

ĐẶC ĐIỂM ĐỊA MẠO SINH THÁI VƯỜN QUỐC GIA BẾN EN, TIẾP CẬN ĐA NGÀNH CHO PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG

**Bùi Quang Dũng^{1,2}, Hoàng Thanh Sơn¹, Lê Văn Hương¹, Hoàng Lưu Thu Thủy¹
Trần Thị Thúy Vân¹, Trịnh Ngọc Tuyền¹, Lê Đức Hạnh¹, Phạm Thị Cúc¹
Trịnh Xuân Quang³, Dương Thị Hồng Yến¹, Mai Quang Tuấn⁴, Tống Phúc Tuấn^{1,*}**

¹Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

²Học viện Khoa học và Công nghệ, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

³Phân hiệu Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội tại tỉnh Thanh Hóa

⁴Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

Tóm tắt

Địa mạo sinh thái là hướng nghiên cứu liên ngành, tập trung và quan hệ hai chiều giữa hệ địa mạo và hệ sinh thái. Các chuyên gia của những chuyên ngành khác nhau (địa chất, địa mạo, nước dưới đất, nước mặt, sinh vật, khí hậu, kinh tế - xã hội và cảnh quan sinh thái) đã cùng phối hợp thực hiện việc khảo sát, thu thập và xử lý tài liệu để xác định và đánh giá các loại hình dịch vụ hệ sinh thái cho các đơn vị địa mạo. Kết quả đã xác định được danh mục chức năng sinh thái và các loại hình dịch vụ hệ sinh thái của Vườn quốc gia Bến En (4 nhóm chức năng và 17 loại hình dịch vụ hệ sinh thái); Kết hợp bản đồ địa mạo với bản đồ sinh thái để xây dựng bản đồ địa mạo sinh thái và đánh giá mức độ đa dạng sinh thái cho các đơn vị đó. Phương pháp đánh giá sử dụng điểm số: “+1” hoặc “0” hoặc “-1”, tương ứng với khả năng cung cấp được, hoặc không có/không rõ, hoặc có tác dụng làm hạn chế khả năng cung cấp dịch vụ hệ sinh thái đó; Điểm đánh giá được tích hợp xử lý để xây dựng bản đồ địa mạo sinh thái với 8 đơn vị, thể hiện phân bố không gian và mức độ đa dạng các loại hình dịch vụ hệ sinh thái.

Từ khóa: Địa mạo sinh thái; Tiếp cận đa ngành; Vườn quốc gia Bến En.

Abstract

Ecomorphological characteristics of Ben En National Park, a multi-sectoral approach for sustainable development

Ecogeomorphology is an interdisciplinary research approach that focuses on the two-way relationship between geomorphological systems and ecosystems. Researchers from various disciplines (geology, geomorphology, groundwater, surface water, biology, climate, ecological landscape, and socio-economics) collaborated to conduct surveys, collect and process data. The results identified: a list of ecosystem service types provided by Bến En National Park; Integration of geomorphological map and ecological map to establish ecogeomorphological map and evaluate their potential ecological service for classified map units. This evaluation was based on a scoring method: “+1” for landforms that can provide a service, “0” for those with no or unclear capacity, and “-1” for landforms that limit the ability to provide ecosystem services. The evaluation scores were processed to build up an ecogeomorphological map with 8 units, representing the spatial distribution and diversity of ecosystem services.

Keywords: Ecogeomorphology/biogeomorphology; Multidisciplinary approach; Ben En National Park.

BBT nhận bài: 15/4/2025; Phản biện xong: 20/5/2025; Chấp nhận đăng: 27/6/2025

*Tác giả liên hệ, Email: tuan_tongphuc@yahoo.com

DOI: <http://doi.org/10.63064/khtnmt.2025.686>

1. Đặt vấn đề

Địa mạo sinh thái (ĐMST) được Darwin đặt nền móng từ những năm 1880 với sự quan tâm dành cho vai trò của giun đất trên đảo Phục Sinh trong chu trình sinh địa hóa, đưa vật chất từ bên dưới lên, làm xới đất, tăng tốc độ phản ứng (Darwin C. R., 1881) [1]. Trải qua thời kỳ gián đoạn, cho đến gần 100 năm trở lại đây, nhất là trong khoảng 20 năm gần đây, đã có nhiều nghiên cứu với thuật ngữ “Địa mạo sinh thái” trong đó các tác giả trên thế giới thường xác định đây là hướng nghiên cứu liên ngành, nhấn mạnh quan hệ tương tác hai chiều giữa hệ địa mạo và hệ sinh thái, với các thuật ngữ mô tả quá trình hoặc là xây dựng, hoặc là phá hủy, hoặc là trung gian [2 - 5]. Ở Việt Nam, tác giả Vũ Văn Phái (2016) [6] phát triển hướng nghiên cứu này bằng cách phân chia các dạng địa hình và xác định vai trò cung cấp sinh cảnh sống cho các loài, đồng thời xác định vai trò của các loài trong xây dựng/phá hủy/bảo vệ địa hình cho vùng cửa sông Vãn Úc; Nguyễn Văn Thảo (2015) [7] đánh giá vai trò cung cấp vật liệu bờ bãi của các loài sinh vật hai mảnh vỏ; Lại Huy Anh (2005) [8], Tống Phúc Tuấn (2018) [9] hướng tới bố trí loại hình sử dụng lãnh thổ phù hợp để đảm bảo phát triển hài hòa. Song, chưa có các công trình khai thác khía cạnh khả năng cung cấp dịch vụ hệ sinh thái cho từng đơn vị địa mạo với góc đánh giá đa ngành, làm cơ sở xây dựng bản đồ địa mạo sinh thái. Do đó, nhóm tác giả thực hiện hướng nghiên cứu trên cho

một đơn vị lãnh thổ có tính nhạy cảm sinh thái cao - Vườn quốc gia Bến En.

Khu vực nghiên cứu là Vườn quốc gia (VQG) Bến En, thuộc huyện Như Thanh và Như Xuân tỉnh Thanh Hóa (Hình 1) được thành lập theo Quyết định số 33/CT ngày 27 tháng 01 năm 1992 của Chủ tịch Hội đồng bộ trưởng, để bảo tồn bộ móng guốc, đặc biệt là loài voi (thời kỳ 1992 còn ghi nhận có 3 đàn voi, mỗi đàn từ 3 - 5 con) [10] và Vườn có khu hệ động, thực vật khá phong phú (1.417 loài thực vật, 1.536 loài động vật, trong đó có nhiều loài động, thực vật nguy cấp, quý hiếm), có nguồn dược liệu đặc hữu, quý hiếm, có giá trị kinh tế cao (đã lập danh mục các loài cây thuốc quý hiếm: 374 loài thuộc 119 họ). VQG Bến En: Có diện tích nhỏ (14.305,09 ha), thành lập năm 1991, là “di sản” của thời kỳ lâm trường (phần lớn diện tích hiện nay có diễn thế rừng phục hồi, rừng tre nứa xen cây gỗ), trên địa hình đồi núi thấp xen thung lũng ven rìa đồng bằng, được bao quanh bởi hệ thống tỉnh lộ, quốc lộ và có hồ chứa Sông Mực (được xây dựng từ năm 1977 đến 1981, có diện tích mặt nước 2.325 ha, dung tích 187 triệu m³) làm thay đổi cơ bản các quá trình tự nhiên (làm ngập đất, phân mảnh tự nhiên, tạo sinh cảnh mới, quá trình phát triển địa hình mới). Về dân số vùng đệm VQG tăng khoảng gấp 4 lần từ năm 1995 đến năm 2023 (từ 2.343 hộ với 14.216 khẩu lên 13.844 hộ với 52.232 khẩu, sinh kế người dân địa phương trên 80 % là sản xuất nông nghiệp, thu nhập

bình quân đầu người thấp (Phòng thống kê huyện Như Thanh, huyện Như Xuân (2023) và Lê Đình Giang (1995) [10]) là những yếu tố có khả năng gây tác động không mong muốn lên VQG. Do vậy, điều tra về các loại hình dịch vụ hệ sinh thái đang có/có khả năng cung cấp, trên từng dạng địa hình là luận cứ khoa học phục vụ phát triển bền vững.

2. Dữ liệu và phương pháp nghiên cứu

Dữ liệu thu thập qua 3 đợt khảo sát thực địa trong 2 năm 2023, 2024 tại khu vực VQG Bến En, số liệu thu thập theo từng chuyên ngành của các chuyên gia (thực hiện các chuyên đề, gồm có các chuyên ngành: Địa chất, địa mạo, thổ nhưỡng, nước dưới đất, nước mặt, sinh thái, sinh vật và kinh tế - xã hội), đồng thời cũng tiến hành thu thập và tài liệu/số liệu tại UBND huyện Như Xuân, Như Thanh và Ban quản lý VQG Bến En.

Bằng cách triển khai này, các chuyên gia có được dữ liệu sát thực nhất có thể trong điều kiện thực tế về khu vực nghiên cứu, tạo tiền đề sử dụng trong phương pháp chuyên gia, phối hợp trong nhóm nghiên cứu xác định/đánh giá các dịch vụ hệ sinh thái theo các đơn vị địa mạo. Việc đánh giá được thực hiện theo phương pháp bán định lượng, với các giá trị tính điểm cho từng loại hình dịch vụ hệ sinh thái (DVHST) của từng đơn vị nhóm dạng địa hình là “+1”, “0”, “-1”, tương ứng với khả năng cung cấp từng loại hình DVHST cho đơn vị nhóm dạng địa hình đó là có, không có/không rõ, hoặc gây tác động cản trở khả năng cung cấp DVHST đó.

Trên cơ sở đánh giá đó tiến hành tổng hợp điểm đánh giá và xây dựng bản đồ

địa mạo sinh thái, thể hiện các đặc điểm địa hình, cấu tạo bề mặt, quá trình ngoại sinh thống trị và vai trò các DVHST có thể cung cấp theo thứ tự ưu tiên cho từng nhóm dạng địa hình.

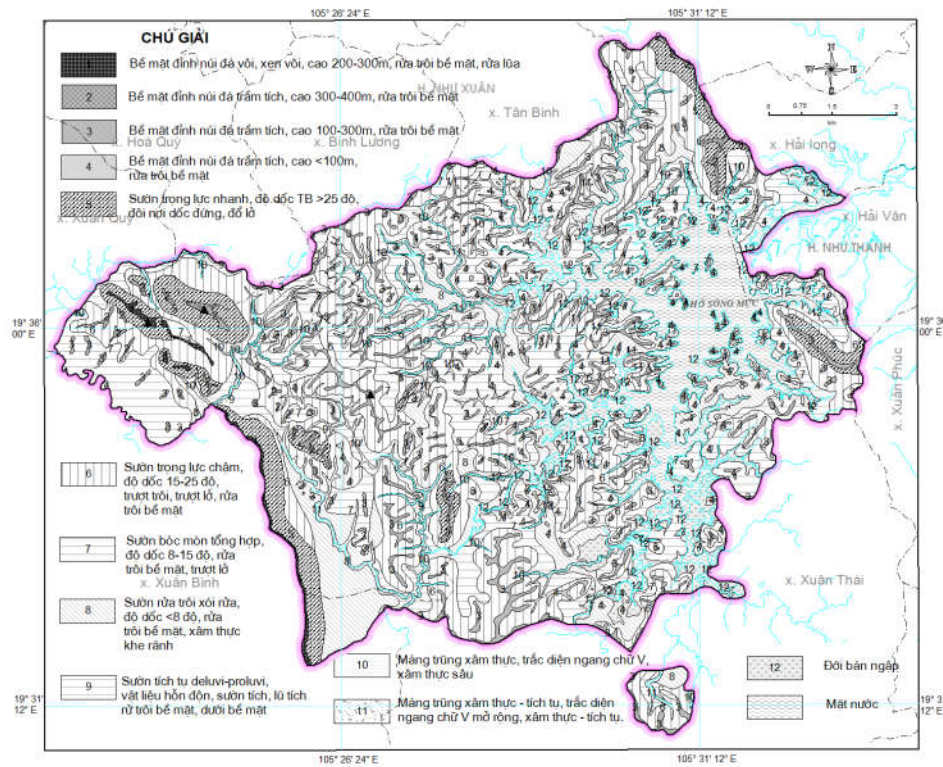
3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

3.1. Các yếu tố chi phối điều kiện địa mạo sinh thái Vườn quốc gia Bến En

Một số đặc điểm chính được xem xét dưới góc độ các chuyên môn khác nhau gồm: Kinh tế - xã hội các xã vùng đệm: Cơ cấu lâm - nông nghiệp, tốc độ tăng dân số khá nhanh (gần gấp ba lần trong giai đoạn 1992 - 2025), sản lượng lương thực chưa đáp ứng nhu cầu tại chỗ; Sinh khí hậu: Số liệu cho thấy có các biểu hiện khô hạn cao, vừa ảnh hưởng đến sản xuất nông nghiệp vừa là nguy cơ dễ cháy rừng; Lớp phủ thực vật: Chịu ảnh hưởng của thời kỳ khai thác lâm trường, đang dần được phục hồi thảm phủ rừng kín thường xanh, tỉ lệ diện tích quần xã tre nứa khá cao (diễn thế thoái hóa rừng) đang được trồng cây gỗ để phục hồi rừng; Điều kiện thủy văn: VQG Bến En chiếm một phần diện tích lưu vực (gần 1/3), là kho nước mang lại các lợi ích đa dạng cho vùng hạ du (cấp nước, phát điện), cũng đồng thời là thủy vực nhân tạo cho các loài thủy sinh. Tuy nhiên, hồ đã làm ngập đáng kể diện tích các bề mặt bóc mòn, tích tụ cổ, tương đối bằng thoải, là sinh cảnh tự nhiên phù hợp cho các loài động vật móng guốc (trong đó có voi); Điều kiện địa chất thủy văn: Các tầng chứa nước có độ giàu nước từ trung bình đến nghèo, có hạn chế nhất định trong cấp nước cho các hệ sinh thái, song vẫn có khả năng duy trì lượng nước nhất định cho một số khe, suối và cung cấp nước dưới đất tầng nông cho một số

hộ dân; Điều kiện thổ nhưỡng: Phần lớn diện tích là đất feralit vàng đỏ có chiều dày khác nhau, có một số diện tích đất phong hóa đá vôi xen, dốc tụ, phù sa ngòi suối có tiềm năng hỗ trợ nâng cao đặc tính đa dạng sinh thái trong khu vực.

Phục vụ đánh giá địa mạo sinh thái, trước tiên đã xây dựng bản đồ địa mạo VQG Bến En (theo nguyên tắc nguồn gốc hình thái và dựa vào tài liệu bản đồ, khảo sát thực địa, gồm 12 dạng địa hình với các thuộc tính về hình thái, quá trình ngoại sinh của chúng (Hình 1).



Hình 1: Bản đồ địa mạo Vườn quốc gia Bến En (thu từ tỉ lệ 1/50.000)

Hình 1 cho thấy sự phân mảnh lãnh thổ VQG rất lớn và dễ thuận lợi cho các chuyên gia của từng chuyên ngành đánh giá DVHST, các đơn vị địa mạo trên được nhóm gộp theo nguyên tắc tương đối đồng nhất về hình thái và các quá trình ngoại sinh, cụ thể: Các đơn vị 1, 2, 3 được gộp thành nhóm A (1, 2, 3 - A); 4 thành nhóm B; 5 thành nhóm C; 6, 7 thành nhóm D, 8, 9 thành nhóm E, 10, 11 - F, 12 - G và mặt nước là nhóm H.

3.2. Xác định chức năng sinh thái và dịch vụ hệ sinh thái Vườn quốc gia Bến En

Trên toàn bộ lãnh thổ VQG Bến En, nhóm tác giả khảo sát, thu thập/phân tích tài liệu, hội thảo nhóm đã xác định được danh mục gồm 17 loại hình dịch vụ hệ sinh thái thuộc 4 nhóm chức năng sinh thái cơ bản.

Bảng 1. Chức năng sinh thái và dịch vụ hệ sinh thái Vườn sinh thái Bến En

Chức năng sinh thái	Dịch vụ hệ sinh thái
<i>A. Chức năng điều tiết: Duy trì các tiến trình sinh thái thiết yếu và các hệ thống hỗ trợ sự sống)</i>	
Điều tiết không khí	1. Ổn định chất lượng không khí 2. Ảnh hưởng lên vi khí hậu
Ngăn ngừa nhiễu loạn	3. Ngăn/giảm tác hại lũ lụt (đất ngập nước, đói bán ngập)
Điều tiết nước	4. Điều tiết chế độ thủy văn thông qua dòng chảy, tích trữ nước 5. Tạo môi trường cho vận tải/du lịch đường thủy
Cung cấp nước	6. Cung cấp nước đến đối tượng sử dụng (sản xuất, sinh hoạt) 7. Cung cấp nước sản xuất điện (nhà máy 2MW)
Ổn định trầm tích	8. Lắng đọng trầm tích, làm trong nước 9. Ngăn/giảm xói mòn
Tạo địa hình	10. Gia tăng bồi tụ vùng bán ngập
<i>B. Chức năng tạo sinh cảnh: Cung cấp sinh cảnh (không gian sống thích hợp) cho động, thực vật hoang dã</i>	
Chức năng biệt cư	11. Duy trì đa dạng sinh học và nguồn gene (nền tảng cho các chức năng khác)
Chức năng tạo vườn ươm	12. Nuôi dưỡng và tạo môi trường sống cho các loài bản địa
<i>C. Chức năng sản xuất: Cung cấp các loại tài nguyên thiên nhiên</i>	
Sản xuất lương thực, thực phẩm	13. Trồng trọt, chăn nuôi 14. Nuôi trồng thủy sản
Cung cấp dược liệu/sản phẩm phụ	15. Thuốc và dược phẩm, sản phẩm phụ từ rừng (mật ong, nấm, măng,...)
<i>D. Chức năng thông tin: Cung cấp các cơ hội để phát triển nhận thức</i>	
Thẩm mỹ, giải trí	16. Thưởng thức phong cảnh (núi đồi, hồ, đảo, rừng già với đa dạng hệ động thực vật,... và âm thanh của núi rừng), du lịch sinh thái, các hoạt động ngoài trời
Khoa học giáo dục	17. Sử dụng các thành phần tự nhiên của VQG cho mục đích giảng dạy và nghiên cứu khoa học.

3.3. Thành lập bản đồ địa mạo sinh thái cung cấp DVHST đó cho từng nhóm dạng địa hình.

Từng chuyên gia chuyên ngành, theo quan điểm chuyên môn kết hợp với trao đổi trong nhóm tác giả, tiến hành đánh giá cho từng nhóm dạng địa hình theo 3 cấp độ: “+1” hoặc “0” hoặc “-1”, tương ứng với có, hoặc không có/không rõ, hoặc gây tác động cản trở khả năng

Điểm số mức độ đa dạng DVHST chung cho từng nhóm dạng địa hình được cộng gộp theo từng chuyên môn, từng loại hình DVHST và kết quả xử lý được thể hiện trong (Bảng 2) và được chuẩn hóa theo thang điểm từ 0 đến 1 và thể hiện trên bản đồ Hình 2.

Bảng 2. Đánh giá độ đa dạng các giá trị dịch vụ hệ sinh thái đối với các đơn vị địa mạo sinh thái

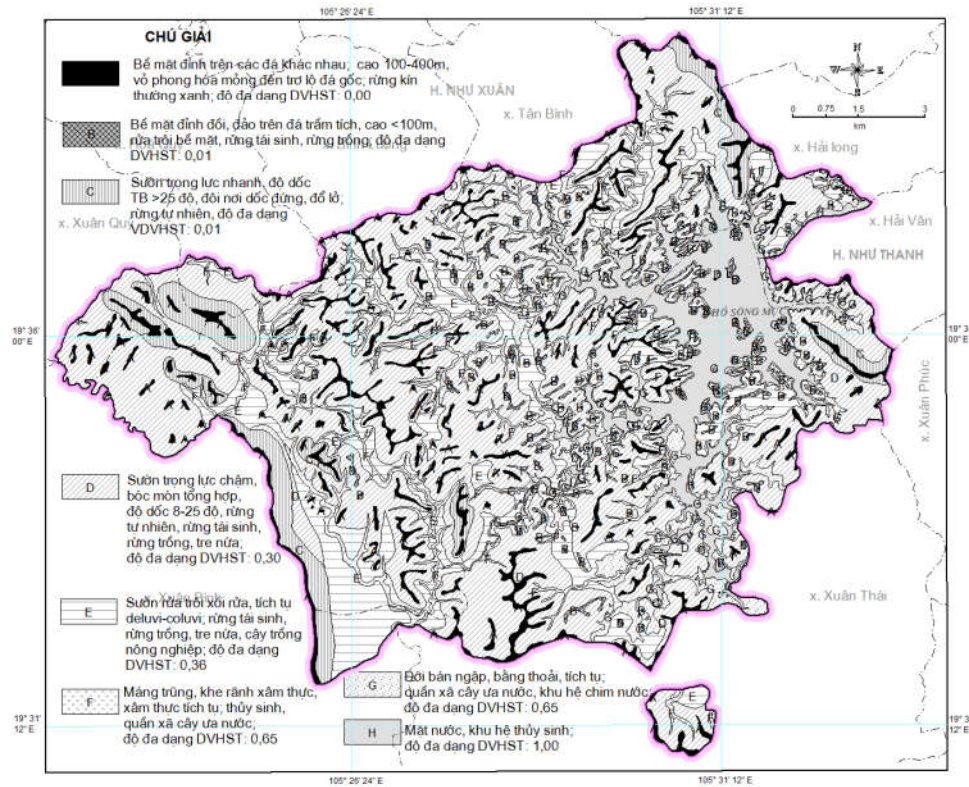
Ký hiệu	Đơn vị địa mạo sinh thái	Tổng điểm đánh giá theo các chuyên gia tham gia Dự án	Chuẩn hóa giá trị đánh giá theo thang điểm từ 0 đến 1	Diện tích (%)
A	Bề mặt đỉnh trên các đá khác nhau; cao 100 - 400 m, vỏ phong hóa mỏng đến trơ lộ đá gốc; Rừng kín thường xanh	39	0,00	6,03

Ký hiệu	Đơn vị địa mạo sinh thái	Tổng điểm đánh giá theo các chuyên gia tham gia Dự án	Chuẩn hóa giá trị đánh giá theo thang điểm từ 0 đến 1	Diện tích (%)
B	Bề mặt đỉnh đồi, đảo trên đá trầm tích, cao <100 m, rửa trôi bề mặt, rừng tái sinh, rừng trồng	40	0,01	1,56
C	Sườn trọng lực nhanh, độ dốc TB > 25°, đôi nơi dốc đứng, đổ lở; Rừng tự nhiên, độ đa dạng	40	0,01	5,81
D	Sườn trọng lực chậm, bóc mòn tổng hợp, độ dốc 8 - 25°, rừng tự nhiên, rừng tái sinh, rừng trồng, tre nứa	62	0,30	51,22
E	Sườn rửa trôi xói rửa, tích tụ deluvi-coluvi; Rừng tái sinh, rừng trồng, tre nứa, cây trồng nông nghiệp	66	0,36	15,44
F	Máng trũng, khe rãnh xâm thực, xâm thực tích tụ; Thủy sinh, quần xã cây ưa nước	89	0,65	3,68
G	Đới bán ngập, băng thoái, tích tụ; Quần xã cây ưa nước, khu hệ chim nước	89	0,65	6,05
H	Mặt nước, quần xã thủy sinh	115	1,00	10,24

Điểm đánh giá của các chuyên gia cho mỗi đơn vị địa mạo sinh thái được cộng gộp, có điểm số từ 39 đến 115 và được chuẩn hóa theo thang điểm từ 0 đến 1 để thuận lợi so sánh và thể hiện bản đồ. Bảng 2 và Hình 2 cho thấy rõ sự phân hóa không gian của các đơn vị địa mạo sinh thái và chỉ số mức độ đa dạng DVHST của chúng. Theo đó, đánh giá về mức độ đa dạng các loại hình DVHST, đơn vị H có giá trị lớn nhất (1,00) và cũng chiếm tỉ lệ diện tích đáng kể (10,24 %), thể hiện có tính đa dạng các loại hình DVHST cao nhất và kết quả khảo sát cũng cho thấy đơn vị này cung cấp lớn nhất về các chức năng sản xuất và điều hòa cho VQG; Trong khi đơn vị A có giá trị chuẩn hóa thấp nhất (0,00) cùng với một số đơn vị cùng nhóm (B, C, F, G), tuy có tính đa dạng các loại hình DVSH thấp và chiếm tỉ lệ diện tích nhỏ, nhưng chúng là các đơn

vị lãnh thổ có vai trò đặc biệt trong duy trì đa dạng sinh học, nhất là cung cấp các sinh cảnh đặc biệt (bề mặt đỉnh, sườn rãnh tụ thủy).

Hình 2 thể hiện sự phân bố không gian của các đơn vị ĐMST, cho thấy sự phân bố các đơn vị ĐMST bề mặt đỉnh kéo dài theo hướng Đông Bắc - Tây Nam nhưng bị phân cắt rất mạnh bởi hệ thống sông suối, tạo thành những dải và chòm nhỏ, với các hệ sinh thái rừng tự nhiên và rừng phục hồi và phần lớn diện tích là các đơn vị ĐMST bề mặt sườn trọng lực chậm với các hệ sinh thái rừng tự nhiên, rừng tái sinh, trảng cỏ, tre nứa; Đồng thời cũng thể hiện phần diện tích đáng kể của hồ Sông Mực đi kèm với các đảo, đóng vai trò chính trong đảm bảo cân bằng nước lãnh thổ VQG cũng như cung cấp các giá trị dịch vụ HST đáng kể cho khu vực hạ lưu và phát điện.



Hình 2: Bản đồ địa mạo sinh thái Vườn quốc gia Bến En (thu từ tỉ lệ 1/50.000)

4. Kết luận và kiến nghị

4.1. Kết luận

VQG Bến En có diện tích tương đối nhỏ so với các VQG khác của Việt Nam. Do đó, khả năng tự duy trì và phát triển các hệ sinh thái và DVHST gặp một số hạn chế nhất định. Cụ thể, diện tích không đáp ứng yêu cầu sinh thái tối thiểu cho một số loài có kích thước lớn như voi, đồng thời phải chịu áp lực đáng kể từ các hoạt động kinh tế - xã hội ở vùng đệm và vẫn còn tồn tại khu dân cư trong vùng lõi chưa được giải quyết thỏa đáng.

Thông qua phương pháp hợp tác liên ngành, nhóm nghiên cứu đã xác định được 8 đơn vị ĐMST ở VQG Bến En từ A đến H, với mức độ đa dạng về các DVHST khác nhau. Đặc biệt, mức độ đa dạng và khả năng cung cấp DVHST hồ chứa được các chuyên gia đánh giá cao

nhờ vai trò điều tiết cân bằng nước, điều hòa khí hậu và cung cấp các dịch vụ hỗ trợ phát triển kinh tế - xã hội cho vùng hạ lưu. Tuy nhiên, tính toàn vẹn sinh cảnh trước đây (trước khi khai thác lâm trường, xây dựng hồ chứa) phù hợp với các loài như voi và động vật móng guốc đã bị thu hẹp đáng kể. Vì vậy, chiến lược bảo tồn và phát triển đa dạng sinh học VQG Bến En cần phù hợp với điều kiện thực tế này nhằm hạn chế tối thiểu ảnh hưởng tiêu cực của quá trình phân mảnh các hệ sinh thái vùng đồi núi Tây bắc Thanh Nghệ.

4.2. Kiến nghị

Trong phạm vi bài báo này, chưa thể lượng hóa đầy đủ giá trị kinh tế - sinh thái của các loại hình DVHST và số lượng chuyên gia từ các chuyên ngành cũng còn hạn chế. Cần có các nghiên cứu chuyên sâu hơn nhằm cung cấp cơ sở khoa học

cho việc xây dựng chính sách quản lý và phát triển phù hợp với điều kiện thực tế của VQG Bến En.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được hỗ trợ bởi Quỹ hỗ trợ nghiên cứu viên cao cấp NCVCC10.08/25-25..

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Darwin C. R., (1881). *The formation of vegetable mould through the action of worms with observation on their habits*. Printed by William Clowes and sons, Ltd, London, 1904.

[2]. Cowles, H., C., (1899). *The ecological relations of the vegetation on the sand dunes of Lake Michigan*. Botanical Gazette.

[3]. Naylor L.A., Viles H.A., Carter N.E.A., (2002). *Biogeomorphology revisited: Looking towards the future*. Geomorphology 47 (1), 3 - 14.

[4]. Murray A.B., Knaapen M.A.F., Tal M., Kirwan M.L., (2008). *Biomorphodynamics: physical - biological feedbacks that shape landscapes*. Water Resources Research 44, W11301. Doi:10.1029/2007WR006410.

[5]. Monda P., (2014). *A review study of ecogeomorphology (An interdisciplinary approach to river science)*. International Multidisciplinary Research Journal, Golden

Research Thoughts. ISSN 2231 - 5063. Volume-3 | Issue-8 | Feb-2014.

[6]. Vũ Văn Phái, Đinh Phương Thảo (2016). *Địa mạo sinh vật: Một hướng nghiên cứu mới của địa mạo*. Tạp chí Khoa học Đại học quốc gia Hà Nội, Các khoa học trái đất và môi trường. Tập 32, số 3, năm 2016, tr 59 - 70.

[7]. Nguyễn Văn Thảo (2015). *Nghiên cứu biến động địa hình với các hệ sinh thái rừng ven biển tỉnh Quảng Ninh trên cơ sở ứng dụng công nghệ viễn thám và GIS*. Luận án tiến sĩ. Lưu trữ thư viện Quốc gia Việt Nam.

[8]. Lại Huy Anh, Tống Phúc Tuấn (2005). *Nghiên cứu địa mạo sinh thái trong quy hoạch tổ chức lãnh thổ (lấy khu bảo tồn thiên nhiên Kẽ Gõ làm thí dụ)*. Hội thảo quốc gia về sinh thái và tài nguyên sinh vật lần I.

[9]. Tống Phúc Tuấn (2018). *Nghiên cứu địa mạo sinh thái làm cơ sở định hướng, sử dụng hợp lý lãnh thổ tỉnh Nghệ An*. Luận án tiến sĩ. Lưu trữ thư viện Quốc gia Việt Nam.

[10]. Lê Đình Giang (1995). *Vườn quốc gia Bến En - Tài nguyên thiên nhiên, tiềm năng nghiên cứu khoa học và phát triển du lịch*. Kỷ yếu Hội nghị Các vườn quốc gia và Khu bảo tồn thiên nhiên Việt Nam, tr. 84 - 95. Hội Khoa học và Kỹ thuật Lâm nghiệp Việt Nam. Nxb. Nông nghiệp.