

ỨNG DỤNG ARCGIS TÍNH TÁC ĐỘNG CỦA TUYẾN ĐƯỜNG GIAO THÔNG TỚI HỆ SINH THÁI

Lê Thanh Toàn, Chu Việt Thức
Trường Đại học Điện lực

Tóm tắt

Một quốc gia muốn phát triển nhanh, bền vững thì việc xây mới và kết nối các tuyến đường giao thông là không thể thiếu. Tuy vậy, đi cùng với sự phát triển hệ thống giao thông cần đặt trong bối cảnh phát triển bền vững có tính đến các tác động tới môi trường, kinh tế, xã hội. Nhất là các tuyến đường đi qua khu vực hệ sinh thái sẽ phá hoại môi trường sống của hệ sinh thái ấy. Việc đánh giá tác động của tuyến đường đối với hệ sinh thái trong vùng có tuyến đường ngày càng được các nhà khoa học, quản lý quan tâm. Bài báo trình bày phương pháp định lượng để đánh giá mức độ ảnh hưởng đó. Kết quả giúp cho các nhà quản lý, thiết kế có thể lượng hóa được mức độ ảnh hưởng, từ đó chọn được phương án tuyến phù hợp, ảnh hưởng ít nhất đến hệ sinh thái khu vực mà tuyến đường đi qua.

Từ khóa: Tuyến đường giao thông; Hệ sinh thái; ArcGIS; Phương pháp đánh giá.

Abstract

ArcGIS application for evaluating impacts of the road on the ecosystem

The construction and connecting of new roads is indispensable for quick and sustainable development of a country. However, the transport system development should line in the context of sustainable development considering the environmental, economic and social impacts. The road crossing an ecosystem area may extremely impact its habitat. Assessing impacts of the road on the ecosystem has been receiving increasing attention of scientists and managers. This paper presents a new quantitative method to evaluate impacts of the road on the ecosystem. This may support managers and designers to quantify the impact level and then select an appropriate route plan, reducing impacts of the road on its surrounding ecosystem.

Keywords: Roads; Ecosystem; ArcGIS; Method of evaluation.

1. Đặt vấn đề

Vận tải đường bộ luôn đóng một vai trò cực kỳ quan trọng đối với mọi quốc gia. Đường bộ phát triển tạo điều kiện cho con người, hàng hóa lưu thông làm tăng sự kết nối giữa các khu vực từ đó góp phần thúc đẩy đất nước phát triển về mọi mặt, đặc biệt là sự phát triển kinh tế và văn hóa xã hội. Các tuyến đường được xây dựng trước đây đa số được xây dựng dựa trên các tuyến đường có sẵn do quá trình phát triển tự nhiên mà có hoặc được mở mới với mục đích để tăng sự kết nối giữa các vùng với nhau. Và dù hình thành theo hình thức

nào thì đa số đều không tính tới các yêu cầu về điều kiện tự nhiên, xã hội đã gây ra sự tổn thất to lớn đối với hệ sinh thái, gây nên nhiều hệ lụy về môi trường và sự phát triển thường không bền vững.

Trước bối cảnh ấy, cần có phương pháp đánh giá tác động của một tuyến đường đối với một hệ sinh thái. Tuy vậy, các phương pháp thường được sử dụng hiện nay để đánh giá tác động đến hệ sinh thái chủ yếu mang tính định tính hoặc phụ thuộc chủ quan vào ý kiến người đánh giá hoặc quá phức tạp làm cho kết quả đánh giá có tính chính xác thấp [1, 2].

Chính vì thế, việc tìm kiếm một phương pháp đánh giá định lượng, đơn giản, có tính chính xác cao là việc làm có tính thực tiễn, cần được triển khai.

2. Phân tích các yếu tố ảnh hưởng tới hệ sinh thái

Sự phá hoại hệ sinh thái được hiểu là khu vực sinh sống, phát triển trước đây của động thực vật đã bị chia thành nhiều khu vực nhỏ và được đặc trưng bởi sự giảm diện tích của hệ sinh thái [3]. Trong phần lớn trường hợp thì sự phá hoại môi trường sinh thái do con người gây nên mà trong đó việc xây dựng các tuyến đường chiếm tỷ lệ lớn. Hơn nữa, tuyến đường xây dựng còn ảnh hưởng tới kết cấu hệ sinh thái mà nó đi qua vì tạo ra rào cản cho quá trình di chuyển của động vật sinh sống trong khu vực ấy [4].

Các phương pháp đánh giá sự phá hoại môi trường sinh thái rất phức tạp, định tính, thiếu các thông số có thể đo đếm thuần túy. Tuy vậy, Các tác giả Quintana S.M và Geneletti. D [3, 4] thông qua các nghiên cứu của mình chỉ ra 3 thông số cơ bản, chủ yếu được sử dụng để tính sự phá hoại hệ sinh thái gồm:

- Diện tích sinh sống của hệ sinh thái: Thông số này gắn liền với diện tích vùng sinh sống trước và sau khi có tuyến đường mới. Trên thực tế, khi diện tích hệ sinh thái càng lớn thì vùng sinh sống động thực vật càng ổn định, hệ động thực vật sẽ có điều kiện để phát triển thuận lợi hơn. Quả thực trên vùng diện tích sinh sống đủ lớn sẽ có nhiều nguồn thức ăn, nguồn nước và nơi cư trú cho các loại động vật hơn so với những vùng chật hẹp.

- Cô lập hệ sinh thái: Thông số này dựa vào khoảng cách giữa các vùng sinh sống của hệ động vật. Sự xuất hiện của tuyến đường làm chia cắt vùng sinh thái. Quá trình di chuyển của động vật bị gián

đoạn và hoạt động sinh sống của chúng bị thay đổi. Một số loài động vật có thể suy giảm do thiếu điều kiện sống cần thiết như thức ăn, nơi cư trú,...

- Xáo động hệ sinh thái: Thông số này là kết quả sự tác động trực tiếp của tuyến đường mới xây dựng tới vùng sinh sống xung quanh tuyến đường. Các phương tiện lưu thông trên tuyến đường còn có thể gây ra tai nạn cho các động vật khi chúng băng qua đường. Tình hình có thể cải thiện bằng cách cho xây dựng những cầu vượt, hầm chui ngang đường dành cho động vật trong khu vực quan trọng cần bảo tồn. Tuy nhiên, việc làm ấy sẽ tăng chi phí đầu tư của dự án.

3. Phương pháp xác định mức độ ảnh hưởng của tuyến đường tới hệ sinh thái

Để đánh giá mức độ ảnh hưởng của tuyến đường đến một hệ sinh thái nào đó ta cần đánh giá cụ thể các chỉ tiêu “diện tích sinh sống”, “cô lập hệ sinh thái”, “xáo động hệ sinh thái”. Để thực hiện những tính toán này, tác giả đề xuất một số khái niệm và cần phân biệt một cách tường minh, cụ thể đó là: “khả năng sống” có nghĩa trái ngược với “tác động xấu”. “Khả năng sống” thể hiện điều kiện thuận lợi đảm bảo khả năng của sinh vật có thể sinh sống trong lãnh thổ ấy.

Cần tính ảnh hưởng của tuyến đường trong khu vực nghiên cứu đối với khả năng sống của hệ sinh thái được thể hiện qua sự chênh lệch khả năng sống giữa trạng thái ban đầu và trạng thái sau khi có tuyến đường. Nhóm tác giả đề xuất sử dụng phần mềm ArcGIS làm công cụ để thực hiện mô phỏng trạng thái môi trường và các tính toán nói trên.

3.1. Diện tích sống của hệ sinh thái

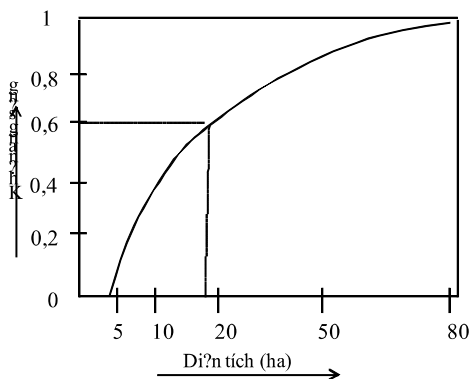
Đối với vùng dự kiến có tuyến đường đi qua, xét phần diện tích tính từ tim tuyến

Nghiên cứu

đường ra hai bên, mỗi bên 100 m là diện tích chiếm dụng có ảnh hưởng lên hệ sinh thái. Vùng gây ảnh hưởng này sẽ giao cắt với hệ sinh thái khu vực. Ở đây cần hiểu rằng số lượng hệ sinh thái phụ thuộc vào khu vực xây dựng tuyến đường. Diện tích của khu vực nghiên cứu có thể biến thiên từ vài km² đến hàng trăm km². Tỷ lệ bản đồ từ 1/100000 đến 1/5000.

Tiếp theo, ta sẽ tính diện tích hệ sinh thái không bị chiếm dụng bởi tuyến đường cùng vùng ảnh hưởng của nó. Diện tích sống được S_i của vùng sinh thái bằng cách loại trừ vùng chiếm giữ của vùng ảnh hưởng tuyến đường. Để tính thông số vùng có thể sống trong hệ sinh thái, đầu tiên cần tính vùng sống được đơn vị của hệ sinh thái. Thực tế những sinh vật sẽ ưa thích sinh sống trong trung tâm của hệ sinh thái hơn ở vùng rìa nơi có tuyến đường đi qua. Vì thế hệ số về giảm diện tích sống thực tế sẽ được tính tới. Geneletti. D [4] cho rằng khi diện tích vùng sinh thái nhỏ hơn 4 ha, thông số có khả năng sống sẽ gần bằng 0; khi diện tích vùng sinh thái lớn hơn 4 ha, hệ số này được lấy bằng 0,8. Giả thiết này đồng thời cũng sẽ được sử dụng để tính 2 thông số khác là “sự cô lập” và “xáo động hệ sinh thái”.

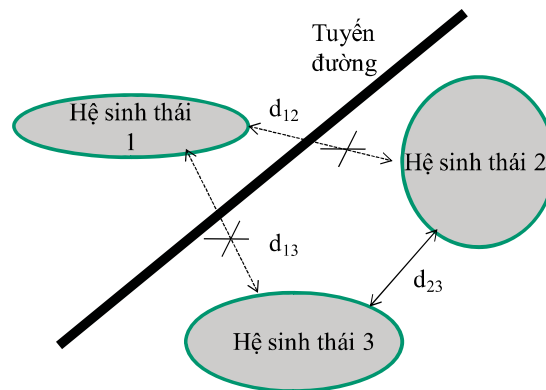
Từ đề xuất của Geneletti. D cho thấy tồn tại mối quan hệ không tuyến tính giữa diện tích lõi hệ sinh thái với khả năng sống đơn vị ký hiệu là v_i của hệ sinh thái “ i ” theo Hình 1.



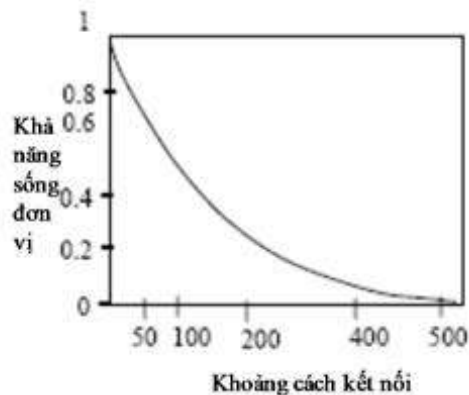
Hình 1: Mối quan hệ giữa diện tích lõi có thể sống của hệ sinh thái với khả năng sống

3.2. Sự cô lập của hệ sinh thái

Thực tế cho thấy, động vật muốn di chuyển được từ hệ sinh thái này sang hệ sinh thái khác ngoài yếu tố địa hình ra thì khoảng cách giữa các hệ sinh thái là yếu tố rất quan trọng. Vì thế đầu tiên cần xác định khoảng cách giữa các hệ sinh thái.



Hình 2: Khoảng cách kết nối giữa các vùng sinh thái



Hình 3: Mối liên hệ giữa khoảng cách kết nối và khả năng sống đơn vị [4]

Trên Hình 2 thể hiện khoảng cách kết nối giữa hệ sinh thái 2 và 3. Do có tuyến đường mới nên hệ sinh thái 1 bị cô lập do đó các kết nối d_{12} và d_{13} bị phá hủy. Dựa vào sơ đồ được đề xuất bởi Geneletti. D ta có mối liên hệ giữa khoảng cách kết nối và khả năng sống đơn vị thể hiện trên Hình 3.

3.3. Sự xáo động hệ sinh thái

Đầu tiên ta thiết lập phần diện tích tính từ tim tuyến đường ra hai bên, mỗi bên 100 m trên suốt chiều dài tuyến đường. Sau đó xác định điểm trọng tâm

G của vùng hệ sinh thái. Tiếp đến tính khoảng cách nhỏ nhất từ điểm này đến ranh giới 100 m của tuyến đường.

Khả năng sống đơn vị theo tiêu chí xáo động hệ sinh thái được xác định theo biểu đồ được đề xuất bởi Geneletti. D thể hiện trên Hình 4. Theo sơ đồ trên ta thấy khoảng cách xáo động càng lớn thì khả năng sống đơn vị càng cao.

Coi V là khả năng sống của hệ sinh thái, thì V được xác định bởi:

$$V = 0,8 \times \sum_{i=1}^{Ne} S_i \times v_i$$

trong đó v_i là khả năng sống đơn vị.

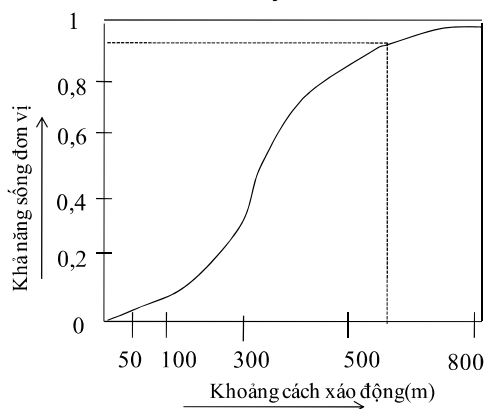
Ngoài ra, để tính tác động lên hệ sinh thái ta còn phải tính đến hệ số khan hiếm được xác định bởi mức độ thay đổi của hệ sinh thái theo Hình 5. Đầu tiên cần phải xác định phần trăm diện tích còn lại của hệ sinh thái so với 10 hay 20 năm trước, điều này cũng tùy thuộc vào loại sinh thái.

Ví dụ khi diện tích hệ sinh thái thay đổi 50 % so với cách đây 10 năm thì hệ số khan hiếm này là 0,42.

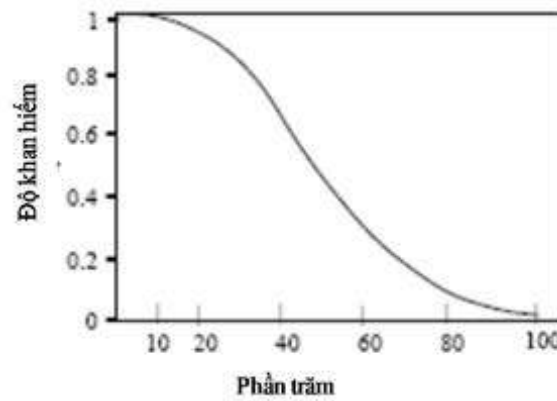
Tác động đến hệ sinh thái được tính theo công thức:

$$I = 0,42 \times (V_1 - V_0)$$

Trong đó, V_1, V_0 lần lượt là khả năng sống của hệ sinh thái ở thời điểm hiện tại, và ở thời điểm cách đây 10 năm.



Hình 4: Khả năng sống đơn vị theo khoảng cách gây xáo động



Hình 5: Hệ số khan hiếm theo sự thay đổi diện tích hệ sinh thái

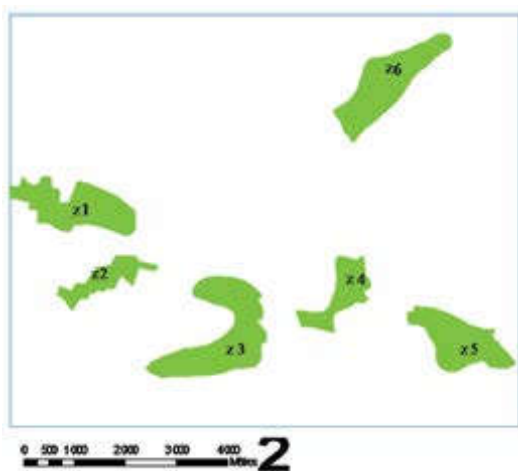
4. Ứng dụng ArcGIS để tính tác động lên hệ sinh thái

4.1. Giới thiệu phần mềm ArcGIS

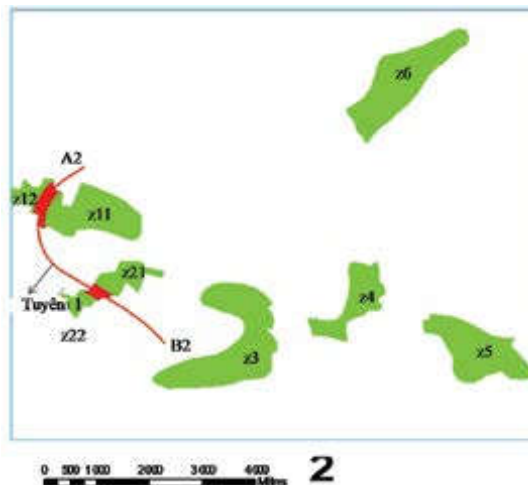
ArcGIS là dòng sản phẩm hỗ trợ trong hệ thống thông tin địa lý (GIS) của ESRI. Tùy mức độ đăng ký bản quyền mà ArcGIS sẽ ở dạng ArcView, ArcEditor, ArcInfo. Trong đó ArcInfo có chi phí bản quyền lớn nhất và nhiều chức năng nhất [5].

Dữ liệu về hệ sinh thái trước khi có tuyến đường sẽ được đưa vào trong ArcGIS như ở Hình 6. Ở đây dữ liệu được sử dụng là vùng động thực vật sinh sống của Vùng Avoine có diện tích 12,58 km² thuộc quận Chinon, tỉnh Indre et Loire nước Pháp năm 2010, nơi có dự kiến sẽ xây dựng tuyến đường. Vùng Avoine gồm 6 hệ sinh thái nơi có các động thực vật sinh sống với tổng diện tích hệ sinh thái 833 hecta.

Xét tác động tới hệ sinh thái khi có sự xuất hiện của 1 tuyến đường tới 6 hệ sinh thái được mô phỏng như trên Hình 6. Giả sử có tuyến đường số 1 (đường màu đỏ) đi qua hệ sinh thái như Hình 7. Ta cần tiến hành tính toán các chỉ tiêu về “diện tích hệ sinh thái”, “cô lập hệ sinh thái”, “xáo động hệ sinh thái” sau đó phân tích và so sánh với nhau ở các thời điểm trước và sau khi có tuyến đường.



Hình 6: Hệ sinh thái vùng Avoine



Hình 7: Tuyến đường qua hệ sinh thái

4.2. Chỉ tiêu diện tích hệ sinh thái

Ở trạng thái ban đầu trước khi có tuyến đường: Diện tích của hệ sinh thái và khả năng sống tương ứng theo tiêu chí này đối với từng hệ sinh thái được tính theo Bảng 1.

Bảng 1. Khả năng sống theo tiêu chí diện tích trước khi có tuyến đường

Vùng	Diện tích (ha) (Si)	Lỗi diện tích (ha) $0,8 \cdot Si$	Khả năng sống đơn vị (vi)	Khả năng sống (vi * Lỗi)
z1	158,0	126,40	1,00	126,40
z2	68,0	54,40	0,86	46,86
z3	217,0	173,60	1,00	173,60
z4	83,0	66,40	0,93	61,49
z5	137,0	109,60	1,00	109,60
z6	170,0	136,00	1,00	136,94
Tổng				653,94

Sau khi có tuyến đường mới: Mở rộng mỗi bên đường 100 m cách trục tuyến đường. Giá trị này là tương đối vì ta xem như tuyến đường trung dụng 100 m sang hai bên đường. Ta thấy hệ sinh thái 1 được chia thành 2 vùng là z11 và z12; hệ sinh thái 2 được chia thành 2 vùng là z21 và z22.

Bảng 2. Khả năng sống theo tiêu chí diện tích khi có tuyến đường

Vùng	Diện tích (ha) (Si)	Lỗi diện tích (ha) $0,8 \cdot Si$	Khả năng sống đơn vị (vi)	Khả năng sống (vi * Lỗi)
z11	22,18	17,74	0,50	8,83
z12	117,35	93,88	1,00	93,88
z21	39,83	31,86	0,69	21,92
z22	16,31	13,05	0,40	5,20
z3	217,00	173,60	1,00	173,60
z4	83,00	66,40	0,93	61,49
z5	137,00	109,60	1,00	109,60
z6	170,00	136,00	1,00	136,00
Tổng				610,51

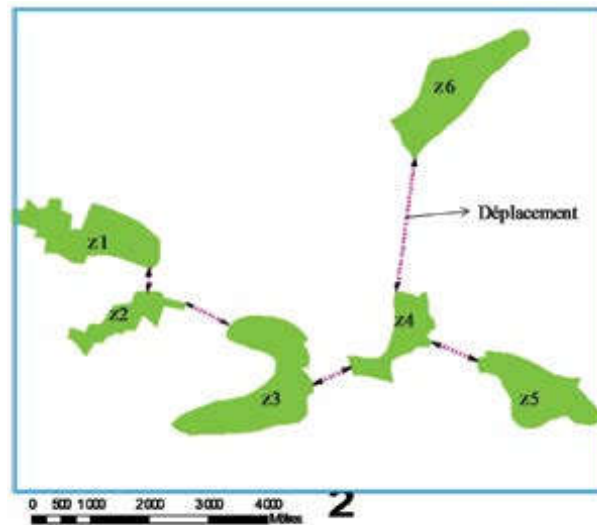
Tác động của thông số này tới hệ sinh thái: $I1 = 0,42 \times (653,94 - 610,51) = 18,24 \text{ (m}^2\text{)}$

4.3. Tính thông số cô lập hệ sinh thái

Trước khi có tuyến đường: Hình 8 biểu diễn khả năng có thể di chuyển của động vật giữa 6 hệ sinh thái ban đầu. Ở đây các động vật có thể di chuyển giữa các vùng (1, 2); (2, 3); (3, 4); (4, 5); (4, 6). Từ đó ta tính được khoảng cách có thể di chuyển giữa các hệ sinh thái và sự cô lập hệ sinh thái như Bảng 3.

Bảng 3. Cô lập hệ sinh thái ban đầu

Vùng	Diện tích (ha) (Si)	Lõi diện tích (ha) $0,8*Si$	Có thể di chuyển (m)	Khả năng sống đơn vị (v_i)	Khả năng sống ($v_i*Lõi$)
z1	158,00	126,40	405,64	0,13	15,80
z2	68,00	54,40	405,64	0,13	6,80
z3	217,00	173,60	699,69	0,01	1,17
z4	83,00	66,40	699,69	0,01	0,45
z5	137,00	109,60	826,19	0,00	0,00
z6	137,00	136,00	2225,61	0,00	0,00
Tổng					24,21

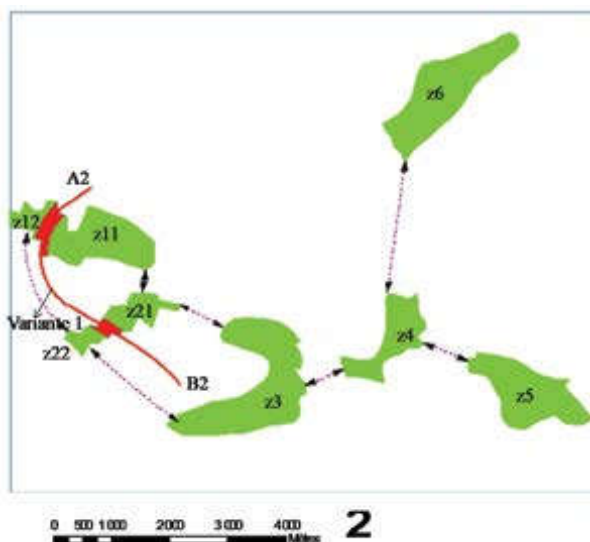


Hình 8: Di chuyển giữa các hệ sinh thái trước khi có tuyến đường

Sau khi có tuyến đường:

Bảng 4. Khả năng sống theo tiêu chí cô lập khi có tuyến đường

Vùng	Diện tích (ha) (Si)	Lõi diện tích (ha) $0,8*Si$	Có thể di chuyển (m)	Khả năng sống đơn vị (v_i)	Khả năng sống ($v_i*Lõi$)
z11	22,18	17,74	1857,00	0,00	0,00
z12	117,35	93,88	405,64	0,13	11,74
z21	39,83	31,86	405,64	0,13	3,98
z22	16,31	13,05	1857,00	0,00	0,00
z3	217,00	173,60	699,69	0,01	1,17
z4	83,00	66,40	699,69	0,01	0,45
z5	137,00	109,60	826,19	0,00	0,00
z6	170,00	136,00	2225,61	0,00	0,00
Tổng					17,33



Hình 9: Di chuyển giữa các hệ sinh thái khi có tuyến đường

Tác động của tuyến đường lên hệ sinh thái theo tiêu chí này là:

$$I2 = 0,42 \times (24,21 - 17,33) = 2,89 \text{ (m}^2\text{)}$$

4.4. Xáo động hệ sinh thái

Ở trạng thái ban đầu

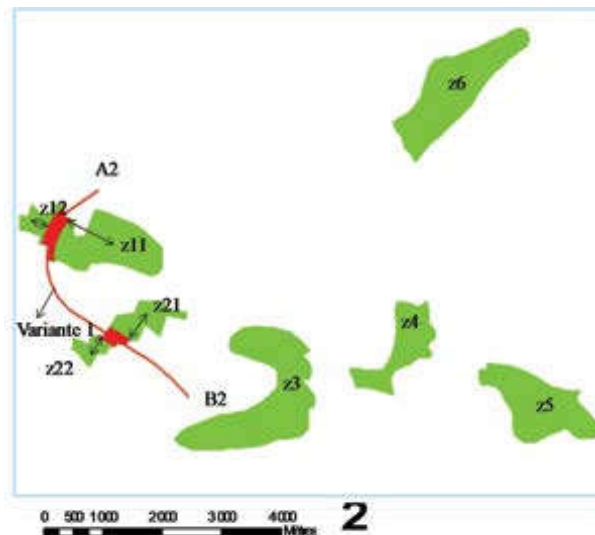
Bảng 5. Khả năng sống theo tiêu chí xáo động hệ sinh thái trước khi có tuyến đường

Vùng	Diện tích (ha) (Si)	Lỗi diện tích (ha) (0,8*Si)	Khả năng sống đơn vị (v _i)	Khả năng sống (v _i *Lỗi)
z1	158,00	126,40	1,00	126,40
z2	68,00	54,40	1,00	54,40
z3	217,00	173,60	1,00	173,60
z4	83,00	66,40	1,00	66,40
z5	137,00	109,60	1,00	109,60
z6	170,00	136,00	1,00	136,00
			Tổng	666,40

Sau khi có tuyến đường:

Bảng 6. Khả năng sống theo điều kiện xáo trộn hệ sinh thái của phương án 1

Vùng	Diện tích (ha) (Si)	Lỗi diện tích (ha) (0,8*Si)	Khoảng cách xáo trộn (m)	Khả năng sống đơn vị (v _i)	Khả năng sống (v _i *Lỗi)
z11	22,18	17,74	831,00	0,99	17,57
z12	117,35	93,88	241,00	0,21	19,71
z21	39,83	31,86	463,00	0,80	25,49
z22	16,31	13,05	236,00	0,20	2,60
z3	217,00	173,60	2 000,00	1,00	173,60
z4	83,00	66,40	2 000,00	1,00	66,40
z5	137,00	109,60	2 000,00	1,00	109,60
z6	170,00	136,00	2 000,00	1,00	136,00
			Tổng		550,98



Hình 10: Khoảng cách xáo trộn hệ sinh thái của phương án 1

Tác động của tuyến đường lên hệ sinh thái theo tiêu chí này là: $I_3 = 0,42 \times (666,40 - 550,98) = 115,42(m^2)$.

Tác động của tuyến đường đến hệ sinh thái theo cả ba tiêu chí là $I = I_1 + I_2 + I_3 = 136,56 (m^2)$.

5. Kết luận

Có nhiều phương pháp và công cụ để đánh giá tác động của một tuyến đường đến hệ sinh thái tuy nhiên phương pháp sử dụng ArcGIS sẽ cho kết quả đánh giá định lượng, giúp cho các nhà quản lý, thiết kế có thể lượng hóa được mức độ ảnh hưởng từ đó chọn được phương án tuyến phù hợp, ảnh hưởng ít nhất đến hệ sinh thái khu vực mà tuyến đường đi qua. Việc áp dụng phương pháp này hiện nay chưa được phát triển rộng rãi tại Việt Nam vì thế trong khuôn khổ bài báo này nhóm tác giả mong muốn giới thiệu để phương pháp hiệu quả này có thể được sử dụng rộng rãi để đánh giá mức độ ảnh hưởng của tuyến đường ở nước ta trong những năm tới.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Phạm Ngọc Hồ, Hoàng Xuân Cơ (2009). *Đánh giá tác động môi trường*. NXB ĐHQG HN.

[2]. Đặng Văn Minh, Đỗ Thi Lan, Nguyễn Chí Hiếu (2013). *Giáo trình đánh*

giá tác động môi trường. NXB Nông nghiệp.

[3]. Quintana S.M, Ramos B.M, Martinez M.A.C (2010). *A model for assessing habitat fragmentation caused by new infrastructures in extensive territories - Evaluation of the impact of the Spanish strategic infrastructure and transport plan*. Journal of environmental Management, pp. 1087 - 1096.

[4]. Geneletti D (2004). *Using spatial indicators and value functions to assess ecosystem fragmentation caused by linear infrastructures*. International Journal of Applied Earth Observation, pp. 531 - 539.

[5]. ArcGIS.<http://www.gissky.net/old/netres/ArcGIS>

[6]. CG59 - Conseil Général Département du Nord (2006). *Démarche Route Durable*, 310 p.

BBT nhận bài: 02/12/2020; Phản biện
xong: 22/12/2020; Chấp nhận đăng:
29/3/2021