-Cheng, L.; Wei-Wei, C. Protection priority in the coastal environment using a hybrid AHP-TOPSIS method on the Miaoli Coast, Taiwan. *J. Coastal Res.* **2012**, 28(2), 369–374.
16. Burak, K.; Muge, B.; Ali, C.T. Optimum site selection for oil spill response center in the Marmara Sea using the AHP-TOPSIS method. *Arch. Environ. Prot.* **2018**, 44(4), 38–49.
17. Hôi, N.C. Nhận diện một “Việt Nam biển”. *Tap chí Biển, Hội Biển Việt Nam* **2012**, 8/2012.
18. Hôi, N.C. Quy hoạch không gian biển và ven biển: nhu cầu của Việt Nam. Kỷ yếu Diễn đàn kinh tế biển 2012, Vũng Tàu, 2012.
19. UBND Bà Rịa - Vũng Tàu. Báo cáo kết quả thực hiện Chiến lược Quốc gia về đa dạng sinh học đến năm 2020, tầm nhìn đến năm 2030, Bà Rịa - Vũng Tàu, 2021.
20. Saaty, T.L. Exploring the interface between hierarchies, multiple objectives and fuzzy sets. *Fuzzy Sets Syst.* **1978**, 1(1), 57–68.
21. Hwang, C.L.; Yoon, K. Multiple attribute decision making methods and applications. Springer-Verlag Publishers, New York, 1981, pp. 269.

Application the AHP-TOPSIS integrated model to select appropriate plans for exploiting and using marine space in Con Dao district, Ba Ria - Vung Tau province

Nguyen Hai Au^{1*}, Nguyen Thanh Dien²

¹ Institute for Environment and Resources - Vietnam National University Ho Chi Minh City; haiavtn@gmail.com

² Department of Natural Resources and Environment of Ba Ria - Vung Tau Province; dienbhd@gmail.com

Abstract: Exploiting and using marine space towards the goal of sustainable development in Con Dao district. This study applies AHP weights combined with the TOPSIS integrated decision-making technique to rank the order of evaluation options to support the selection of the most suitable option. Data is collected from expert opinions (expert opinions on the importance of criteria and suitability of options in the orientation of exploitation and use of marine space) and documents classified into three categories (environmental protection, economic development, and social community). Based on the AHP calculation results, a set of weights for level 1 and level 2 criteria were identified with high reliability (CR consistency coefficient less than 0.1). From the calculated weight value, the results of the AHP-TOPSIS integrated model have selected option 2, which closely integrates port development with environmental protection management to ensure sustainable development, and combines it with the requirements of security and national defense. Linking tourist growth to community development, offering job opportunities for locals, and promoting awareness about natural resource protection. According to the chosen plan, Con Dao is divided into five development zones, which meet the sustainable development standards: (1) Tourism development zones and environment reserves; (2) Tourism development zones; (3) Marine space areas for conservation and scientific study; (4) Transportation and port service areas; (5) Fishing Port Development Zone and Typhoon Shelter Anchorage.

Keywords: AHP; TOPSIS; Marine space; Con Dao district; Ba Ria - Vung Tau province.