

ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC TỰ NHIÊN

Lê Nam

NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ SỨC CHỊU TẢI CỦA MÔI TRƯỜNG
DU LỊCH PHỤC VỤ PHÁT TRIỂN DU LỊCH BỀN VỮNG VƯỜN
QUỐC GIA PHONG NHA - KÈ BÀNG

LUẬN ÁN TIẾN SĨ CHUYÊN NGÀNH QUẢN LÝ
TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG

Hà Nội – 2024

ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC TỰ NHIÊN

Lê Nam

NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ SỨC CHỊU TẢI CỦA MÔI TRƯỜNG DU LỊCH
PHỤC VỤ PHÁT TRIỂN DU LỊCH BỀN VỮNG VƯỜN QUỐC GIA
PHONG NHA - KẾ BÀNG

Chuyên ngành: Quản lý tài nguyên và môi trường

Mã số: 9850101.01

LUẬN ÁN TIẾN SĨ CHUYÊN NGÀNH QUẢN LÝ
TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC: GS.TS. Trần Nghi

Hà Nội - 2024

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan luận án này là công trình nghiên cứu của riêng bản thân mình dưới sự hướng dẫn của GS.TS.NGND. Trần Nghi. Những nhận định được nêu ra trong luận án cũng là kết quả từ sự nghiên cứu trực tiếp, nghiêm túc, độc lập của bản thân tác giả dựa vào các cơ sở tìm kiếm, hiểu biết và nghiên cứu tài liệu khoa học hay bản dịch khác đã được công bố. Luận án đảm bảo được tính khách quan, trung thực và khoa học.

LỜI CẢM ƠN

Luận án được hoàn thành dưới sự hướng dẫn và giúp đỡ tận tình của thầy hướng dẫn GS.TS.NGND. Trần Nghi, Nghiên cứu sinh xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc tới thầy.

Trong quá trình hoàn thành luận án, Nghiên cứu sinh cũng nhận được những ý kiến đóng góp quý báu, sự quan tâm giúp đỡ của các thầy cô và các nhà khoa học của các cơ quan: Bộ môn Địa mạo và Địa lý – Môi trường biển (Khoa Địa lý); Khoa Địa chất; Phòng Sau Đại học, Phòng Đào Tạo, Phòng Chính trị và công tác sinh viên (Trường Đại học Khoa học Tự nhiên – ĐHQG Hà Nội); Viện Chiến lược, Chính sách tài nguyên và môi trường và các đơn vị có liên quan của Bộ Tài nguyên và Môi trường; Sở Tài nguyên và Môi trường, Ban Quản lý Vườn Quốc gia Phong Nha – Kẻ Bàng tỉnh Quảng Bình.

Nghiên cứu sinh xin bày tỏ lòng cảm ơn chân thành đối với sự giúp đỡ tận tình của các thầy, các nhà khoa học và lãnh đạo các cơ quan nói trên.

Nghiên cứu sinh

Lê Nam

MỤC LỤC

MỤC LỤC	ii
DANH MỤC HÌNH	iv
DANH MỤC BẢNG.....	vi
DANH MỤC CHỮ VIẾT TẮT.....	viii
MỞ ĐẦU.....	1
CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN KHU VỰC NGHIÊN CỨU VÀ LỊCH SỬ NGHIÊN CỨU	9
1.1. Tổng quan khu vực nghiên cứu	9
1.1.1. Vị trí địa lý khu vực nghiên cứu	9
1.1.2. Đặc điểm điều kiện tự nhiên	10
1.1.3. Đặc điểm kinh tế-xã hội.....	35
1.3. Tiểu kết chương 1.....	45
CHƯƠNG 2. CƠ SỞ TÀI LIỆU, LỊCH SỬ NGHIÊN CỨU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU	47
2.1. Cơ sở tài liệu.....	47
2.1.1. Nhóm tài liệu về hồ sơ di sản Thiên Nhiên Thế giới Vườn Quốc gia Phong Nha-Kẻ Bàng (Trần Nghi, 2003):.....	47
2.1.2. Tài liệu về môi trường du lịch do Vườn Quốc Gia Phong Nha-Kẻ Bàng cung cấp và NCS đi thực địa bổ sung:	47
2.1.3 Các số liệu và điểm quan trắc	48
2.1.4. Tài liệu về lưu lượng du khách tham quan hàng động.....	49
2.1.5. Số liệu để sử dụng tính toán phân tích chi phí lợi ích.....	49
2.2. Lịch sử nghiên cứu sức chứa môi trường du lịch.....	49
2.2.1. Những công trình nghiên cứu sức chứa trên thế giới.....	50
2.2.2. Các nghiên cứu về sức chứa tại Việt Nam.....	54
2.2.3. Đánh giá những kết quả công trình đã công bố trên thế giới và ở Việt Nam	57
2.3. Phương pháp nghiên cứu	60
2.3.1. Hướng tiếp cận.....	60
2.3.2. Quan niệm về “sức chứa” và “sức chịu tải”.....	64
2.3.3. Phương pháp nghiên cứu	69
2.4. Tiểu kết chương 2.....	73
CHƯƠNG 3. ĐÁNH GIÁ SỨC CHỊU TẢI CỦA MÔI TRƯỜNG DU LỊCH KHU DI SẢN VƯỜN QUỐC GIA PHONG NHA – KẼ BÀNG	75
3.1. Phân loại các đối tượng môi trường du lịch khu vực di sản Phong Nha – Kẻ Bàng.....	75
3.1.1. Định nghĩa.....	75

3.2.2. Phân loại các đối tượng môi trường du lịch của địa-hệ sinh thái di sản Thiên nhiên Thế giới Vườn Quốc gia Phong Nha-Kẻ Bàng	75
3.2. Sức chịu tải của các đối tượng môi trường du lịch	80
3.2.1. Sức chịu tải của đối tượng môi trường đất vùng lõi Phong Nha-Kẻ Bàng	80
3.3.2. Sức chịu tải của đối tượng môi trường nước mặt đoạn sông Son chảy qua khu vực Phong Nha.....	83
3.3.3. Sức chịu tải đối tượng môi trường trường nước dưới đất	86
3.3.4. Sức chịu tải đối tượng môi trường không khí	91
3.3.5. Sức chịu tải đối tượng môi trường cơ sở hạ tầng và dịch vụ:	92
3.3.6. Sức chịu tải của đối tượng môi trường du lịch hang động: Phong Nha, Thiên Đường, Sơn Đoòng	96
3.3.7. Sức chịu tải của đối tượng môi trường sinh thái rừng nguyên sinh.....	102
3.3.8. Đánh giá sức chịu tải tổng thể môi trường du lịch của địa-hệ sinh thái	108
3.4. Tiểu kết chương 3.....	109
CHƯƠNG 4. MÔ HÌNH VÀ PHƯƠNG THỨC QUẢN LÝ DU LỊCH BỀN VỮNG KHU VỰC DI SẢN VƯỜN QUỐC GIA PHONG NHA – KẼ BÀNG	111
4.1. Quan điểm về quản lý du lịch bền vững	111
4.1.1. Định nghĩa.....	111
4.1.2. Hiện trạng công tác quản lý du lịch khu di sản Phong Nha – Kẻ bàng	112
4.1.3. Hiệu quả kinh tế	114
4.2. Mô hình quản lý du lịch bền vững khu vực Phong Nha – Kẻ Bàng.....	115
4.2.1. Phân tích chi phí lợi ích kinh tế (cost benefit analysis) về khai thác du lịch khu di sản Phong Nha-Kẻ Bàng.....	115
4.2.2. Phân tích mối quan hệ biện chứng giữa giá trị lõi rỗng (NPV), Sức chịu tải (Lc) và lưu lượng khách (xem hình 4.2, 4.3).....	122
4.2.3. Đề xuất mô hình quản lý du lịch bền vững di sản Thiên nhiên Thế giới Phong Nha-Kẻ Bàng	124
4.3. Tiểu kết chương 4.....	130
KẾT LUẬN.....	132
KIẾN NGHỊ.....	134
DANH MỤC CÔNG TRÌNH KHOA HỌC CỦA TÁC GIẢ LIÊN QUAN ĐẾN LUẬN ÁN	143
TÀI LIỆU THAM KHẢO	144

DANH MỤC HÌNH

Hình 1.1. Vị trí địa lý khu vực Di sản Thiên nhiên Thế giới Vườn Quốc gia Phong Nha-Kẻ Bàng, tỉnh Quảng Bình (Nguồn: Internet)	9
Hình 1.2. Đối sánh các thành tạo địa chất khu vực Phong Nha-Kẻ Bàng với cột địa tầng thế giới (Trần Nghi, 2003)	11
Hình 1.3. Sơ đồ địa chất khu vực Phong Nha-Kẻ Bàng (Trần Nghi, 2003)	11
Hình 1.4. Sơ đồ lịch sử phát triển các bề trầm tích từ giai đoạn Paleozoi đến Kainozoi (Trần Nghi, 2003): 1) O-S- D ₂ : Giai đoạn hình thành bề dạng tuyến: trầm tích lục nguyên; 2) D ₃ -C ₁ : Giai đoạn hình thành bề dạng tuyến - ovan nước sâu: đá vôi- silic xen lục nguyên; 3) C-P: Giai đoạn hình thành bề dạng đẳng thước: đá vôi dạng khối (platform); 4) K-Kz: Giai đoạn hình thành hang động.	15
Hình 1.5. Đá vôi phân lớp mỏng mà xám đen xen silica dạng thấu kính và dạng ổ nghiêng về bên phải phía thượng nguồn của Sông Sơn; hệ tầng Phong Nha (D ₃ – C ₁ <i>pn</i>) (Ảnh Trần Nghi, 1999).	16
Hình 1.6. Đá vôi dạng khối (platform) hệ tầng Bắc Sơn (C – P <i>pm</i>) (Địa điểm: Hang Xà Phòng ở Chày cách phong Nha 5 km) (Ảnh Tạ Hòa Phương, 1999).	16
Hình 1.7. Dòng sông ngầm chảy giữa các vách đá trong hang Phong Nha.....	20
(Ảnh H.Limbert, 1993)	21
Hình 1.8. Sơ đồ hệ thống hang động Phong Nha – Kẻ Bàng	21
Hình 1.9. Khối măng đá khổng lồ trong hang Phong Nha (Ảnh: H.Limbert, 1993)	24
Hình 1.10. Các ngăn ô tựa “ruộng bậc thang” thu nhỏ và cuội travertin có dạng quả na (Nguồn Internet).	25
Hình 1.11. Cuội “ngọc động” ở hang Sơn Đoòng (Nguồn: Internet)	25
Hình 1.12. Năm travertin có hình tháp xoáy ốc (động Sơn Đoòng).....	26
Năm xoáy động Sơn Đoòng cao 8m đường kính đáy rộng 11m. (Ảnh: Tạ Hoà Phương, 2017).....	26
Hình 2.1. Địa-hệ sinh thái (geo-ecosystem) khu di sản thiên nhiên thế giới Vườn Quốc gia Phong Nha-Kẻ Bàng	62
Hình 2.2: Mối quan hệ giữa nghiên cứu sức chịu tải với các chuyên ngành khoa học khác nhau (Lê Nam, Trần Nghi, 2024)	63
Hình 3.1. Sơ đồ biểu diễn mối quan hệ nhân-quả giữa tải lượng tiêu cực với các đối tượng môi trường du lịch (Lê Nam, Trần Nghi, 2024)	76
Hình 3.2. Đối tượng môi trường đất vùng lõi Phong Nha-Kẻ Bàng.....	80
Hình 3.3. Sơ đồ mạng lưới lấy mẫu môi trường đất và môi trường nước (Lê Nam, 2024).	80

Hình 3.4. Cảnh quan môi trường cơ sở hạ tầng khu vực hành chính Vườn quốc gia Phong Nha – Kẻ Bàng.....	95
Hình 3.5. Đội thuyền chở du khách tham quan hang động (Ảnh: Lê Nam, 2024)	96
Hình 3.6. A, B: Cây gù (Ficus callosa) (Ảnh: Lê Huy Cường, 1999)	104
Hình 3.7. Cây trò nâu (Ảnh: Nguyễn Mạnh Hà, 1999)	104
Hình 3.8. Cây cánh sét (Ảnh: Nguyễn Mạnh Hà, 1999).....	104
Hình 3.9. Chà vá chân đỏ (Ảnh: Nguyễn Mạnh Hà, 1999)	105
Hình 3.10. Chà vá chân đỏ (Ảnh: Tilo Nadler, 1999)	105
Hình 3.11. Vượn đen má trắng (Ảnh: Tilo Nadler, 1999)	105
Hình 3.12. Voọc Hà Tĩnh (Ảnh: TiloNadler, 1999)	105
Hình 3.13. Sao la (Ảnh: Viện Điều tra quy hoạch rừng, 1999)	106
Hình 3.14. Beo lửa đang được cứu hộ tại Vườn Quốc gia Phong Nha-Kẻ Bàng (Ảnh: VNT-CRES, 1999).....	106
Hình 3.15. Khi cộc (Ảnh: Thạch Mai Hoàng, 1999)	106
Hình 3.16. Éch cây (Ảnh: Nguyễn Mạnh Hà, 1999)	106
Hình 3.17. Chồn dơi (Ảnh: Nguyễn Mạnh Hà, 1999)	107
Hình 3.18. Rắn lục vàng (Ảnh: Lê Khắc Quyết, 1999)	107
Hình 3.19. Trăn đất (Ảnh: VNT-CRES, 1999).....	107
Hình 3.20. Thằn lằn (Ảnh: VNT-CRES, 1999)	107
Hình 4.1. Ô nhiễm bụi PM ₁₀ (có kích thước 10mK) phủ kín như sương mù (Nguồn: internet).....	112
Hình 4.2. Sự biến thiên các giá trị NPV, Lc và Gt của khu du lịch Phong Nha-Kẻ Bàng trong thời gian từ 2013 đến 2023.....	123
Hình 4.3. Sơ đồ biểu diễn mối quan hệ giữa NPV, Lc và Gt (Lê Nam, Trần Nghi, 2024).....	124
Hình 4.4. Mối quan hệ cân bằng động giữa 3 đại lượng: lợi nhuận lãi ròng lớn hơn 0 (NPV>0), Sức chịu tải của tất cả các đối tượng môi trường du lịch lớn hơn 0,6 Lctb>0,6) và số lượng du khách nhỏ hơn số lượng du khách tối đa cho phép (Gt<Gtmax) (Lê Nam, Trần Nghi, 2024).....	125
Hình 4.5. Một số thành tạo của thạch nhũ và măng đá có hình dạng kỳ dị độc đáo.....	125
Hình 4.6. Sơ đồ mô hình tổ chức điều hành Vườn Quốc gia Phong Nha – Kẻ Bàng (Lê Nam, Trần Nghi, 2024).....	128
Hình 4.7. Sơ đồ mô hình quản lý du lịch sinh thái (picnic) Vườn Quốc gia Phong Nha – Kẻ Bàng (Lê Nam, Trần Nghi, 2024)	129

DANH MỤC BẢNG

Bảng 1.1. Tuổi của các hang động Phong Nha-Kẻ Bàng (Trần Nghi, 1999)	23
Bảng 1.2. Dân số và lao động các xã vùng đệm của VQG Phong Nha – Kẻ Bàng	37
Bảng 1.3. Thống kê diện tích canh tác bình quân của hộ gia đình thuộc các xã thuộc vùng đệm của VQG Phong Nha – Kẻ Bàng	38
Bảng 1.4. Thống kê thu nhập bình quân trong lĩnh vực nông, lâm nghiệp	40
Bảng 2.1. Vị trí lấy mẫu môi trường đất, nước, không khí	48
Bảng 3.1. Sức chịu tải (Lc) của môi trường đất đối với các nguyên tố độc hại ảnh hưởng đến chất lượng môi trường đất khu vực vùng lõi Phong Nha – Kẻ Bàng	81
Bảng 3.2. Sức chịu tải từng nguyên tố độc hại hoà tan trong nước mặt (Lci), Lci _{tb} từng trạm lấy mẫu và Lctb của nước mặt sông Son đoạn chảy qua Phong Nha	84
Bảng 3.3. Sức chịu tải của từng nguyên tố độc hại (Lci) và Lctb của nước dưới đất vùng lõi khu vực Phong Nha – Kẻ Bàng	89
Bảng 3.4. Sức chịu tải (Lc) một số chất độc hại có trong không khí xung quanh khu vực Phong Nha – Kẻ Bàng	91
Bảng 3.5. Sức chịu tải của đối tượng môi trường cơ sở hạ tầng và dịch vụ (Lc4) (Nguồn: Ban quản lý Vườn Quốc gia Phong Nha-Kẻ Bàng, 2023)	95
Bảng 3.6. Sức chịu tải (Lc) theo số lượng khách vào tham quan 3 hang động: hang Phong Nha; động Thiên Đường, động Sơn Đoòng trong 10 năm (2013-2023) (Nguồn: Ban quản lý Vườn Quốc gia Phong Nha-Kẻ Bàng, 2023)	100
Bảng 3.7. Sức chịu tải tổng hợp của hang động: Phong Nha, Thiên Đường, Sơn Đoòng	101
Bảng 3.8. Sức chịu tải tổng hợp của đối tượng môi trường rừng nguyên sinh	103
Bảng 3.9. Sức chịu tải trung bình của 6 đối tượng môi trường du lịch Phong Nha-Kẻ Bàng	108
Bảng 4.1. Tính toán chi phí đầu tư phát triển du lịch	116
Bảng 4.2. Chi phí xử lý nước thải	117
Bảng 4.3. Thống kê lượng khách du lịch hàng năm của Vườn quốc gia Phong Nha – Kẻ Bàng	118
Bảng 4.4: Tính toán các chỉ tiêu NPV và B/C cho kịch bản phát triển du lịch	119
Bảng 4.5. Phân tích chi phí lợi ích của việc phát triển du lịch Hang Phong Nha trong thời gian từ 2013 – 2023	119
Bảng 4.6. Phân tích chi phí, lợi ích khu du lịch Hang Thiên Đường trong thời gian từ 2013 – 2023	120

Bảng 4.7. Phân tích chi phí, lợi ích khu du lịch Hang Sơn Đoòng trong thời gian từ 2013 – 2023	120
--	-----

Bảng 4.8. Giá trị sức chịu tải của các đối tượng môi trường du lịch khu vực Phong Nha-Kẻ Bàng và giá trị Lctb của toàn địa-hệ sinh thái	126
---	-----

DANH MỤC CHỮ VIẾT TẮT

BN:	Bắc Nam
BP:	Before present
BQL:	Ban quản lý
DEA:	Phân tích Hiệu quả Dữ liệu
DPSIR:	Động lực- Áp lực – Trạng thái – Tác động – Phản ứng
ĐB-TN:	Đông Bắc – Tây Nam
ECC:	effective carrying capacity – sức chứa hiệu quả
Ka:	Kiloannus – nghìn năm
LAC:	giới hạn thay đổi chấp nhận được
Lc:	Sức chịu tải (Load Capacity)
Lc _{tb} :	Sức chịu tải trung bình (Average Load Capacity)
Ma:	Megaannus – triệu năm
MSTT:	Monitoring System of Tourist Traffic – Hệ thống theo dõi lưu lượng du khách
NCS:	Nghiên cứu sinh
NPV:	Net Present Value - Giá trị hiện tại ròng
PCC:	physical carrying capacity - sức chứa vật lý
RCC:	real carrying capacity - sức chứa thực tế
TB-ĐN:	Tây Bắc – Đông Nam
TLc:	Sức chịu tải môi trường du lịch (Tourism Load Capacity)
QCVN:	Quy chuẩn Việt Nam
TĐ:	Tây Đông
VERP:	Visitor Experience and Resource Protection - Phương pháp Bảo vệ tài nguyên và trải nghiệm của du khách
VQG:	Vườn Quốc gia

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết

Vườn Quốc gia Phong Nha - Kẻ Bàng là một khu bảo tồn thiên nhiên đặc biệt và nổi tiếng của Việt Nam, được UNESCO công nhận là Di sản thiên nhiên thế giới hai lần. Vườn Quốc gia này nằm ở phía Bắc dãy núi Trường Sơn, thuộc huyện Bố Trạch, tỉnh Quảng Bình, có diện tích vùng lõi là 125.729,6ha và vùng đệm hơn 217.908,44ha. Vườn Quốc gia Phong Nha - Kẻ Bàng là tên gọi cho cả khu vực động Phong Nha và khu vực rừng núi đá vôi Kẻ Bàng.

Tháng 7 năm 2003, UNESCO công nhận Di sản thiên nhiên thế giới Vườn Quốc gia Phong Nha - Kẻ Bàng Quảng Bình, Việt Nam. Đây là di sản thiên nhiên thế giới thứ hai sau Vịnh Hạ Long. Để có được kết quả đáng tự hào đó không thể không nói đến những đóng góp của nhân dân địa phương Quảng Bình về sự khám phá tìm tòi những bí mật nơi chôn rau cắt rốn của họ. Có thể chia ra hai giai đoạn nối tiếp nhau: (1) giai đoạn 1: là giai đoạn thám hiểm hang động bắt đầu từ năm 1991 đến năm 1995 phối hợp giữa Hội hang động Hoàng Gia Anh và nhóm cán bộ khoa học của Khoa Địa lý - Địa chất Trường Đại học Tổng hợp Hà Nội; (2) giai đoạn 2 là giai đoạn vừa tiếp tục thám hiểm vừa nghiên cứu khoa học để xây dựng “Hồ sơ Di sản Thiên nhiên Thế giới”.

Người Quảng Bình gọi Động Phong Nha là “Chùa Hang” vì sự kì bí và linh thiêng của nó. Chùa Hang đã được dân địa phương phát hiện từ lâu đời nhưng công cuộc thám hiểm của họ chỉ bằng đuốc đuốc để soi sáng đường đi theo hang. Vì vậy, thám hiểm này mang tính chất tò mò theo thị hiếu đơn giản nên không được ghi chép đo đạc và chụp ảnh có giá trị như các tư liệu, số liệu để lại cho con cháu đời sau. Sau đó người Pháp lại tiếp tục thám hiểm và đến năm 1937 phòng du lịch của toà Khâm Sứ Pháp ở Huế đã xuất bản một tờ gấp nhỏ giới thiệu du lịch tỉnh Quảng Bình trong

đó có động Phong Nha. Tuyến du lịch Phong Nha được Pháp xếp vào hạng thứ 2 ở Đông Dương.

Kẻ Bàng là tên gọi của một khu vực rừng núi đá vôi phía Tây của Vườn Quốc gia, có diện tích khoảng 50.000ha. Kẻ Bàng có hệ sinh thái rừng nguyên sinh phong phú và đa dạng, là nơi sinh sống của nhiều loài động vật và thực vật quý hiếm, trong đó có nhiều loài quý hiếm nằm trong sách đỏ của thế giới đang có nguy cơ tuyệt chủng. Du khách đến đây có thể khám phá các rừng nguyên sinh hoang sơ, chiêm ngưỡng các loài động thực vật đặc biệt và tìm hiểu về lịch sử và văn hóa của địa phương.

Theo thông tin được đăng tải trên trang thông tin của Ban Quản lý Vườn Quốc gia Phong Nha – Kẻ Bàng, hệ thống núi đá vôi Phong Nha – Kẻ Bàng được xem là một trong hai vùng karst lớn nhất thế giới, với khoảng 404 hang động và các sông ngầm. Các hang động ở đây có tổng chiều dài khoảng hơn 220km, các nhà khoa học đã khảo sát 44,5km hang động nhưng du khách bình thường chỉ có thể vào được 1500m [UNESCO, 2024]. Các hang động có kích thước và hình dạng khác nhau, có những hang rộng và cao như Thiên Đường, Sơn Đoòng; có những hang dài và sâu như Phong Nha, Tiên Sơn; có những hang có sông ngầm và hồ nước trong xanh như Tú Làn, Én; có những hang có cảnh quan hoang sơ và thơ mộng như Vòm, Chày. Các hang động này không chỉ là điểm thu hút du khách mà còn là nơi cung cấp thông tin quý giá về lịch sử địa chất 32 triệu năm hình thành hang động nói riêng và lịch sử phát triển địa chất 400 triệu năm nói chung của khu vực Phong Nha -Kẻ Bàng.

Việc nghiên cứu thành công hồ sơ Di sản Thiên Nhiên Thế giới Vườn Quốc gia Phong Nha - Kẻ Bàng có một ý nghĩa hết sức to lớn cho phát triển kinh tế du lịch không chỉ đối với tỉnh Quảng Bình mà còn mang lại lợi ích cho cả nước. Bên cạnh lợi ích về kinh tế du lịch, di sản thiên nhiên thế giới Phong Nha - Kẻ Bàng sau khi UNESCO công nhận tháng 7

năm 2003 là di sản thứ hai sau di sản Vịnh Hạ Long, đã góp phần quảng bá hình ảnh đất nước và con người Việt Nam đến bạn bè quốc tế.

Tuy nhiên, trong quá trình khai thác mạnh mẽ tài nguyên du lịch của Di sản Thiên nhiên thế giới Vườn Quốc gia Phong Nha - Kẻ Bàng đã xuất hiện những áp lực và mâu thuẫn giữa mục tiêu tăng cao lợi nhuận với khả năng chịu tải của môi trường du lịch ngày càng giảm. Đây là bài toán ma trận tương quan giữa ba đại lượng lợi nhuận ròng tự nhiên (NPV), số lượng du khách và sức chịu tải môi trường du lịch (L_c) trong công tác quản lý du lịch theo hướng phát triển bền vững. Lượng khách tăng lên đồng nghĩa với lợi nhuận tăng nhưng điều này không có nghĩa là Ban quản lý Vườn Quốc gia và Sở Du lịch tỉnh Quảng Bình không cần giới hạn lượng khách tham quan. Vậy số lượng khách tới hạn là bao nhiêu để môi trường du lịch còn có thể chịu tải được và tự nó sẽ phục hồi? Những khó khăn hiện nay đang là những áp lực cho Ban quản lý vườn Quốc gia là nạn khai thác gỗ quý trái phép; săn bắt động vật quý hiếm nằm trong sách đỏ thế giới có nguy cơ tuyệt chủng; các đội du khách vào tham quan sinh thái rừng nguyên sinh và hang động đã gây ra nhiều hệ lụy nhưng vẫn chưa có phương pháp nào đánh giá và kiểm soát được một cách triệt để.

Chính vì những lý do trên nghiên cứu sinh đã chọn đề tài luận án là: *“Nghiên cứu đánh giá sức chịu tải của môi trường du lịch phục vụ phát triển du lịch bền vững Vườn Quốc gia Phong Nha – Kẻ Bàng”* nhằm đánh giá định lượng sức chịu tải tới hạn của môi trường du lịch của toàn bộ địa hệ (geo-ecosystem) Vườn Quốc gia Phong Nha – Kẻ Bàng. Nói cách khác, nội hàm của luận án sẽ giải bài toán tương quan giữa giá trị lợi nhuận kinh tế du lịch tối đa (NPV_{max}) và giá trị sức chịu tải môi trường trung bình của địa hệ tối thiểu (L_{Cmin}). Đó là cơ sở khoa học để điều tiết công tác quản lý du lịch theo hướng phát triển bền vững.

2. Mục tiêu

- Đánh giá sức chịu tải môi trường du lịch toàn bộ địa - hệ sinh thái Vườn Quốc gia Phong Nha – Kẻ Bàng dựa trên cơ sở tổng hợp sức chịu tải của các đối tượng môi trường thành viên cấu thành địa - hệ sinh thái khi bị tác động của các tải lượng tiêu cực của tự nhiên và du khách tăng lên.

- Đề xuất mô hình và các giải pháp quản lý môi trường du lịch bền vững dựa trên nguyên tắc là khai thác lợi nhuận tối đa và bảo vệ nghiêm ngặt tính bảo tồn di sản.

- Điều hành và điều chỉnh liên tục mối quan hệ cân bằng động giữa 3 đại lượng tương tác với nhau trong địa – hệ sinh thái của môi trường du lịch Phong Nha - Kẻ Bàng đảm bảo 3 điều kiện: (1) Sức chịu tải trung bình của môi trường du lịch luôn luôn dương ($L_{cb} > 0$) gồm 6 yếu tố thành viên: môi trường đất, môi trường nước, môi trường không khí, môi trường cơ sở hạ tầng và dịch vụ, môi trường hang động và môi trường rừng nguyên sinh; (2) Giá trị lãi ròng hiện tại luôn luôn dương ($NPV > 0$); (3) Lưu lượng khách du lịch đạt xấp xỉ giới hạn tối đa cho phép (G_{tmax}).

3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

**** Đối tượng nghiên cứu***

- Đối tượng nghiên cứu sức chịu tải môi trường du lịch bền vững là khu vực Di sản Thiên nhiên thế giới Vườn Quốc gia Phong Nha - Kẻ Bàng, bao gồm khu rừng nguyên sinh, hang Phong Nha, động Thiên Đường và động Sơn Đoòng.

- Những đối tượng môi trường cụ thể tự nhiên và xã hội cấu thành toàn bộ môi trường du lịch của địa-hệ sinh thái (Geo-ecosystem) Vườn Quốc gia Phong Nha - Kẻ Bàng là:

- + Môi trường đất;
- + Môi trường không khí;
- + Môi trường nước mặt và nước ngầm;
- + Môi trường cơ sở hạ tầng: khách sạn, nhà nghỉ, giao thông và dịch vụ;

+ Môi trường hang động: hang Phong Nha, động Thiên Đường và động Sơn Đoòng;

+ Môi trường sinh thái rừng nguyên sinh.

*** Phạm vi nghiên cứu**

- Phạm vi nghiên cứu chủ yếu là nằm trong khuôn viên của Vườn Quốc gia Phong Nha - Kẻ Bàng nằm phía tây - tây bắc tỉnh Quảng Bình dọc biên giới Việt Lào có tọa độ địa lí là: 17°20'-17°48' vĩ độ bắc, 105°46'-106°24' kinh độ đông. Phía bắc Vườn Quốc gia được giới hạn bởi quốc lộ 15A, phía nam và tây nam tiếp giáp với Lào, phía tây được giới hạn bởi đường quốc lộ 561 (quốc lộ 12A cũ), phía đông và đông nam giáp xã Trường Sơn (huyện Quảng Ninh), xã Phú Định và xã Hưng Trạch (huyện Bố Trạch) và được giới hạn bởi sườn đông của dãy núi U Bò.

4. Luận điểm bảo vệ

Luận điểm 1:

Sức chịu tải (Load capacity) của môi trường du lịch khu vực di sản Phong Nha - Kẻ Bàng là khả năng chịu đựng các tải lượng tiêu cực tự nhiên và hoạt động nhân sinh gây ra đối với 6 đối tượng môi trường du lịch: (1) Đối tượng môi trường đất; (2) Đối tượng môi trường nước; (3) Đối tượng môi trường không khí; (4) Đối tượng môi trường cơ sở hạ tầng và dịch vụ; (5) Đối tượng môi trường hang động và (6) Đối tượng môi trường sinh thái rừng nguyên sinh. Giá trị sức chịu tải của 6 đối tượng môi trường du lịch từ 2013-2023 thay đổi từ 0,45 đến 0,94. Điều đó chứng tỏ du lịch Phong Nha - Kẻ Bàng vẫn còn cơ hội để đầu tư phát triển.

Luận điểm 2:

Mô hình quản lý du lịch bền vững là quá trình vận hành 3 yếu tố lõi rừng tự nhiên hiện tại (NPV), số lượng du khách (Gt) và sức chịu tải du lịch trung bình (L_{ctb}). Ba đại lượng này luôn luôn tương tác lẫn nhau trong thế cân bằng động. Vì vậy, mô hình quản lý du lịch bền vững là điều hành và điều tiết sao cho $L_{ctb} >> 0,5$; $NPV >> 0$; $Gt < G_{tmax}$. Đó là điều kiện đảm

bảo khai thác lợi nhuận tối đa về kinh tế nhưng sẽ bảo vệ nghiêm ngặt tính bảo tồn của di sản.

5. Các điểm mới của luận án:

- Đề xuất phương pháp đánh giá sức chịu tải mới với công thức là $L_c = 1 - A/B$, đây là phương pháp định lượng chặt chẽ về ý nghĩa toán học và có giá trị thực tiễn cao được áp dụng để đánh giá sức chịu tải của các đối tượng thành phần của môi trường du lịch cấu thành địa hệ sinh thái của khu vực Phong Nha – Kẻ Bàng và đánh giá sức chịu tải trung bình của toàn bộ địa hệ.

- Đã phân tích chi phí lợi ích (Cost Benefit Analysis) cho kinh tế du lịch đang khai thác để tính giá trị lãi ròng cho từng đối tượng: động Sơn Đoòng, hang Phong Nha, động Thiên Đường và rừng nguyên sinh.

- Đã thiết lập được mối quan hệ đồng biến giữa 2 đại lượng: giá trị lãi ròng (NPV) và Sức chịu tải (L_c) trong 10 năm (2013-2023). Khi sức chịu tải $L_{c_{tb}} > 0$ thì giá trị lãi ròng hiện tại $NPV > 0$. Đây là quy luật cho phép khẳng định du lịch khu di sản Phong Nha-Kẻ Bàng đang trên đà phát triển bền vững.

6. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của luận án

* Ý nghĩa khoa học:

- Đã phát triển công thức đánh giá sức chịu tải môi trường du lịch ($L_c = 1 - A/B$) do Trần Nghi đề xuất (năm 2022) thành 2 công thức:

$$(1) L_{c_i} = 1 - \frac{A_i}{B_i} \quad (i=1 \rightarrow 6) \text{ và } (2) L_{c_{tb}} = 1 - \frac{1}{6} (L_{c1} + \dots + L_{c6})$$

Trong đó, A_i là 6 dạng tải lượng tiêu cực khác nhau tác động vào 6 đối tượng môi trường du lịch là $L_{c1} \rightarrow L_{c6}$.

- Thuật toán tính L_c do NCS phát triển là một bài toán giới hạn có ý nghĩa như một định lý đánh giá sức chịu tải tổng quát cho tất cả các kiểu môi trường và địa-hệ sinh thái khác nhau trên bề mặt vỏ Trái Đất. Giá trị L_c luôn luôn biến thiên từ 0 (min) đến 1 (max) ($0 \rightarrow 1$) nhờ A và B luôn

luôn là cùng thứ nguyên nên $\frac{A}{B}$ trở thành không thứ nguyên. Giá trị L_c của các đối tượng thành viên và $L_{c_{tb}}$ của toàn địa hệ là biểu đạt sức chịu tải chi tiết và tổng thể của toàn bộ địa-hệ sinh thái một cách định lượng thay cho sự mô tả định tính một cách trừu tượng không chính xác.

- Đã đề xuất giải pháp quản lý khu du lịch Phong Nha-Kẻ Bàng dựa trên 2 nguyên tắc: (1) Đảm bảo cân bằng động giữa 3 yếu tố: khai thác lợi nhuận tối đa ($NPV > 0$), sức chịu tải luôn luôn dương ($L_{c_{tb}} > 0$), số lượng du khách (G_t) đạt tới xấp xỉ ngưỡng cho phép ($G_{t_{max}}$); (2) Phải bảo vệ nghiêm ngặt giá trị khu di sản.

*** Ý nghĩa thực tiễn:**

- Đã chứng minh giá trị kinh tế to lớn của việc khai thác tài nguyên du lịch bằng phân tích chi phí lợi ích của tất cả các loại hình du lịch khu vực di sản Phong Nha-Kẻ Bàng: khai thác động Phong Nha, động Thiên Đường, động Sơn Đòng và du lịch sinh thái.

- Sức chịu tải trung bình của môi trường du lịch Phong Nha-Kẻ Bàng thay đổi từ 0,45 đến 0,94 trung bình đạt 0,74 là một con số hết sức lạc quan cho sự phát triển kinh tế du lịch bền vững trong tương lai. Tuy nhiên, sự biến thiên L_c trong một khoảng rộng như vậy là đặt ra cho các nhà quản lý một nhiệm vụ điều hành, kiểm soát và điều chỉnh hệ thống sao cho L_c cơ sở hạ tầng và dịch vụ phải tăng lên trên 0,5 một cách bền vững thì phát triển kinh tế du lịch mới bền vững. Muốn vậy bài toán điều chỉnh mối quan hệ giữa số khách du lịch (G_t), lãi ròng hiện tại (NPV) và sức chịu tải (L_c) là bài toán quản lý du lịch bền vững phức tạp nhất và thông minh nhất trong mọi công tác quản lý.

7. Bố cục của luận án

Luận án được bố cục thành các phần như sau:

Lời cam đoan

Lời cảm ơn

Mở đầu

Chương 1: Tổng quan khu vực nghiên cứu và lịch sử nghiên cứu

Chương 2: Cơ sở tài liệu và phương pháp nghiên cứu

Chương 3: Đánh giá sức chịu tải của môi trường du lịch

Chương 4: Quản lý du lịch bền vững khu vực Phong Nha-Kẻ Bàng

Kết luận và kiến nghị

Tài liệu tham khảo

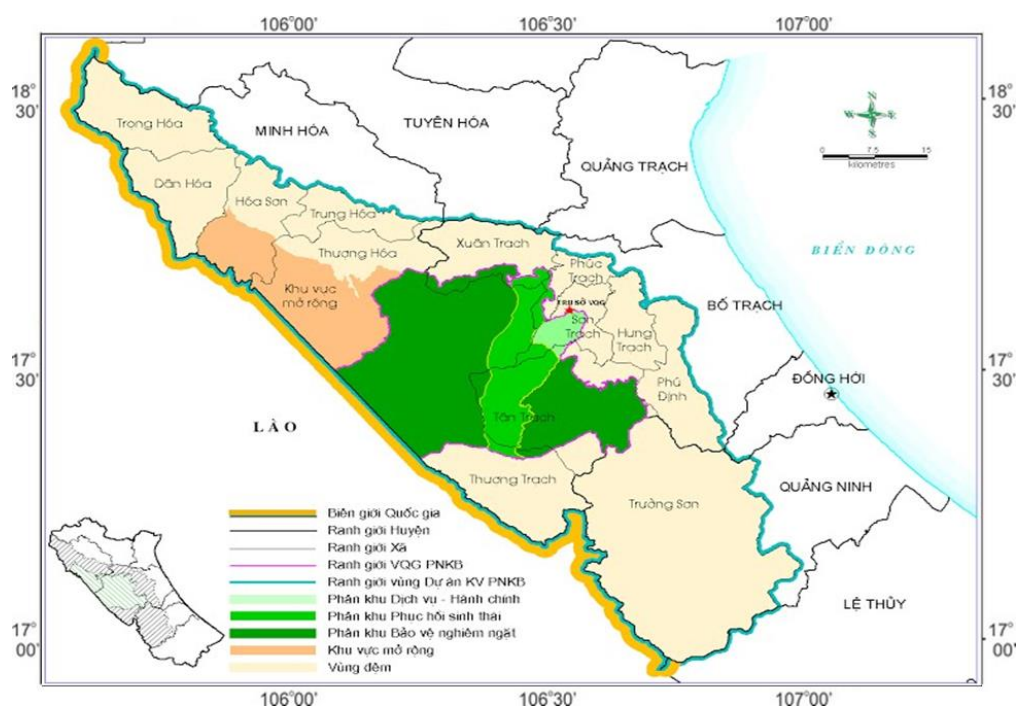
CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN KHU VỰC NGHIÊN CỨU

1.1. Vị trí địa lý khu vực nghiên cứu

Khu vực nghiên cứu nằm trọn trong Vườn Quốc gia Phong Nha-Kẻ Bàng, thuộc huyện Bố Trạch, tỉnh Quảng Bình dọc biên giới Việt Lào có toạ độ địa lý là: 17°20'-17°48' vĩ độ bắc, 105°46'-106°24' kinh độ đông.

Vườn Quốc gia chạy dọc theo biên giới Việt – Lào với chiều dài khoảng 50km nằm trên 3 xã thuộc huyện Minh Hoá và 6 xã thuộc huyện Bố Trạch.

Phía bắc Vườn Quốc gia được giới hạn bởi quốc lộ 15A, phía nam và tây nam tiếp giáp với Lào, phía tây được giới hạn bởi đường quốc lộ 561 (quốc lộ 12A cũ), phía đông và đông nam giáp xã Trường Sơn (huyện Quảng Ninh), xã Phú Định và xã Hưng Trạch (huyện Bố Trạch) và được giới hạn bởi sườn đông của dãy núi U Bò.[1]



Hình 1.1. Vị trí địa lý khu vực Di sản Thiên nhiên Thế giới Vườn Quốc gia Phong Nha-Kẻ Bàng, tỉnh Quảng Bình (Nguồn: Internet)

1.2. Đặc điểm điều kiện tự nhiên

1.2.1. Đặc điểm địa chất

* Khái quát:

Phong Nha - Kẻ Bàng là nơi hội tụ nhiều tính chất đa dạng của thiên nhiên: địa chất, địa mạo, địa hình, khí hậu, sinh học, sinh thái và cảnh quan môi trường. Nơi đây còn hiện diện dấu ấn những sự kiện địa chất chứng minh cho một lịch sử phát triển vỏ Trái đất sôi động 410 triệu năm qua, từ kỉ Devon đến nay. Lịch sử kiến tạo phức tạp của vỏ Trái đất là nguyên nhân của mọi nguyên nhân tạo lập rồi phá vỡ các bình đồ địa chất, đó là hình xoáy ốc tiến hóa để có một bình đồ địa chất, địa mạo như ngày nay. Cấu trúc địa chất và thành phần thạch học đa dạng quyết định sự đa dạng của địa hình - địa mạo và cũng là một trong những nguyên nhân quyết định mạng lưới thủy văn, nước ngầm, khí hậu - địa lý tự nhiên và tính đa dạng sinh học và cảnh quan môi trường trong một vùng hoang sơ đầy bí ẩn của tự nhiên. Mọi quan hệ nhân quả đó như một chu trình năng lượng khép kín, hài hòa và hoàn thiện tới mức không thể tách riêng một yếu tố nào trong hệ thống để xem xét mà phải nhìn nhận trong mối quan hệ thống nhất và biện chứng - mối quan hệ tiến hóa.[10]

* Đa dạng địa chất và lịch sử phát triển

Lịch sử tiến hóa các thành tạo địa chất và thế giới cổ sinh, tiến hóa địa mạo và sự đa dạng địa hình gắn liền với lịch sử phát triển vỏ Trái đất. Trong mỗi giai đoạn phát triển vỏ Trái đất được định hình bởi một kiểu cấu trúc đặc trưng tạo nên một bình đồ kiến trúc riêng.

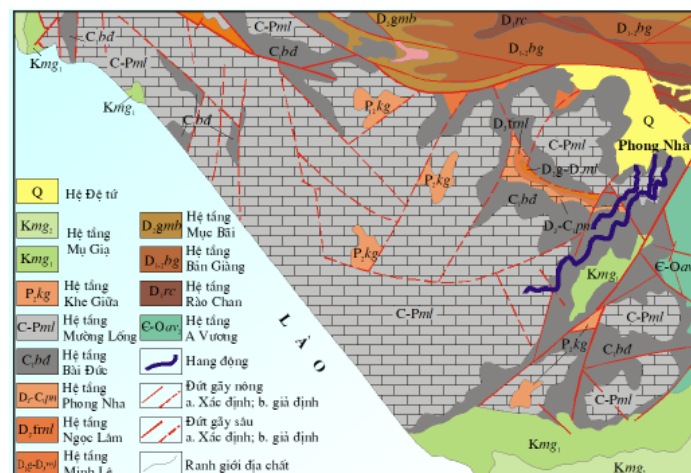
A. E. Dovjicov và nnk. [24], khi thành lập Bản đồ địa chất 1/500.000 miền Bắc Việt Nam, đã xếp vùng nghiên cứu vào vùng chuyển động tạo núi Hercyn muộn thuộc miền kiến tạo Bắc Việt Nam. Trong sơ đồ kiến tạo của ông, vùng nghiên cứu chủ yếu thuộc đới tương - cấu trúc Trường Sơn và một phần thuộc đới tương - cấu trúc Hoàng Sơn. Tuy

nhiên, vùng Phong Nha - Kẻ Bàng hiện tại là kết quả tổng hợp của 4 giai đoạn phát triển lớn trong lịch sử phát triển vỏ Trái Đất trong vùng:

- Giai đoạn Devon (410 - 355 triệu năm)
- Giai đoạn Devon muộn - Carbon sớm (370 - 320 triệu năm)
- Giai đoạn Carbon – Permi (355 - 250 triệu năm)
- Giai đoạn Mesozoi (250 - 65 triệu năm)

CỘT ĐỊA TẦNG THẾ GIỚI			CÁC THÀNH TẠO VÙNG PHONG NHA - KẺ BÀNG
GIỚI	HỆ	Tuổi (Tr. n)	
KAINOZOI	ĐỆ TỬ	1.75	- Các thành tạo bờ rời
	NEOGEN	23.5	- HT Đồng Hới (N^1, N^2 , đh)
	PALEOGEN	65	
MESOZOI	CRETA	135	- HT Mụ Giạ (Kmg)
	JURA	203	
	TRIAS	250	- HT Khe Giữa (P_1kg) - HT Bắc Sơn ($C-Pbs$)
	PECMI	295	- HT Phong Nha (D_1-C_1pn) - HT Cát Đằng (D_2cd) - HT Đồng Thờ (D_2g-D_3frdt) - HT Mục Bãi (D_2gmb) - HT Bản Giàng (D_1-D_2ebg) - HT Rào Chan (D_1rc)
PALEOZOI	CARBON	355	
	DEVON	410	
	SILUA	435	- HT Long Đại (O_2-S_1ld) - HT A Vương ($C-Oav_2$)
	OCDOVIC	500	
	CAMBRI	540	

Hình 1.2. Đối sánh các thành tạo địa chất khu vực Phong Nha-Kẻ Bàng với cột địa tầng thế giới (Trần Nghi, 2003)



Hình 1.3. Sơ đồ địa chất khu vực Phong Nha-Kẻ Bàng (Trần Nghi, 2003)

Trên bản đồ chỉ ra đá vôi tuổi Carbon – Permi platform phân bố dạng hoang mạc liên khối chiếm một diện tích rộng lớn từ Đồng Hới sang Lào. 4 hệ thống đứt gãy theo phương ĐB-TN; TB-ĐN; Đ-T; B-N là những người mẹ khai sinh ra các hệ thống hang động. [10,11,15]

Dưới đây sẽ lần lượt xem xét các giai đoạn của lịch sử tiến hoá của vỏ Trái đất vùng Phong Nha - Kẻ Bàng bao gồm các nội dung quan trọng bố cục theo logic quan hệ nhân - quả: chuyển động kiến tạo, đặc trưng thạch học và cổ địa lý, các thành hệ trầm tích - cổ sinh, đặc điểm thạch học và hoạt động magma, tiến hoá địa mạo, cơ chế tạo địa hình và hệ thống thuỷ văn, cơ chế hình thành các thể hệ và kiểu hang động Karst.

Giai đoạn phá vỡ lục địa, từ Cambri giữa đến Ordovic (D_2-O_1), tạo ra các bồn Rift nội lục, thành tạo trầm tích lục nguyên - carbonat dày 1550m thuộc hệ tầng A Vương. Hiện nay, tầng trầm tích này đã bị biến chất thành đá hoa, dolomit, đá phiến mica và quartzit. Diện lộ trầm tích này rất hẹp như một mảnh sót tàn dư nằm ngoài vùng nghiên cứu.

Giai đoạn Devon

Tương ứng với các hệ tầng Rào Chan (D_{1rc}), Bản Giàng ($D_1-D_{2e}bg$) Mục Bãi ($D_{2g}mb$), Động Thờ ($D_{2g}-D_{3fr}đt$) và Cát Đằng (D_3cd). [34]

Giai đoạn Devon là giai đoạn kết thúc phát triển các bồn trũng Ordovic – Silur. Vỏ trái đất vùng Phong Nha – Kẻ Bàng bắt đầu phát triển một kiểu trũng mới, kiểu “Rift lục địa”. Trục của bồn trũng có dạng cánh cung chạy theo hướng TB-ĐN, nằm lệch ra ngoài phạm vi nghiên cứu ở phía đông bắc không xa. So với bồn trầm tích Ordovic – Silur, bồn Devon được mở rộng thêm về chiều ngang và trở nên nông hơn, thể hiện qua 3 tầng trầm tích từ cổ đến trẻ như sau:

(1) Tầng 1: Trầm tích Devon hạ (hệ tầng Rào Chan - D_{1rc}) đặc trưng bởi cát, bột, sét và đá vôi màu đen chứa bitum, vũng vịnh nửa kín. Quy mô bồn trầm tích nhỏ bé song phát triển thành một hệ thống ngăn cách nhau bởi các khối nâng rộng lớn hơn có tuổi Ordovic-Silur đóng vai

trò miền cung cấp vật liệu. Hệ tầng Rào Chan lộ ra ở phần rìa vùng nghiên cứu khởi đầu của chu kỳ địa chất thứ hai tại vùng Phong Nha - Kẻ Bàng.

(2) Tầng 2: Trầm tích Devon hạ - trung bao gồm hai hệ tầng Bản Giàng và Mục Bải.

Hệ tầng Bản Giàng ($D_1-D_{2e} bg$) bao gồm tướng cát, cát bột biển ven bờ và tướng sét biển nông chứa hóa thạch Tay cuộn và San hô, kết thúc là tướng đá vôi Silic biển sâu kiểu máng trong nền.

Hệ tầng Mục Bải ($D_{2g} mb$) bao gồm đá vôi, sét vôi chứa ỏ silic biển sâu và tướng cát bột nằm chính hợp trên hệ tầng Bản Giàng chứa đông đảo hoá thạch Tay cuộn, San hô vách đáy và Dạng lỗ tầng, lộ ra thành từng dải hẹp ở rìa đông bắc và tây bắc vùng nghiên cứu.

Đây là một phức hệ trầm tích đặc trưng cho một kiểu bồn phân dị đáy rất rõ rệt, bao gồm tướng đá vôi dạng thềm xen kẽ với tướng đá vôi silic dạng dải biển sâu kiểu máng trong nền

(3) Tầng 3: trầm tích Devon trung - thượng với hai phần tương ứng với hai hệ tầng Động Thờ và Cát Đằng, đặc trưng bởi các tướng cát, cát bột biển nông xen sét silic và tướng sét đen chứa bitum biển sâu chứa tập hợp hóa thạch Tay cuộn và Huệ biển. Đây là một mặt cắt trầm tích biển tiến thứ ba trong Devon từ tướng cát thạch anh ven bờ đến sét và silic biển sâu kiểu vũng vịnh, thể hiện pha sụt lún kiến tạo của vùng trũng trong Devon muộn.

Phần trên cùng của tầng ba bao gồm một nhóm tướng trầm tích carbonat đa dạng, trong đó tướng đá vôi silic sọc dải và tướng đá vôi silic loang lỗ chiếm một khối lượng đáng kể. Đôi nơi còn có xen tướng đá vôi và đá vôi silic biển sâu chứa hóa thạch Răng nón. Điều đó chứng minh cho một pha kiến tạo sụt lún trở lại, tạo ra các môi trường trầm tích khác nhau rất nhanh khi đi theo phương vuông góc với trục của bồn trũng, tức phương ĐB-TN.

Giai đoạn Devon muộn – Carbon sớm

Đầu kỷ Carbon, vỏ Trái đất vùng Phong Nha - Kẻ Bàng bắt đầu biến cải theo một cơ thức hoàn toàn mới. Một pha kiến tạo có xu thế nâng là chủ yếu đã kéo theo hoạt động magma xâm nhập hình thành khối granit Đồng Hới tuổi Carbon, xuyên qua trầm tích Ordovic – Silur thuộc hệ tầng Long Đại và tạo ra đới biến chất tiếp xúc rộng đến 2 – 3km.

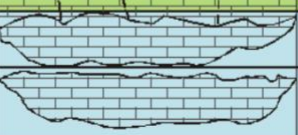
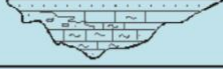
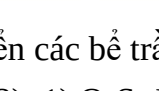
Giai đoạn Carbon – Perm

(1) Bồn trũng Carbon - Perm được hình thành theo cơ chế chuyển động khối tảng, khống chế bởi ba hệ thống đứt gãy lớn là ĐB-TN chạy sát khối Đồng Hới, TB-ĐN và Đ-T. Ba hệ thống đó đã tạo ra 2 kiểu bồn trầm tích: 01 bồn Phong Nha - Kẻ Bàng dạng đẳng thước và 03 bồn dạng tuyến chạy theo hướng TB - ĐN có hình cung kéo dài quay về hướng tây nam.

(2) Giai đoạn Carbon sớm đặc trưng là hệ tầng La Khê ($C_1 lk$) bao gồm các tướng cát, cát bột, sét và sét chứa bitum, đá vôi, sét vôi và silic phân bố thành các dải hẹp. Các trầm tích này đặc trưng cho mặt cắt biển tiến từ tướng ven bờ đến biển sâu. Khi bồn sụt lún cực đại, môi trường giàu CO_2 , SiO_2 có nguồn gốc phun trào, kiềm yếu và khử phát triển tảo silic, nguyên liệu tạo bitum trong sét vôi.

(3) Giai đoạn Carbon muộn – Perm sớm, đặc trưng bởi hệ tầng Bắc Sơn ($C-P bs$) chiếm hầu hết khối lượng đá vôi của khối Phong Nha - Kẻ Bàng, tạo nên một vùng núi đá vôi kỳ vĩ kéo sang cả Trung Lào, tiêu biểu cho một bồn trầm tích dạng đẳng thước nông kiểu nền với tướng đá vôi điển hình (hình 1.4).

(4) Giai đoạn Perm muộn được thể hiện qua hệ tầng Khe Giũa ($P_2 kg$) phản ánh một kiểu trầm tích carbonat của một bồn trũng tàn dư vừa mang tính kế thừa của bồn Carbon muộn - Perm sớm vừa bị ảnh hưởng của quá trình nâng trôi khối tảng, đá vôi hệ tầng Bắc Sơn bị dăm kết hoá để chuyển sang một giai đoạn phát triển mới - giai đoạn tạo núi sau Carbon – Perm.

Các GD phát triển	Tuổi địa chất		Đặc điểm thạch học	Tiến hóa các bồn trầm tích
	Hệ tầng	Tr.n		
KAINOZOI	N ₂ -Q	↑ 5		Phát triển kiến tạo hang động
	N	↑ 65		Tạo thêm hang, Carstơ hóa và tạo thạch nhũ, Travertin
MESOZOI	- Mụ Giạ (Kmg)	↑ 250		Bồn lục nguyên ven rìa phát triển trên nền hoang mạc đá vôi
CARBON-PECMI	- Khe Giũa (P ₂ kg)	↑ 272		Bồn dạng đẳng thước đá vôi platform
	- Bắc Sơn (C-P bs)	↑ 295		Bồn nông lục nguyên - vôi
	- Hệ tầng La Khê (C ₁ lk)	↑ 320		Bồn dạng tuyến sâu đá vôi - silic
	- Phong Nha D ₃ -C ₁ pn	↑ 355		Bồn dạng tuyến lục nguyên
DEVON	- Rào Chan (D ₁ rc) - Bản Giàng (D ₁ -D ₂ bg) - Mực Bãi (D ₂ mb) - Đông Thờ (D ₂ g-D ₃ fr đt) - Cát Đằng (D ₃ cđ)	↑ 410		Bồn dạng tuyến lục nguyên
O-S	- Đại giang (S ₂ -D ₃ dg) - Long Đại (O ₂ -S ₁ ld)	↑ 450		Bồn dạng tuyến lục nguyên

Hình 1.4. Sơ đồ lịch sử phát triển các bể trầm tích từ giai đoạn Paleozoi đến Kainozoi (Trần Nghi, 2003): 1) O-S- D₂: Giai đoạn hình thành bể dạng tuyến: trầm tích lục nguyên; 2) D₃-C₁: Giai đoạn hình thành bể dạng tuyến - ovan nước sâu: đá vôi- silic xen lục nguyên; 3) C-P: Giai đoạn hình thành bể dạng đẳng thước: đá vôi dạng khối (platform); 4) K-Kz: Giai đoạn hình thành hang động.



Hình 1.5. Đá vôi phân lớp mỏng mà xám đen xen silica dạng thấu kính và dạng ổ nghiêng về bên phải phía thượng nguồn của Sông Son; hệ tầng Phong Nha ($D_3 - C_1 pm$) (Ảnh Trần Nghi, 1999). [12,44]



Hình 1.6. Đá vôi dạng khối (platform) hệ tầng Bắc Sơn ($C - P pm$) (Địa điểm: Hang Xà Phòng ở Chày cách Phong Nha 5 km) (Ảnh Tạ Hòa Phương, 1999). [12,44]

Ảnh trên là hoạt động nghiên cứu của GS Trần Nghi phục vụ việc xây dựng hồ sơ di sản Thiên nhiên Thế giới Vườn Quốc gia Phong Nha-Kẻ Bàng (1999). Vết lộ là ngấn biển trên vách đá vôi Carbon-Permian của biển tiến Flandrian Pleistocen muộn, phần muộn-Holocen giữa (18-5ka BP). Ngấn biển cao +5m so với mực nước biển hiện tại có tuổi 6-5ka BP.

Giai đoạn tạo núi Mesozoi (Indosinia)

- Trong Trias - Jura toàn bộ vùng Phong Nha - Kẻ Bàng biến thành một miền lục địa, nâng lên tạo núi dạng khối tảng. Phía bắc vùng nghiên cứu, từ sông Gianh đến sông Cả lại bị sụt võng tạo nên một bồn trầm tích - phun trào axit kiểu rift ven rìa. Còn lại từ sông Gianh (đứt gãy Rào Nậy) đến đèo Hải Vân trở thành một miền cung cấp vật liệu cho các bồn xung quanh.

- Đến Creta, trong xu thế chuyển động nâng tạo núi kiểu khối tảng lại xuất hiện nhiều bồn trũng trước núi, ven rìa và nội lục dạng đẳng thước, bầu dục, bán liên thông với đại dương ở phía đông và cả phía tây Lào.

Trong vùng nghiên cứu còn ghi nhận được hai bồn trầm tích Creta thuộc hệ tầng Mụ Giạ (K mg) ở phía đông nam và phía tây khối đá vôi Phong Nha - Kẻ Bàng, chồng gối bất chỉnh hợp trên khối đá vôi này. Bồn trầm tích này chủ yếu thành tạo các tướng cuội, sạn, cát xen bột - sét, cát chứa vôi, sét bột chứa vôi vũng vịnh và hồ lục địa.

Hệ tầng Mụ Giạ chứa các hoá thạch Chân riu tương tự hoá thạch gặp trong tầng trầm tích màu đỏ ở Mường Pha Lan bên Lào. [35]

* Đa dạng địa hình-địa mạo gắn liền với hoạt động địa chất nội sinh và ngoại sinh: [10,11,15]

(1) Các bậc địa hình

Địa hình hiện nay của vùng Phong Nha - Kẻ Bàng là hệ quả của chuyển động kiến tạo Cenozoi và các quá trình địa chất ngoại sinh như xói mòn và quá trình Karst do hoạt động của nước diễn ra trong suốt 65 triệu năm trở lại đây thể hiện qua sự phân bậc địa hình. Ở vùng này có thể dễ dàng nhận thấy 5 bề mặt san bằng theo các độ cao khác nhau như sau:

- Bậc địa hình 1600 - 1400m là di tích của bề mặt san bằng cao nhất và cổ nhất khoảng 35 - 26 triệu năm, chỉ phát triển trên các trầm tích lục địa màu đỏ tuổi Creta hệ tầng Mụ Giạ (K mg). Đây là bề mặt san bằng tuổi Paleogen đã được nghiên cứu và công nhận trên toàn Đông Dương, tương ứng với pha tách giãn Biển Đông đầu tiên và sụt lún tạo các bồn trũng Eocen - Oligocen.

- Bậc địa hình 1000 - 800m (ở phía tây) và 700-600m (ở phía đông) là bậc địa hình thứ hai, dấu hiệu san bằng chu kỳ nâng thứ hai trong Cenozoi. Bề mặt địa hình này được phát hiện nhờ các mảnh sót san bằng trên các đỉnh núi lục nguyên ven rìa khối đá vôi và bề mặt đỉnh của đá vôi. Tuổi của bề mặt này được xác định vào Miocen (từ 23 đến 5 triệu năm).

- Bề mặt 600 - 400m và 300 - 200m: Là sản phẩm san bằng của pha kiến tạo nâng trong Pliocen (từ 5 đến 1,8 triệu năm). Bề mặt này tương ứng với bề mặt san bằng Pliocen rất phổ biến đã được công nhận của nhiều

tác giả ở Việt Nam (Nguyễn Cẩn, Nguyễn Thế Thôn, Rezanov, 1969; Lê Đức An, 1985; Nguyễn Thế Thôn, 1978 v.v...). Tuy nhiên, bề mặt này chỉ mới phát hiện được ở ven rìa khối đá vôi dưới dạng các núi đá vôi xen đá lục nguyên có đỉnh tương đối bằng và núi đá lục nguyên đỉnh tròn cũng như các vách cổ, ngán biển cổ và các hang động cổ bị "treo" ở độ cao tương ứng trên sườn vách các khối núi đá vôi, dấu hiệu mài mòn, rửa lũa của bề mặt mực nước cổ khi chưa có chuyển động nâng kiến tạo.

- Các bề mặt san bằng từ 100m trở xuống ở Việt Nam nói chung và vùng Phong Nha - Kẻ Bàng nói riêng đều xếp vào tuổi Đệ tứ (từ 1,8 triệu năm trở lại đây).

(2) Các dạng địa hình tiêu biểu

Một số dạng địa hình phi Karst

Địa hình phi Karst phân bố xung quanh khối đá vôi Phong Nha - Kẻ Bàng gồm các kiểu sau đây:

- Núi đá magma dạng vòm (khối granit Đồng Hới) cao trung bình phân bố ở phía đông Phong Nha.

- Núi đá lục nguyên có đỉnh bóc mòn khá cao (1200 - 1600m) đóng vai trò bồn thu nước cho khối đá vôi phân bố ở cực nam của khối.

- Dãy núi thấp khối tảng bóc mòn trên đá lục nguyên, đường phân thủy lượn sóng thoải phân bố ở phía bắc khối đá vôi.

- Các núi đá phi Karst là lưu vực thu nước và chuyển tải các vật liệu trầm tích lục nguyên (cuội, sạn, cát, bột và sét) lắng đọng trong các thung lũng sông Chày, sông Son và trong các hang động.

- Địa hình đa dạng và nguồn nước phong phú của lưu vực là một trong các nguyên nhân tạo nên tính đa dạng sinh học trong hang động và trong khu vực.

Địa hình Karst

Địa hình Karst là dạng địa hình đặc trưng nhất của khối đá vôi Phong Nha - Kẻ Bàng, chiếm 2/3 diện tích vùng di sản, đồng thời cũng là

khối đá vôi nguyên vẹn lớn nhất ở Việt Nam và tiếp tục kéo sang Lào tạo nên một hoang mạc đá vôi kỳ vĩ.

Có thể chia địa hình Karst vùng nghiên cứu ra hai dạng:

- Đá vôi đỉnh dạng nón kiểu hoang mạc: Bên ngoài liên kết khối tảng, bên trong có địa hình âm khép kín. Địa hình này đặc trưng cho đá vôi Carbon - Permi dạng nền.

- Đá vôi dạng núi sót đỉnh dạng nón, sườn vách dốc đứng còn ghi rõ dấu ấn các kliff màu trắng bạc do xiết trượt khi đứt gãy và chuyển động khối tảng và giữa chúng là các thung lũng sông suối rộng. Kiểu địa hình này phát triển ở rìa các khối đá vôi dọc theo sông Son, sông Chày lên Minh Hóa.

(3) Địa chất hang động Phong Nha-Kẻ Bàng

Đây là một khái niệm mới tiếp cận theo quan điểm hệ thống và nhân quả, có thể xác định ba giai đoạn hoạt động tạo nên hệ thống hang động có cảnh quan đẹp như sau:

- Giai đoạn đứt gãy kiến tạo tạo nên hệ thống hang thô:

- + Đứt gãy phương TB – ĐN: Tái hoạt động trong Kainozoi hình thành các hang Én, hang Tối, hang Phong Nha, hang Khe Tiên...

- + Đứt gãy phương ĐB – TN: Do ảnh hưởng của tách giãn biển đông tạo nên hang Khe Ry, hang Vòm...

- + Các hang có phương BN và TĐ là kết quả của hai hệ thống đứt gãy thứ cấp cộng ứng. Ngoài ra, hệ thống khe nứt mở hoặc nửa kín sinh ra là do cộng ứng lực thứ cấp.

Do bản chất đá vôi là dễ bị biến dạng giòn, mặt khác đá vôi Phong Nha có tuổi Carbon - Permi kiểu nền dạng khối khá tinh khiết nên tất cả các phương phá hủy trên đều không chạy theo tuyến thẳng mà thường khúc khuỷu hoặc có dạng cành cây ở phần đầu nguồn.

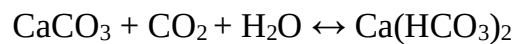
Khi hai phương đứt gãy cắt nhau hang sẽ được mở rộng nhiều hơn tạo thành động, điều này thấy rõ hơn trong hang Phong Nha.

Để các tuyến đứt gãy và khe nứt kiến tạo trở thành hang Karst có thạch nhũ lại cần có hai điều kiện:

+ Phá hủy cơ học: Khối đá vôi phải đủ lớn, đứt gãy tương đối sâu để đáy hang và thành hang được mở rộng nhờ phá hủy cơ học song trần hang phải được khép lại nửa kín, thích hợp cho cơ chế tạo thạch nhũ như một nóc nhà dột.

+ Phá hủy hóa học: Sự mở rộng bào mòn hai thành hang và trần của hang là nhờ các dòng sông ngầm hoạt động lúc mực nước cao nhất (mùa lũ cao và biển tiến cực đại).

Sự bào mòn đá vôi trong hang và tạo thành thạch nhũ đá, măng đá và travertin (mùa khô) được khái quát qua phương trình phản ứng thuận nghịch sau đây:



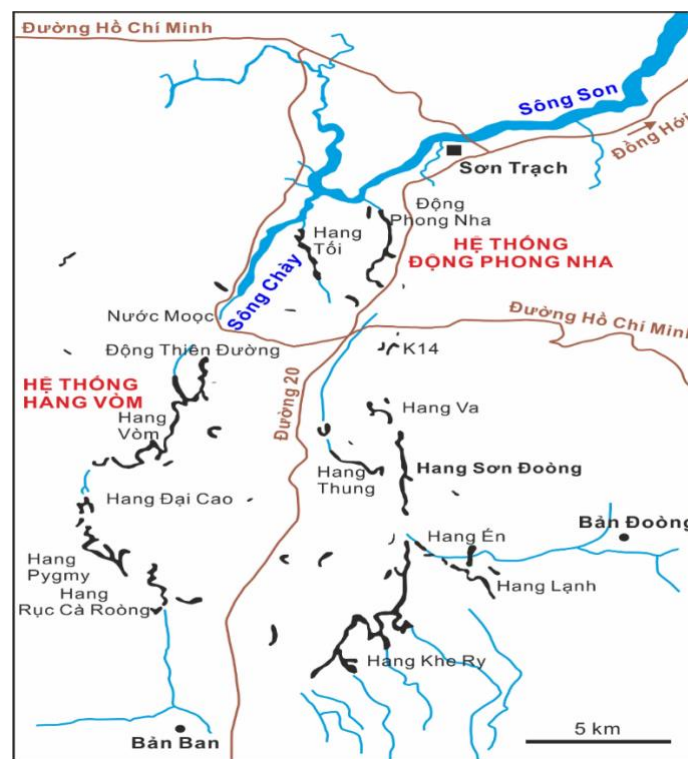
Nhũ đá, măng đá chính là CaCO_3 tinh khiết, kết tủa ở trạng thái nửa khô, nửa ướt trong môi trường không khí. Như vậy, vào mùa mưa lũ thì phương trình chuyển về về bên phải, đá vôi bị hòa tan gặm mòn, còn mùa khô hơn thì phương trình chuyển sang trạng thái kết tủa CaCO_3 thứ sinh.



Hình 1.7. Dòng sông ngầm chảy giữa các vách đá trong hang Phong Nha

(Ảnh H.Limbert, 1993)

Đây là đoạn nối dài của Sông Hang - Phong Nha chuyển tiếp từ động Phong Nha rộng sang hang hẹp. Hang này là kết quả của đứt gãy ngầm cắt đứt gãy Sông Son luồn sâu trong khối đá vôi có tuổi Devon hạ. Trần hang thấp (10-20m), chiều ngang hẹp (8-15m). Bề mặt vách và trần hang nhẵn bóng do lũ hang mài mòn hàng năm trên đó nổi lên các ổ và thấu kính silica. Nhiều ổ silica bị bong ra để lại các vết lõm có hình dạng bất kỳ và kích thước thay đổi từ 5cm đến 20cm.



Hình 1.8. Sơ đồ hệ thống hang động Phong Nha – Kẻ Bàng
(Nguồn: H. Limbert, 1993)

Sơ đồ hệ thống hang động chỉ rõ:

Những hang phát triển theo 4 phương đứt gãy:

– Phương ĐB-TN: Hang Vòm, một đoạn hang Khe Ry, hang Đại Cáo, một đoạn hang Phong Nha;

– Phương TB-ĐN: Hang Lạnh, một đoạn hang Phong Nha, hang Tối, hang Én, hang Thung, một đoạn hang Thiên Đường, các nhánh hang Khe Ry, hang Pygmy, hang Va.

– Phương B-N: Hang Thiên Đường, hang Én, một đoạn hang Phong Nha, hang Vòm, hang Sơn Đoòng, một đoạn hang Khe Ry, hang Rục-Cà Roòng.

– Phương Đ-T: Hang Thung.

Những hang phát triển theo nhiều phương đứt gãy:

+ Hang Phong Nha: TB-ĐN, B-N, ĐB-TN

+ Hang Thiên Đường-hang Vòm: ĐB-TN, TB-ĐN.

+ Hang Sơn Đoòng: B-N

+ Hang Khe Ry: B-N, ĐB-TN và nhánh là TB-ĐN.

+ Hang Pygmy: TB-ĐN

+ Hang Cà Roòng: B-N

- Tuổi của hang động:

Tuổi của hệ thống hang động Phong Nha-Kẻ Bàng được GS. Trần Nghi (1999) xác định dựa trên 2 phương pháp cơ bản:

+ Phương pháp phân tích tuổi tuyệt đối của vỏ sò sống bám trên ngấn biển: Phân tích ^{14}C của vỏ sò bám ở ngấn biển cao 5m ở vách đá vôi của hang Xà Phòng cho tuổi 5,5ka BP tương đương với tuổi các di chỉ khảo cổ ở Bàu Tró Đồng Hới cũng 5,5ka BP. Giá trị này cùng tuổi với ngấn biển trên vách đá vôi cao 5m ở Ninh Bình, Hà Tiên, Vịnh Hạ Long.

+ Phương pháp đối sánh tuổi các thế hệ hang treo với chu kỳ kiến tạo: Đối sánh tuổi các bậc hang trên cao phân bố theo chu kỳ tương ứng với các chu kỳ tách giãn Biển Đông và các chu kỳ kiến tạo nâng cao tạo bề mặt san bằng như sau: 32-26 triệu năm BP (Oligocen sớm); 26-21 triệu năm BP (Oligocen muộn); 21-16 triệu năm BP (Miocen sớm); 16-11 triệu năm BP (Miocen giữa); 11-5 triệu năm BP (Miocen muộn); 5-1,9 triệu năm BP (Pliocen-Đệ Tứ).

Các chu kỳ băng hà chi phối các chu kỳ thay đổi mực nước biển trong Pliocen và Đệ Tứ [12,44]:

- ✓ Chu kỳ A/A-B: 5,9-5,7 triệu năm BP;
- ✓ Chu kỳ B/B-C: 5,7-4,0 triệu năm BP;
- ✓ Chu kỳ C/C-Donau: 4,0-2,8 triệu năm BP;
- ✓ Chu kỳ Donau/D-Gunz: 2,8-1,9 triệu năm BP;
- ✓ Chu kỳ Gunz/G-M: 1,9-0,8 triệu năm BP;
- ✓ Chu kỳ Mindel/M-R: 800-191ka BP;
- ✓ Chu kỳ Riss/R-W1: 191-83ka BP;
- ✓ Chu kỳ Wurm1/W1-W2: 83-40ka BP;
- ✓ Chu kỳ Wurm2/W2-biến tiến Flandrian: 40ka-5ka BP).

Theo phương pháp đó có thể các định tuổi của các hang như sau:

- Hang Khe Ry: 1500 - 1600m có tuổi Oligocen (32 tr. năm).
- Hang Én, hang Vòm: 300 - 360m có tuổi Pliocen (5 tr. năm).
- Hang Vòm có 4 bậc hang: 93m có tuổi Pleistocen sớm, 43m có tuổi Pleistocen giữa, 24m có tuổi Pleistocen muộn, 0m có tuổi Holocen (xem bảng 1.1).

Bảng 1.1. Tuổi của các hang động Phong Nha-Kẻ Bàng [15]

TT	Tên hang	Độ cao đáy hang (m)	Hướng	Tuổi địa chất
1	Khe Ry	1500 - 1600	TN → ĐB	Oligocen (35 triệu năm)
	Én	300		
2	Vòm	360	TN → ĐB	Pliocen (5 triệu năm)
		0		
3	Thuộc hang Vòm	93	N → B	Q ₁ ¹ : 1.75 triệu năm đến nay Q ₁ ² : 700.000-125.000 năm Q ₁ ³ : 125.000-10.000 năm Q ₂ : 10.000 năm đến nay
		43		
		24		
		0		

* Một số thành tạo địa chất độc đáo trong hang động:

- Cột măng đá khổng lồ được thành tạo theo nhiều giai đoạn: (1) Giai đoạn 1: thành tạo măng đá và cột đá có đường kính nhỏ, (2) Giai đoạn 2: kết tủa bồi đắp cột đá đồng thời với quá trình khắc chạm các rãnh khía song song theo phương thẳng đứng là do mùa mưa nước chảy từ trên trần xuống thành dòng tương đối mạnh (hình 1.9). [12,14,45]



Hình 1.9. Khối măng đá khổng lồ trong hang Phong Nha
(Ảnh: H.Limbert, 1993) [45]

- Cuội gồm 2 loại:

A – Dạng “quả na”: cấu tạo bên trong thấy rõ trên lát cắt 1 hòn cuội (hình 1.11 - A) gồm các hạt kết vón travertin riêng lẻ được gắn kết lại có dạng giả sạn kết do bùn đặc travertin bị dòng lũ xoáy chia cắt rồi vo thành từng hòn cuội. (hình 1.10, 1.11 - A)

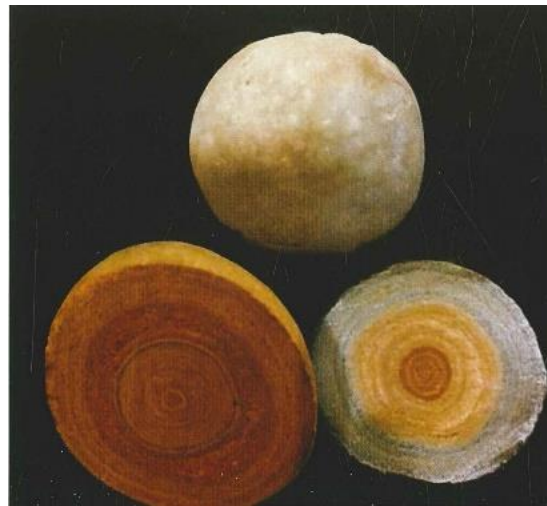
B - Dạng “ngọc động”: nhìn lát cắt của một hòn cuội “ngọc động” giống như một cái thớt gỗ nghiêng có cấu tạo đồng tâm. Mỗi vòng đồng tâm đánh dấu mùa lũ CaCO_3 được kết tủa vòng quanh 1 hạt nhân trong trạng thái chuyển động hỗn loạn từ dung dịch bicarbonat ($(\text{CaHCO}_3)_2$) quá bão hoà. Mỗi vòng đồng tâm có màu sắc đặc trưng riêng phụ thuộc vào tạp chất hoà tan mang màu: màu đỏ và vàng là màu của keo $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$; màu đen là màu của các keo hữu cơ. (hình 1.11 - B) [14,45]



Hình 1.10. Các ngăn ô tựa “ruộng bậc thang” thu nhỏ và cuội travertin có dạng quả na (Nguồn Internet).



A



B

Hình 1.11. Cuội “ngọc động” ở hang Sơn Đoòng (Nguồn: Internet)

- Nấm xoáy động Sơn Đoòng (hình 1.12): nấm travertin ở đây có cơ chế thành tạo như sau:

- + Thành phần vật liệu trầm tích: travertin
- + Nguồn gốc: từ các dòng lũ bùn đá travertin được mang từ bên ngoài vào theo các cơn lũ hàng năm.
- + Cấu tạo xoáy ốc và hình tháp được hình thành do dòng lũ bùn đá gặp một khối đá vôi lớn nằm chặn giữa dòng đã khiến cho dòng bùn đá travertin chảy vòng quanh khối đá chặn dòng và quá trình lắng

động tích tụ bùn travertin cũng theo hình xoáy ốc từ trong ra ngoài, từ dưới lên trên và nấm xoáy nhỏ dần tương ứng với nguồn vật liệu travertin ngày một giảm đi. Để tạo được một nấm xoáy cao 8m rộng 11m phải mất hàng triệu mùa lũ hang và đỉnh nấm xoáy bằng phẳng là dấu hiệu kết thúc quá trình tạo nấm bằng mực nước lũ cao nhất của mọi cơn lũ chỉ đạt tới độ cao này. Điều này liên tưởng đến quá trình tạo các bậc thềm sông và thềm biển trong Đệ Tứ. [14,45]



Hình 1.12. Nấm travertin có hình tháp xoáy ốc (động Sơn Đoòng). Nấm xoáy động Sơn Đoòng cao 8m đường kính đáy rộng 11m [45].

* Một số nhận xét so sánh với các hang động khác trên thế giới

Hiện nay, trên thế giới có nhiều vùng Karst đã được UNESCO công nhận là di sản thiên nhiên, trong đó có vịnh Hạ Long ở Việt Nam. Có thể nói, tất cả các vùng di sản này đều có những nét đặc thù của mình và hầu như không giống nhau. Tuy nhiên, hầu hết các di sản thiên nhiên thế giới có hiện tượng là địa hình Karst đều nằm ở vùng ôn đới, nhưng tập trung nhiều hơn ở Châu Âu và Bắc Mỹ như Vườn quốc gia Pirin ở Bungari, vườn quốc gia hồ Plitvice ở Croatia, các hang động Skocjan ở Slovenia, vườn quốc gia Dales - Yorkshire ở Vương quốc Anh, các hang động Aggtelek và Slovak nằm ở vùng biên giới hai nước Hungary và Slovak, vườn quốc gia hang động Carlsbad và vườn quốc gia hang Mammoth ở

Hoa Kỳ, vùng hoang dã Tasman ở Australia v.v.. Tất cả các vùng này trong lịch sử phát triển của mình đều chịu ảnh hưởng rất lớn của các thời kỳ băng hà, đặc biệt là những đợt băng hà trong thời kỳ Đệ tứ. Dấu ấn của các thời kỳ băng hà này còn thể hiện khá rõ ở các dạng địa hình Karst trên mặt. Đó là đường nét mềm mại của các khối đá vôi, đường viền của các carur, nhiều hồ nước và các hẻm vực khá sâu và dốc đứng. Mặt khác, do hầu hết nằm trên các lục địa cổ và cách xa các đai động hiện đại (ranh giới giữa các mảng thạch quyển) nên các thành tạo carbonat ở các vùng này đều có thể nằm nghiêng thoải hoặc gần ngang và phủ bất chỉnh hợp góc rất rõ rệt với các thành tạo khác và lại là các vùng địa hình cao hơn so với xung quanh. Vì vậy, có rất nhiều thác nước đẹp trong các di sản này. Cũng vì vậy, các hang động ở đây có độ sâu rất đáng kể. Trong số các vườn quốc gia đã được công nhận là di sản thiên nhiên thế giới này thì vùng hang động của khối Karst Aggtelek và Slovak được xem là hệ thống Karst ôn đới điển hình.

Vùng Phong Nha - Kẻ Bàng hoàn toàn khác với những di sản nói trên. Sự khác nhau này do hai nguyên nhân chính là cấu trúc địa chất và khí hậu quyết định. Vùng Phong Nha - Kẻ Bàng nằm trong đai tạo núi Alpi - một đai núi trẻ phát triển mạnh mẽ vào Cenozoi. Do đó khối đá vôi ở đây bị biến dạng khá mạnh do đứt gãy và khe nứt. Khối đá vôi Phong Nha - Kẻ Bàng lại nằm trong vùng khí hậu nhiệt đới gió mùa. Do vậy các hiện tượng Karst ở vùng này không giống với các vùng ôn đới cả về cường độ quá trình Karst lẫn các địa hình do nó tạo ra (trên mặt cũng như ngầm sâu ở phía dưới). Về mặt này thì vùng Phong Nha - Kẻ Bàng có nhiều đặc điểm chung với các quá trình Karst nhiệt đới.

Tại khu vực nhiệt đới nói chung, ở Châu á và Đông Nam á nói riêng, một số vườn quốc gia cũng được UNESCO công nhận là di sản thiên nhiên thế giới như vườn quốc gia Gunung Mulu ở Sarawak thuộc

Malaysia, vườn quốc gia Lorents ở Tây Irian thuộc Indonesia v.v... và nhiều vùng Karst khác ở Đông Nam á đã được điều tra khá chi tiết.

Vườn quốc gia Gunung Mulu nằm ở tỉnh Sarawak một tỉnh của Malaysia trên đảo Borneo. Có mặt trong vườn quốc gia này là loại đá vôi san hô được tích tụ trong khoảng thời gian từ giữa Eocen cho đến cuối Miocen sớm với diện tích rất đáng kể.

Khung cảnh như vậy cũng được mô tả ở sông Baliem trong vườn quốc gia Lorents, tây Irian của Indonesia hoặc các vùng khác ở Papua New Guinea - Cả hai khu vực này đều nằm trên đảo New Guinea và một phần đảo New Britain - Các vùng này cũng có khí hậu xích đạo ẩm ướt với nhiệt độ và lượng mưa quanh năm đều cao. Đá vôi ở đây cũng có tuổi từ Oligocen đến Miocen với bề dày trên 1000m ở tây Irian, Baliem cũng có thể xem là một sông ngầm lớn trên thế giới có lưu lượng trung bình khoảng $100\text{m}^3/\text{s}$ và tăng lên khoảng $400\text{m}^3/\text{s}$ vào mùa mưa và nằm dưới đáy một hố sâu (phễu Karst) tới 200m. Trong dòng sông này cũng có một phòng có thể tích khoảng 45.000m^3 . ở đảo New Britain thuộc Papua New Guinea có một dòng sông nước chảy cuộn cuộn, với chiều dài gần 4km. Các dạng địa hình Karst trên mặt ở khu vực này đều bị rừng nhiệt đới dày đặc che phủ. Các miệng phễu Karst lớn có thể quan sát được từ trên máy bay trực thăng.

Một vùng Karst khác ở Indonesia nằm ở phía đông đảo Java là Gunung Sewu. Với các đới bát úp dạng nón với đường kính đáy lớn hơn chiều cao tới 4 lần. Ngoài ra ở đây còn có tới 17 hang động được gộp lại thành các hệ thống khác nhau, trong đó hệ thống Lweng Jaran là dài nhất ở Indonesia với tổng chiều dài trên 18 km.

Hầu hết các nước Đông Nam á nằm trên phần lục địa có đá vôi. Trong đó đáng kể hơn là Lào, Thái Lan và Việt Nam. Riêng đối với Lào các kết quả nghiên cứu về Karst và hang động chưa nhiều. Mặt khác đá vôi cũng chỉ tập trung nhiều ở phần Trung Lào tiếp nối với khối đá vôi Phong

Nha - Kẻ Bàng của Việt Nam. Tại Thái Lan, đá vôi cũng có mặt trong một số vườn quốc gia như Trung Salaeng. Phần lớn đá vôi ở đây có tuổi Permí giống như nhiều nơi ở Việt Nam và Trung Quốc. Tuy nhiên, diện tích lộ đá vôi trên mặt ở Thái Lan không nhiều. Thái Lan lại có khí hậu nhiệt đới, vì vậy các thành tạo Karst ở đây cũng rất phát triển, trên bề mặt các vùng đá vôi đều bị rừng nhiệt đới che phủ và phát triển khá nhiều Karst dạng thấp.

Ở Việt Nam, di sản thiên nhiên thế giới Hạ Long được UNESCO công nhận vào năm 1994 lại là khu vực khá đặc biệt. Theo cách gọi của các nhà địa mạo, thì Hạ Long là một trong những vùng Karst ven bờ điển hình trên thế giới, các hang cổ và đang hoạt động đều có mặt ở đây.

Từ những điều vừa trình bày ở trên, so với các di sản thiên nhiên thế giới đã được UNESCO công nhận có thể thấy rằng vườn quốc gia Phong Nha – Kẻ Bàng hầu như không có gì giống với các nơi khác, chứa đựng tính đa dạng địa học và đa dạng sinh học đặc trưng nhiệt đới và đặc thù Việt Nam sau đây:

- Đá vôi có tuổi rất cổ từ Devon đến Permí.

- Vùng Phong Nha - Kẻ Bàng vừa có những đặc điểm chung với các vùng nêu trên, nhưng lại vừa có nét đặc thù với diện tích lớn nhất ở Việt Nam. Nếu kể thêm cả phần diện tích đá vôi ở Lào thì vùng này có thể được xem là vùng đá vôi cỡ lớn nhất hành tinh.

- Đá vôi có cấu tạo 2 phân tầng cấu trúc: (1) Đá vôi phân tầng cấu trúc dưới có màu xám đen, cấu tạo phân lớp mỏng chứa các ổ và thấu kính silica; (2) Đá vôi phân tầng cấu trúc trên có màu xám trắng tinh khiết, cấu tạo khối và phân lớp dày (với độ dày của tầng đá vôi đạt trên 1000m) có tuổi rất cổ (từ Devon thượng đến Permí).

- Đá vôi phân bố trong vùng khí hậu nhiệt đới với sự phổ biến của rừng lá rộng thường xanh. Địa hình khối đá vôi lại nằm thấp hơn so với vùng xung quanh cấu tạo bởi các đá phi Karst. Những điều kiện đó đã làm

cho khối Karst Phong Nha - Kẻ Bàng trở nên đa dạng và phức tạp hơn, rộng hơn và nổi bật hơn về nhiều mặt so với các vùng khác ở Đông Nam Á.

1.2.2. Đặc điểm khí hậu

Kết quả quan sát các yếu tố khí hậu ở các trạm khí tượng trong khu vực được tổng kết như sau:

- *Chế độ nhiệt:* Nhiệt độ bình quân hàng năm biến động từ 23⁰C đến 25⁰C. Do ảnh hưởng của khối núi đá vôi rộng lớn nên nhiệt độ dao động khá lớn, cực đại vào tháng 7 (trên 40⁰C), cực tiểu vào tháng 1 (5-7⁰C).

Thời tiết lạnh nhất trong năm vào các tháng 12, 1, 2. Các tháng nóng nhất trong năm vào các tháng 6, 7, 8, có nhiệt độ trung bình cao trên 28⁰C. Nhiệt độ mùa hè đã cao lại thường chịu ảnh hưởng của gió "Lào" khô và nóng. Nhiệt độ cao tuyệt đối nhiều lần đạt trên 40⁰C.

Khu vực nghiên cứu là một vùng núi đá vôi rộng lớn, ảnh hưởng đến sự giao động giữa ngày và đêm, biên độ nhiệt trong ngày rất lớn. Đặc biệt vào những ngày hè nóng bức, biên độ thường trên 10⁰C. Mùa đông sự dao động nhiệt vẫn trên 8⁰C.

- *Chế độ mưa ẩm:* VQG Phong Nha - Kẻ Bàng nằm trong vùng có lượng mưa lớn, bình quân từ 2000mm đến 2500mm/năm. Khu vực núi cao giáp biên giới Việt Lào lượng mưa còn lên tới 3000mm/năm (Minh Hoá). Tổng lượng mưa trong mùa mưa (từ tháng 5 đến tháng 12) rất cao, chiếm tới 88% tổng lượng mưa năm. Số ngày mưa vùng ven biển chỉ có 135 ngày, lên miền núi số ngày mưa tăng dần hơn 160 ngày.

Biến trình lượng mưa hàng năm có 2 cực đại: lượng mưa đạt mức cao nhất vào tháng 10 (500 - 600mm) và vào tháng 5 hoặc tháng 6 (trên 100mm); lượng mưa thấp nhất vào tháng 2 hoặc tháng 3 (30 - 40mm). Các tháng mùa khô tuy có lượng mưa thấp, nhưng số ngày mưa bình quân/tháng tối thiểu là 10 ngày. Lượng mưa lớn, số lượng ngày mưa nhiều

và rải đều trong năm đã tạo điều kiện ẩm ướt lý tưởng cho một khu hệ rừng nhiệt đới trên núi đá vôi điển hình có giá trị mang tính toàn cầu.

Lượng bốc hơi khá cao, biến động từ 1000 đến 1300mm/năm. Lượng bốc hơi lớn nhất vào các tháng 5, 6, 7, 8, vì thời gian này chịu ảnh hưởng của gió "Lào" khô nóng. Độ ẩm không khí ở mức trung bình (83-84%). Mùa hè có độ ẩm thấp hơn nhiều, chỉ còn ở mức 66-68%, cá biệt có ngày xuống tới 28%. Đây là những ngày gió Lào thổi mạnh, thời tiết rất khô, nóng, những ngày này có thể đe dọa cháy rừng và hoả hoạn.

- *Chế độ gió*: Có 2 mùa gió chính là mùa đông và mùa hè. Gió mùa đông: từ tháng 11 đến tháng 1 năm sau, thịnh hành hướng gió Đông Bắc xen giữa các đợt gió Đông Bắc là những ngày gió Đông hoặc Đông Nam. Gió mùa hè: Do yếu tố địa hình nên các ngọn núi cao ngăn chặn hướng gió Tây Nam và đổi hướng thành gió Bắc Trung Bộ từ tháng 5 đến tháng 8. Gió này khô nóng gây không ít khó khăn cho sản xuất nông nghiệp và công tác bảo vệ rừng. Ngoài ra, còn gió Đông và Đông Nam thổi từ biển vào thịnh hành từ tháng 9 đến tháng 4 năm sau, thường thổi đan xen với gió mùa Đông Bắc. Nhìn chung, gió Đông Nam có tốc độ thấp, trừ trường hợp giông bão, sức gió mạnh nhất có thể lên tới cấp 10,11. [1,5,19]

1.2.3. Đặc điểm thủy văn

Khu vực VQG Phong Nha - Kẻ Bàng nằm gọn trong lưu vực của các dòng sông suối trong vùng, bao gồm: Rào Thương, sông Chày, sông Troóc, sông Son... đều là thượng nguồn của sông Gianh. VQG bao gồm một vùng đá vôi rộng lớn, vì thế hiện tượng nước chảy ngầm là phổ biến. Trên bản đồ không thấy các sông suối lớn. Trên mặt đất có một số khe suối nhỏ đổ vào suối Rào Thương, chảy lộ thiên nhưng bị ngắt quãng khi chảy ngầm qua các hang động, sau khi quy tụ lại chảy về sông Chày, sông Troóc và hợp lưu vào sông Son và đổ vào thượng nguồn sông Gianh. Mùa mưa, các suối cạn có nước dâng cao, tạo dòng chảy lớn, tạo lũ cục bộ, nhưng sau cơn mưa nước rút rất nhanh qua các "mắt hút". Mùa lũ từ tháng

9 đến tháng 11 trùng vào những tháng mưa lớn nhất. Lũ lớn thường xuất hiện vào giữa tháng 9 và tháng 10. Ngoài mùa mưa lũ chính, sông Son còn chịu ảnh hưởng của đợt mưa phụ (mưa tiểu mãn) vào tháng 5, tháng 6. Mưa tiểu mãn đôi khi gây lũ lụt lớn. Khi lũ lụt đến nước sông Son mang nhiều phù sa, bồi đắp cho các dải đất ven bờ và làm biến dạng dòng sông do hiện tượng “bồi, lở”. [1,5,19]

1.2.4. Các địa-hệ sinh thái vườn quốc gia Phong Nha-Kẻ Bàng

* Khái niệm về Địa-hệ sinh thái (Geo-ecosystem) (Trần Nghi, 2020): Địa-hệ sinh thái là một đơn vị tự nhiên bao gồm 2 hợp phần: nền địa chất và hệ sinh thái có quan hệ nhân-quả với nhau trong quá trình hình thành, phát triển và biến đổi theo thời gian địa chất để thích ứng với sự tác động của các yếu tố địa chất nội sinh (chuyển động kiến tạo) và ngoại sinh (khí hậu và thời tiết). [13]

* Phân loại các địa-hệ sinh thái Vườn Quốc gia Phong Nha-Kẻ Bàng

- Theo định nghĩa trên nền địa chất của khu vực Phong Nha-Kẻ Bàng được hình thành do pha nâng trôi tạo núi Kainozoi từ 35 triệu năm đến nay. Quá trình hoạt động tạo núi đã làm biến dạng các đá lục nguyên có tuổi Ordovic-Silur, Jura-Creta và đá vôi tuổi Devon, Carbon-Permi tạo nên địa hình hết sức phức tạp và sự phân bố các khối đá vôi và đá lục nguyên xen kẽ nhau không tuân theo trật tự như khi lắng đọng trầm tích nguyên thủy. Nền địa chất và địa hình đa dạng là nguyên nhân để tạo nên các hệ sinh thái phát triển phân hoá một cách rõ rệt.

- Vườn Quốc gia Phong Nha-Kẻ Bàng được phủ bởi rừng kín thường xanh chiếm 96,2%, trong đó rừng nguyên sinh chiếm 92,2% tổng diện tích. Có thể khẳng định đây là vườn quốc gia có độ che phủ và tỷ lệ rừng nguyên sinh lớn nhất trong hệ thống khu rừng đặc dụng của Việt Nam.

Vườn Quốc gia Phong Nha-Kẻ Bàng có 11 kiểu và phụ kiểu địa-hệ sinh thái gồm:

(1) Địa-hệ sinh thái rừng kín thường xanh nhiệt đới ẩm trên *núi đá vôi* dưới độ cao 800m;

(2) Địa-hệ sinh thái rừng kín thường xanh nhiệt đới núi thấp trên *núi đá vôi* độ cao trên 800m;

(3) Địa-hệ sinh thái rừng kín thường xanh nhiệt đới ẩm trên *núi đất* độ cao dưới 800m;

(4) Địa-hệ sinh thái rừng kín thường xanh nhiệt đới ẩm trên *núi đất* độ cao trên 800m;

(5) Địa-hệ sinh thái rừng thường xanh trên *núi đá vôi*;

(6) Địa-hệ sinh thái rừng thường xanh trên *núi đất*;

(7) Địa-hệ sinh thái cỏ, cây bụi, cây gỗ rải rác trên *núi đá vôi*;

(8) Địa-hệ sinh thái cỏ, cây bụi, cây gỗ rải rác trên *núi đất*;

(9) Địa-hệ sinh thái rừng hành lang ngập định kỳ;

(10) Địa-hệ sinh thái rừng tre nứa;

(11) Địa-hệ sinh thái thảm cây nông nghiệp.

Tổng diện tích là 147.945 ha.

- Đa dạng hệ thực vật

Đa dạng hệ thực vật được thể hiện qua đa dạng về nguồn gen thực vật và đa dạng về tài nguyên thực vật:

+ Đa dạng về nguồn gen thực vật: Các loài thực vật ở đây chứa một nguồn gen vô tận, trong đó có 13 loài thực vật đặc hữu của Việt Nam, 38 loài được ghi trong sách đỏ của Việt Nam có nguy cơ bị tiêu diệt.

Có 800 loài cây tài nguyên thuộc 7 nhóm công dụng:

(1) Nhóm cây lấy gỗ: mun sọc, huệ mộc, pơ mu, giáng hương, gụ mật, kiền kiền, táu đá...

(2) Nhóm cây dầu nhựa gồm 86 loài, trong đó cho nhựa cứng là 19 loài, tinh dầu 46 loài, dầu béo 21 loài. Đáng chú ý nhất là cây trầm gió nhưng đã bị khai thác cạn kiệt.

(3) Nhóm cây làm thuốc gồm 186 loài: hồi núi, lá khô, ba kích, thổ phục linh. Đáng chú ý nhất là cây trầm dó nhưng đã bị khai thác cạn kiệt.

(4) Nhóm cây ăn được gồm 156 loài trong đó nhóm cho tinh bột và quả gồm 91 loài.

(5) Nhóm cây dùng đan lát và lấy sợi gồm 42 loài.

(6) Nhóm cây làm cảnh và cây bóng mát gồm 93 loài.

(7) Nhóm cây cho thuốc nhuộm gồm 54 loài.

- Đa dạng hệ động vật:

Khu rừng nguyên sinh Phong Nha - Kẻ Bàng có 568 loài động vật có xương sống, trong đó có 113 loài thú, 302 loài chim, 81 loài bò sát và lưỡng thể, 72 loài cá.

Trong số các loài đã thống kê có 68 loài đã ghi trong sách đỏ Việt Nam (1994), 44 loài cần phải được bảo vệ ở mức độ toàn cầu vì có nguy cơ tuyệt chủng.

Điều hết sức lý thú là sự phân bố các loài động vật không phải ngẫu nhiên mà có quy luật theo các địa hệ sinh thái (geo-ecosystems):

(1) Địa hệ rừng kín thường xanh trên núi đất: có các loài thú ăn thịt như hổ, báo hoa mai, beo lửa; gấu chó, các loài khỉ và vượn;

(2) Địa hệ sinh thái rừng thường xanh nhiệt đới núi đất thấp: phổ biến các loại chim, thú và bò sát;

(3) Địa hệ sinh thái rừng rậm lá rộng trên thung lũng núi đá vôi: chủ yếu là các loài lưỡng cư, chim, bò sát, các loài khỉ, voọc, gấu và sóc;

(4) Địa hệ ruộng nương, làng bản: phổ biến các loài chim, thú nhỏ, éch nhái. [11,15,43]

1.3. Đặc điểm kinh tế-xã hội

1.3.1. Dân số, dân tộc, lao động

Khu vực vùng đệm VQG Phong Nha - Kẻ Bàng bao gồm 13 xã: Dân Hóa, Trọng Hóa, Hóa Sơn, Trung Hóa và Thượng Hóa (huyện Minh Hóa); xã Thượng Trạch, Tân Trạch, Xuân Trạch, Hưng Trạch, Phúc Trạch, Phú Định và thị trấn Phong Nha (huyện Bố Trạch); xã Trường Sơn (huyện Quảng Ninh). Dân cư sống ở các xã vùng đệm chủ yếu tập trung ven các sông lớn như sông Chày, sông Son và các thung lũng có suối phía Đông và Đông Bắc của VQG. [1,5,6,7]

- Về dân số: Theo Niên giám thống kê năm 2021, các xã vùng đệm của VQG Phong Nha - Kẻ Bàng có số dân là 72.089 người. Mật độ dân số phân bố không đều, các thôn, bản hoặc các xã dọc theo tuyến đường chính có mật độ dân số đông hơn các xã nằm ở vùng sâu, vùng xa tiếp giáp biên giới Việt – Lào. Các xã có số dân đông là xã Phúc Trạch với 12.476 người (chiếm 17,31%), thị trấn Phong Nha với 12.475 người (chiếm 17,31%), xã Hưng Trạch với 11.732 người (chiếm 16,27%); và xã có số dân thấp nhất là xã Tân Trạch với 419 người (chiếm 0,58%).

- Về dân tộc: Khu vực Phong Nha - Kẻ Bàng không chỉ nổi tiếng về hệ thống hang động, cảnh quan đẹp tuyệt mỹ và ĐDSH cao mà còn nổi tiếng vì các nhóm dân tộc sống trong khu vực. Bên cạnh dân tộc Kinh (nhóm dân tộc chiếm đa số ở Việt Nam), có hai nhóm dân tộc chính: Bru-Vân Kiều và Chứt.

Nhóm dân tộc Bru - Vân Kiều:

+ Bru – Vân Kiều là nhóm có dân số lớn nhất trong tất cả các nhóm dân tộc sống ở phía Bắc dãy Trường Sơn (ngoại trừ nhóm dân tộc Kinh). Nhóm Bru –Vân Kiều thuộc nhóm ngôn ngữ Môn - Khơ Me, một nhóm bản địa đối với Đông Dương, gồm các tộc: Vân Kiều, Khùa, Ma Coong và Trĩ (www.viendantochoc.org.vn).

+ Trong số các nhóm dân tộc đề cập trên đây, tộc Vân Kiều là tộc lớn nhất và phân bố rộng khắp ở khu vực dãy Trường Sơn. Tộc Trĩ và Ma Coong phân bố ở xã Thượng Trạch và Tân Trạch, huyện Bố Trạch và Lào. Còn tộc Khùa chủ yếu phân bố xã Dân Hoá, huyện Minh Hoá.

Nhóm dân tộc Chứt: Trong Bài báo “các ngôn ngữ Việt - Mường” trên Tạp chí Dân tộc số 1, Hà Văn Tân và Phạm Đức Dương cho biết tiếng Khùa là ngôn ngữ cổ nhất trong nhóm ngôn ngữ Việt – Mường và tách riêng ra khỏi ngôn ngữ Việt - Mường trong thế kỷ 10 hoặc 11. Nhóm dân tộc Chứt gồm có rất nhiều tộc nhỏ như: Sách, Mày, Rục và Arem.

+ Người Arem và Rục: Trong tiếng dân tộc Chứt, từ Rục có nghĩa là nơi ở phía cuối suối ngầm và từ Arem có nghĩa là hang đá hoặc vòm đá. Người Arem định cư ở bản 39, xã Tân Trạch trong VQG, còn người Rục định cư ở vùng đệm VQG thuộc xã Thượng Hoá. Arem và Rục không chỉ là tộc nhỏ nhất trong nhóm dân tộc Chứt mà còn là hai tộc nhỏ nhất Việt Nam. Họ sống tách biệt với các nhóm khác trong khu vực núi đá vôi.

+ Người Arem và người Rục có ngôn ngữ riêng của họ, là ngôn ngữ thuộc nhánh Việt - Mường của gia đình ngôn ngữ Môn – Khơ Me. Từ năm 1992, tộc Arem và Rục bắt đầu sống trong những ngôi nhà kiên cố. Trước đây, họ thích di chuyển trong rừng sâu, sống trong các hang động hoặc trong các lều tạm. Tộc Rục và Arem là hai tộc cuối cùng bắt đầu dựng nhà để ở trong những năm 1960.

- Về lao động: Tính đến 31/12/2021, tổng số người trong độ tuổi lao động của các xã vùng đệm VQG Phong Nha - Kẻ Bàng là 45.704 người, chiếm 63,39% dân số vùng đệm. Trong đó, số lao động nam là 23.183 người (chiếm 50,72%), số lao động nữ là 22.521 (chiếm 49,28%) tổng số lao động. Như vậy, số người trong độ tuổi lao động chiếm tỷ lệ cao trong tổng dân số vùng đệm là cơ sở để VQG Phong Nha – Kẻ Bàng có thể sử dụng nguồn lao động tại chỗ ở địa phương trong việc quản lý, bảo vệ và phát triển rừng; và cũng chính vì số người lao động nhiều có thể là nguyên

nhân gây áp lực vào tài nguyên rừng của VQG. Tuy nhiên, hiện nay có một lượng người lao động tìm các công việc khác trong lĩnh vực công nghiệp, xây dựng, dịch vụ, du lịch... có thể thu nhập cao hơn, ổn định hơn và ít vất vả hơn trong lĩnh vực nông nghiệp và lâm nghiệp.

Tuy nhiên, hiện nay có một lượng người lao động tìm các công việc khác trong lĩnh vực công nghiệp, xây dựng, dịch vụ, du lịch... có thể thu nhập cao hơn, ổn định hơn và ít vất vả hơn trong lĩnh vực nông nghiệp và lâm nghiệp [21]. Thông tin về dân số, lao động của các xã vùng đệm của VQG Phong Nha – Kẻ Bàng được thể hiện chi tiết dưới bảng 1.2:

Bảng 1.2. Dân số và lao động các xã vùng đệm của VQG
Phong Nha – Kẻ Bàng

TT	Đơn vị hành chính	Tổng số hộ	Nhân khẩu			Lao động		
			Tổng	Kinh	DT khác	Tổng	Nam	Nữ
I	Huyện Bố Trạch	12.774	48.780	41.741	7.039	32.332	16.373	15.959
1	Thượng Trạch	691	2.971	59	2.912	1.969	997	972
2	Tân Trạch	110	419	29	390	278	141	137
3	Xuân Trạch	1.636	5.957	5.957	0	3.948	2.000	1.949
4	T.T. Phong Nha ²	3.195	12.475	9.612	2.863	8.269	4.187	4.082
5	Hưng Trạch	3.127	11.732	11.120	612	7.776	3.938	3.838
6	Phúc Trạch	3.247	12.476	12.351	125	8.270	4.188	4.082
7	Phú Định	768	2.750	2.612	138	1.823	923	900
II	Huyện Minh Hóa	4.541	18.238	9.437	8.801	10.177	5.184	4.993
1	Dân Hóa	996	4.177	1.529	2.648	2.357	1.200	1.157
2	Trọng Hóa	976	4.495	1.518	2.977	2.589	1.319	1.269
3	Hóa Sơn	410	1.668	1.002	666	885	451	434
4	Trung Hóa	1.325	4.812	3.212	1.600	2.606	1.328	1.279
5	Thượng Hóa	834	3.087	2.177	910	1.740	887	854
III	Huyện Quảng Ninh	1.202	5.070	2.069	3.001	3.194	1.625	1.569
1	Trường Sơn	1.202	5.070	2.069	3.001	3.194	1.625	1.569
	Tổng	18.516	72.089	53.247	18.842	45.704	23.183	22.521

Nguồn: Niên giám thống kê, 2021

1.3.2. Những hoạt động kinh tế chính, thu nhập và đời sống của dân cư

* Những hoạt động kinh tế chính

Các xã vùng đệm của VQG Phong Nha - Kẻ Bàng có các ngành kinh tế phát triển ở mức thấp, tổng giá trị sản xuất nhỏ, chưa tương xứng với tiềm năng. Trong những năm gần đây, cơ cấu kinh tế ở các xã vùng đệm

của VQG chuyển dịch theo hướng giảm tỷ trọng nông lâm nghiệp, tăng tỷ trọng công nghiệp, tiểu thủ công nghiệp và dịch vụ.

Khu vực vùng đệm của VQG Phong Nha - Kẻ Bàng chủ yếu là thuần nông nhưng thời gian qua nền kinh tế của các xã có sự chuyển dịch đúng hướng theo xu thế về việc thành lập thị trấn Phong Nha trên cơ sở nguyên trạng xã Sơn Trạch phát triển chung của các huyện và của tỉnh Quảng Bình, đó là ngành nông lâm thủy sản có xu hướng giảm dần, nhưng ngành dịch vụ lại có xu hướng tăng đáng kể, góp phần tích cực đưa nền kinh tế của địa phương tăng trưởng đúng hướng. Cụ thể, cơ cấu kinh tế bình quân của các xã vùng đệm như sau: ngành Nông - lâm - thủy sản chiếm 77,57%; ngành công nghiệp và tiểu thủ công nghiệp chiếm 4,11%; ngành Thương mại - dịch vụ chiếm 17,94%.

Bảng 1.3. Thống kê diện tích canh tác bình quân của hộ gia đình thuộc các xã thuộc vùng đệm của VQG Phong Nha – Kẻ Bàng

STT	Đơn vị hành chính	Tổng số hộ	Diện tích canh tác bình quân (ha/hộ)		
			Tổng	Nông nghiệp	Lâm nghiệp
I	Huyện Bố Trạch				
1	Thượng Trạch	491	3,20	1,50	1,70
2	Tân Trạch	75	3,15	1,50	1,65
3	Xuân Trạch	1.233	2,82	1,20	1,62
4	TT. Phong Nha	2.857	1,18	0,55	0,63
5	Hung Trạch	2.779	1,07	0,65	0,42
6	Phúc Trạch	2.459	1,23	0,27	0,96
7	Phú Định	685	0,50	0,15	0,35
II	Huyện Minh Hóa				
1	Dân Hóa	694	0,45	0,35	0,10
2	Trọng Hóa	665	0,43	0,30	0,13
3	Hóa Sơn	330	3,50	1,50	2,00
4	Trung Hóa	1.076	1,39	0,43	0,96
5	Thượng Hóa	679	1,00	0,54	0,46
III	Huyện Quảng Ninh				
1	Trường Sơn	1.190	0,40	0,15	0,25

(Nguồn: Báo cáo thống kê năm 2019)

* Một số đặc điểm chính về hoạt động kinh tế của người dân các xã vùng đệm VQG Phong Nha – Kẻ Bàng:

- Các xã vùng sâu, xa nhất của tỉnh Quảng Bình, đời sống kinh tế xã hội của người dân còn gặp nhiều khó khăn.

- Sản xuất nông nghiệp đóng vai trò chủ đạo chiếm gần 80% số hộ. Nền nông nghiệp còn lạc hậu, ít được chú trọng đầu tư, năng suất thấp. Việc canh tác nương rẫy vẫn còn ở các thôn bản có đất rừng và đất đồi núi.

- Chăn nuôi chủ yếu là trâu, bò, lợn, gia cầm, nuôi cá trên các ao hồ hoặc các sông suối. Tuy có tiềm năng, nhưng chăn nuôi chưa phát triển. Giống chưa được cải thiện. Bệnh dịch của vật nuôi chưa được kiểm soát.

- Về lâm nghiệp, các hoạt động chủ yếu là tham gia nhận khoán bảo vệ rừng. Trên địa bàn các xã vẫn còn một số hộ gia đình khai thác các sản phẩm từ rừng như săn bắt động vật, lấy gỗ, củi, song mây, cây thuốc.

- Nguồn thu nhập khác chủ yếu từ làm thuê khai thác đá, mang vác hàng hoá. [1,5,6]

* Thu nhập và đời sống của dân cư

Hầu hết các xã vùng đệm đều thuộc diện đặc biệt khó khăn, những năm trước đây, đời sống của cộng đồng người dân vùng đệm còn gặp nhiều khó khăn. Để giúp người dân vùng đệm khôi phục sản xuất, phát triển kinh tế, chính quyền cùng các đoàn thể ở địa phương đã có nhiều giải pháp, trong đó tập trung vào chính sách hỗ trợ sản xuất nông nghiệp, thực hiện lồng ghép các nguồn vốn đầu tư, các tổ chức tín dụng hỗ trợ phục vụ cho phát triển. Tất cả các xã vùng đệm là các xã ưu tiên trong chương trình phát triển kinh tế, ví dụ như: Chương trình 135 (nâng cấp cơ sở hạ tầng); Chương trình 661 (trồng và phục hồi rừng); Dự án giảm nghèo miền Trung (do ADB tài trợ),...v.v.

Các chương trình, dự án này hỗ trợ người dân địa phương phát triển kinh tế, trồng và bảo vệ rừng. Đặc biệt, Chính phủ Việt Nam và Ngân hàng Tái thiết Đức (KfW) đang trong quá trình thực hiện dự án Bảo tồn và Quản lý bền vững nguồn tài nguyên thiên nhiên Khu vực VQG Phong Nha - Kẻ

Bàng,... Nhờ đó các điều kiện sinh hoạt của người dân đã được từng bước cải thiện, đời sống nhân dân ngày được nâng cao.

Bảng 1.4. Thống kê thu nhập bình quân trong lĩnh vực nông, lâm nghiệp

STT	Đơn vị hành chính	Thu nhập bình quân (1000 đồng/hộ)		
		Tổng	Nông nghiệp	Lâm nghiệp
I	Huyện Bố Trạch			
1	Thượng Trạch	30.000	25.000	5.000
2	Tân Trạch	30.000	23.500	6.500
3	Xuân Trạch	27.000	21.000	5.000
4	TT. Phong Nha	78.000	70.000	8.000
5	Hưng Trạch	32.000	28.000	4.000
6	Phúc Trạch	65.000	40.000	25.000
7	Phú Định	40.000	35.000	5.000
II	Huyện Minh Hoá			
1	Dân Hoá	35.000	18.000	7.000
2	Trọng Hoá	40.000	36.000	4.000
3	Hoá Sơn	60.000	45.000	15.000
4	Trung Hoá	78.000	65.000	13.000
5	Thượng Hoá	65.000	45.000	20.000
III	Huyện Quảng Ninh			
1	Trường Sơn	50.000	40.000	10.000

(Nguồn: Tổng hợp từ số liệu các xã vùng dự án, 2020)

Như vậy, thu nhập từ lĩnh vực nông nghiệp và lâm nghiệp của các hộ gia đình cũng có sự chênh lệch khá lớn, chủ yếu nguồn thu nhập từ hoạt động sản xuất nông nghiệp còn thấp. Để cải thiện thu nhập cho hộ gia đình trong vùng đệm cần hỗ trợ người dân việc ứng dụng khoa học công nghệ vào trong sản xuất, phát triển thị trường, nâng cao tỷ trọng chăn nuôi (tùy vùng, tùy đối tượng nuôi), đào tạo nghề, chuyển đổi việc làm sang lĩnh vực công nghiệp, dịch vụ và du lịch.

Trong những năm qua, được sự quan tâm hỗ trợ, đầu tư của các cấp, các ngành nên điều kiện kinh tế - xã hội của các xã vùng đệm VQG Phong Nha – Kẻ Bàng có nhiều thay đổi. Tuy nhiên, nhìn chung điều kiện kinh tế - xã hội của các xã vẫn còn khó khăn, thách thức đó là: kinh tế chậm phát triển; tập quán sản xuất lạc hậu; trình độ dân trí thấp; chất lượng nguồn nhân lực còn thiếu và yếu chưa đáp ứng nhu cầu phát triển kinh tế - xã hội

của địa phương; tỷ lệ hộ nghèo còn quá cao; chất lượng, hiệu quả giáo dục, đào tạo và chăm sóc sức khỏe còn nhiều hạn chế. Kết cấu hạ tầng còn thấp, chưa đồng bộ, nhất là giao thông; nhiều tiềm năng, lợi thế chưa được khai thác để phục vụ cho phát triển kinh tế; sản xuất nông nghiệp còn bấp bênh, phụ thuộc vào thiên nhiên; đời sống của đồng bào còn nhiều khó khăn, người dân còn tư tưởng trông chờ, ỷ lại vào sự hỗ trợ của Nhà nước nên chưa chú tâm vào phát triển sản xuất; đồng bào chưa quan tâm cho việc học tập nâng cao trình độ văn hoá, nhận thức của con em.

Mục tiêu của VQG Phong Nha – Kẻ Bàng bao gồm bảo tồn đa dạng sinh học, các hệ sinh thái vùng núi đá vôi, bảo vệ lưu vực sông Gianh nhằm hạn chế lũ lụt, bảo vệ cảnh quan và góp phần cải thiện sinh kế cho người dân vùng đệm. Các mối đe dọa và thách thức, trở ngại trong hoạt động sinh kế đối với công tác bảo tồn hiện nay tại Vườn bao gồm:

- Khai thác lâm sản: Săn bắt, khai thác gỗ/lâm sản ngoài gỗ.
- Du lịch sinh thái không bền vững (phát triển cơ sở hạ tầng du lịch, quá tải du khách, ô nhiễm...);
- Các loài ngoại lai xâm hại (nguy cơ lan rộng và xâm lấn), đặc biệt là loài Bìm bìm hoa vàng.
- Nương rẫy: đến nay trong khu vực đã không còn xảy ra việc lấn đất phá rừng để sản xuất, nhưng việc canh tác gần rừng có nhiều nguy cơ xảy ra cháy rừng do sinh hoạt hằng ngày của người dân sống gần rừng, do việc thu dọn và đốt cỏ rác tàn dư thực vật sau mỗi vụ thu hoạch đều có nguy cơ tác động đến rừng về sinh thái và cháy rừng.
- Canh tác nông nghiệp trên đất dốc ở khu vực đầu nguồn làm xói mòn đất và gây nên các hiện tượng về bồi lấp lòng sông, suối, hang động làm ảnh hưởng đến hệ sinh thái thủy sinh và các hoạt động khai thác DLST.

- Các hoạt động khác như vi phạm các quy định về bảo vệ động vật rừng, phòng cháy chữa cháy rừng, mua bán, vận chuyển, kinh doanh và cất giữ lâm sản...

- Các thảm họa về thiên nhiên như sạt lở núi, lũ lụt,... [1,5,6,7]

1.3.3. Vấn đề xã hội: Thực trạng giáo dục - đào tạo; y tế và văn hóa

- Về giáo dục – đào tạo: Trên địa bàn các xã có trường tiểu học, phổ thông cơ sở và trung học phổ thông. Tỷ lệ học sinh sau tốt nghiệp vào các trường đại học, cao đẳng và học nghề là khoảng 60%. Các xã, thị trấn tập trung triển khai thực hiện chương trình phổ cập giáo dục theo hướng dẫn của các cấp, thực hiện nhiều phương pháp: đổi mới phương pháp dạy và học, xây dựng trường học thân thiện, tổ chức các hội thi cho giáo viên và học sinh tạo môi trường dạy và học vui tươi, và giao lưu trao đổi kinh nghiệm, phương pháp dạy và học ngày càng đạt hiệu quả, tranh thủ nguồn vốn tăng cường đầu tư cơ sở vật chất trường, lớp theo hướng kiên cố hóa nên chất lượng đào tạo ngày càng được nâng cao.

- Về y tế: Trong những năm qua, nhờ sự quan tâm của chính quyền địa phương nên mức độ thụ hưởng dịch vụ y tế của nhân dân ngày càng tăng về chất lượng và số lượng. Trong những năm qua chính quyền các cấp đã có chính sách thu hút những bác sỹ tốt nghiệp các trường đại học về làm việc, quan tâm đầu tư cơ sở vật chất cho các trạm y tế, trung tâm y tế, bệnh viện từ đó số cơ sở khám chữa bệnh, số bác sỹ, số giường bệnh ngày càng tăng, nhờ vậy công tác chăm sóc sức khỏe nhân dân ngày càng được tăng cường, chất lượng phục vụ ngày càng được nâng lên.

- Về văn hoá, tôn giáo:

+ Văn hóa: Phần lớn mỗi thôn thuộc các xã đều có nhà văn hóa thôn nằm tại vị trí thuận lợi trong hay liền kề với thôn, mỗi xã có các sân bóng, khu vui chơi nhỏ và có từ 1 - 2 điểm bưu điện - bưu chính; hệ thống thông tin liên lạc phủ sóng đến trung tâm các xã, thị trấn, còn vùng sâu trong VQG vẫn chưa được kết nối.

+ Tôn giáo: Người dân trong vùng chủ yếu tham gia phong tục thờ cúng tổ tiên, theo phong tục, lễ nghi của Phật giáo và Đạo giáo.

Động Phong Nha là khu vực có ý nghĩa tôn giáo và du lịch quan trọng từ rất lâu, Đền thờ của người Chăm đã được tìm thấy trong động Phong Nha và đây là khu vực thờ cúng trong thế kỷ 9 và 10. Trong cuộc chiến tranh chống Mỹ, các khu rừng và hang động ở khu vực Phong Nha - Kẻ Bàng là nơi đóng quân và cất giấu vũ khí của bộ đội Việt Nam. [1,5,7]

Nhận xét những thuận lợi, khó khăn:

* Những thuận lợi:

(1) Trong thời gian qua, Tỉnh ủy, UBND tỉnh và các Sở, ngành có liên quan; Huyện ủy và UBND các huyện Minh Hóa, Bố Trạch, Quảng Ninh đã tăng cường lãnh đạo, chỉ đạo các cấp ủy, chính quyền trên địa bàn đẩy mạnh tuyên truyền, vận động nhân dân chấp hành tốt các quy định về BV&PTR, bảo tồn ĐDSH, bảo vệ Di sản, bảo vệ môi trường, cảnh quan thiên nhiên trong khu vực vùng lõi và vùng đệm điều này đã tạo thuận lợi cho VQG Phong Nha – Kẻ Bàng thực hiện tốt chức năng và nhiệm vụ được giao.

(2) Từ số liệu về nguồn lao động cho thấy, khu vực có lực lượng lao động có khả năng phục vụ cho các lĩnh vực nông – lâm nghiệp tương đối nhiều. Tỷ lệ lao động trong lĩnh vực nông nghiệp cao, bên cạnh đó là lượng lao động trẻ nên việc huy động nhân công cho nghề rừng cũng rất thuận lợi.

(3) Khu vực các xã vùng đệm VQG Phong Nha - Kẻ Bàng có nguồn tài nguyên rừng vào loại khá cao; đất đai, địa hình sinh thái đa dạng, cho phép phát triển các mô hình kinh tế nông, lâm kết hợp, Du lịch sinh thái phù hợp với tính đa dạng của thị trường đạt hiệu quả kinh tế cao, mở ra khả năng làm giàu cho các hộ nông dân.

(4) Được sự quan tâm của các cấp chính quyền của tỉnh, huyện các xã thuộc vùng đệm của VQG Phong Nha – Kẻ Bàng trong thời gian qua đã

được đầu tư xây dựng kết cấu hạ tầng kinh tế - xã hội làm nền tảng vững chắc cho sự phát triển vùng đệm. Bên cạnh đó, nhiều tổ chức trong nước và quốc tế đã chung tay vào việc tìm sinh kế nhằm giúp người dân nghèo ở các xã vùng đệm ổn định cuộc sống một cách bền vững, coi đó là một giải pháp để hạn chế dần những tác động tiêu cực vào rừng.

(5) Hệ thống pháp luật ngày càng hoàn thiện cùng với tinh thần đoàn kết, cần cù, chịu khó phấn đấu vượt qua đói nghèo và tin tưởng vào sự lãnh đạo của Đảng của cộng đồng dân cư là yếu tố lợi thế quan trọng để thúc đẩy phát triển kinh tế - xã hội, góp phần giảm thiểu các hoạt động khai thác trái phép tài nguyên rừng trong VQG Phong Nha - Kẻ Bàng.

(6) Cơ sở hạ tầng ngày được tăng cường, đời sống kinh tế - xã hội của đại bộ phận dân cư được nâng lên, mức hưởng thụ văn hóa tăng nhanh đã góp phần giảm dần giữa các vùng, tạo cho nhân dân tin tưởng vào đường lối đổi mới của Đảng và Nhà nước, an tâm đầu tư vào sản xuất.

* Những khó khăn:

(1) Sự gia tăng dân số của các xã trên địa bàn VQG Phong Nha - Kẻ Bàng trong những năm qua vẫn không ngừng tăng lên (do tự nhiên và cơ học), đặc biệt hiện nay còn nhiều thôn bản cư trú bên trong ranh giới của VQG; đời sống phụ thuộc nhiều vào tài nguyên rừng.

(2) Với diện tích rộng lớn và sự phong phú về mặt ĐDSH nên áp lực bảo vệ rừng của VQG Phong Nha - Kẻ Bàng là rất lớn, đặc biệt là săn bắn động vật hoang dã, khai thác gỗ trái phép, khai thác các loại lâm sản phi gỗ, phát triển du lịch không bền vững và xây dựng hạ tầng cơ sở trong VQG.

(3) Nhận thức và ý thức của một bộ phận cán bộ, nhân dân về BV&PTR còn hạn chế; đời sống của người dân vùng đệm còn nhiều khó khăn, tập quán sống dựa vào khai thác tài nguyên rừng mặc dù đã có nhiều chuyển biến tích cực nhưng vẫn còn tồn tại. Một số cấp ủy, chính quyền địa phương còn coi công tác bảo vệ rừng là trách nhiệm của chủ rừng và

lực lượng chức năng nên chưa thực sự vào cuộc quyết liệt; chưa huy động được một cách mạnh mẽ các nguồn lực xã hội cho đầu tư phát triển du lịch, chưa có các chương trình, giải pháp đột phá để phát huy giá trị Di sản thiên nhiên thế giới và Di tích quốc gia đặc biệt phục vụ phát triển kinh tế-xã hội, nâng cao đời sống vật chất, tinh thần cho nhân dân các xã vùng đệm VQG Phong Nha-Kẻ Bàng.

(4) Nguồn kinh phí hàng năm phân bổ cho Vườn ít hơn kinh phí được lập kế hoạch trong kế hoạch đầu tư do Ban Quản lý VQG Phong Nha – Kẻ Bàng đề xuất để thực hiện các chương trình dự, án phát triển vùng đệm.

(5) Công tác quản lý du lịch vườn Quốc gia Phong Nha kẻ bàng đang theo phương pháp truyền thống hành chính chưa có giải pháp quản lý du lịch bền vững vừa thu được lợi nhuận cao nhưng phải bảo vệ môi trường đảm bảo phát triển bền vững.

1.3. Tiểu kết chương 1

1. Tính đa dạng của địa chất khu vực Phong Nha-Kẻ Bàng gắn liền với lịch sử phát triển địa chất lâu dài và thành phần thạch học đa dạng từ 435 triệu năm (ki Ordovic thượng) đến nay. Sự hiện diện trên bề mặt địa hình hiện tại 7 hệ tầng trầm tích trước Đệ Tứ và 5 hệ tầng trầm tích Đệ Tứ là bức tranh sinh động nhất để chứng minh điều đó.

2. Đa dạng địa mạo được thể hiện qua tính đa dạng địa hình và thành phần thạch học: (1) địa hình dạng tháp đỉnh tròn và dạng tháp đỉnh nhọn của các núi đá vôi, (2) địa hình đỉnh tròn của các núi đá lục nguyên. Hai địa hình này nằm xen kẽ nhau và bao quanh các đồng bằng karst, thung lũng karst và 2 bên bờ các dòng sông nhánh và sông Son.

3. Quá trình hình thành hang động và phong cảnh đẹp độc đáo trong hang là một quá trình hoạt động địa chất nội sinh và ngoại sinh lâu dài:

- Quá trình địa chất nội sinh sau khi đá vôi được thành tạo bao gồm: (a) chuyển động khối tảng nâng trôi và sụt lún tạo các vách trượt (cliff) thẳng đứng, (b) đứt gãy tạo sông Son và hệ thống hang: Các đứt gãy tạo ra sông Son là đứt gãy có dịch chuyển chạy dài từ dãy Trường Sơn cắt đứt gãy Rào Nậy (Sông Gianh). Còn hệ thống đứt gãy xuyên ngầm theo 4 phương trong các khối đá vôi là tạo nên 4 hệ thống hang động.

4. Hang động Phong Nha-Kẻ Bàng có tuổi cổ nhất Đông Nam Châu Á, gắn liền với tuổi của các pha tách giãn đáy Biển Đông, tuổi của các bề mặt san bằng và tuổi của các pha biển tiến trong Pliocen và Đệ Tứ. Tuổi cổ nhất là hang Khe Ry 32 triệu năm cao 1600m; hang Dơi và hang Phong Nha khô 40 ngàn năm nằm ở độ cao 15-25m và hang trẻ nhất là nằm ở độ cao 5m có tuổi 6-5ka BP.

CHƯƠNG 2. CƠ SỞ TÀI LIỆU, LỊCH SỬ NGHIÊN CỨU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Cơ sở tài liệu

2.1.1. Nhóm tài liệu về hồ sơ di sản Thiên Nhiên Thế giới Vườn Quốc gia Phong Nha-Kẻ Bàng (Trần Nghi, 2003):

- Trần Nghi và nnk, 2003, Di sản Thiên nhiên Thế giới Vườn Quốc gia Phong Nha-Kẻ Bàng, Quảng Bình Việt Nam, NXB Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam bao gồm các nội dung:

+ Địa tầng và lịch sử phát triển của vỏ Trái Đất khu vực Phong Nha - Kẻ Bàng: Ordovic - Silur; Devon; Carbon - Perm; Jura - Creta, Paleogen, Neogen và Đệ Tứ.

+ Tính đa dạng địa chất, tính đa dạng về địa hình-địa mạo.

+ Địa chất hang động.

- Tài liệu chứng minh cho các thế hệ tuổi của hang động bắt đầu từ 32 triệu năm (Oligocen sớm).

- Tài liệu về đa dạng sinh học, rừng nguyên sinh, các loài động vật và thực vật quý hiếm nằm trong sách đỏ của thế giới có nguy cơ tuyệt chủng.

2.1.2. Tài liệu về môi trường du lịch do Vườn Quốc Gia Phong Nha-Kẻ Bàng cung cấp và NCS đi thực địa bổ sung:

- Tài liệu về đánh giá hiện trạng cơ sở hạ tầng và khu dịch vụ du lịch: khách sạn, nhà nghỉ, đường sá giao thông, thuyền bè và xe cộ phục vụ du khách, khu dịch vụ ăn uống và giới thiệu sản phẩm và hình ảnh du lịch Quảng Bình nói chung và khu vực Phong Nha-Kẻ Bàng nói riêng.

- Tài liệu và số liệu phân tích về môi trường đất, môi trường nước mặt, nước ngầm, không khí và nước sông Sơn do Vườn Quốc gia Phong Nha – Kẻ Bàng cung cấp. Số liệu được áp dụng trong công thức đánh giá sức chịu tải 6 môi trường du lịch là lấy từ năm 2013-2023.

2.1.3 Các số liệu và điểm quan trắc

Trong việc nghiên cứu và đánh giá sức chịu tải của một địa hệ-sinh thái, việc quan trắc và thu thập dữ liệu đúng cách từ các điểm quan trắc là hết sức quan trọng. Dưới đây là thông tin về mạng lưới lấy mẫu quan trắc:

Khu vực di sản thiên nhiên thế giới Phong Nha – Kẻ Bàng nằm trên khu vực rộng 200.000 ha, nằm tại phía Tây Bắc tỉnh Quảng Bình, chạy dọc theo biên giới Việt Lào. Tọa độ địa lý: 17°20'-17°48', 105°46'-106°24'E.

Các số liệu phân tích (xem phụ lục):

- 15 kết quả phân tích các chất độc hại trong môi trường đất: Tổng DDT (mg/kg), Dieldrin (mg/kg), Endrin (mg/kg), Aldrin (mg/kg), Heptachol (mg/kg).
- 15 kết quả phân tích các nguyên tố độc hại trong nước mặt của sông Son đoạn chảy qua Phong Nha.
- 15 kết quả phân tích các nguyên tố độc hại trong nước mặt của sông Son đoạn chảy qua Phong Nha.
- 15 kết quả phân tích các nguyên tố độc hại trong nước ngầm khu vực Phong Nha- Kẻ Bàng.

Vị trí lấy mẫu:

Bảng 2.1. Vị trí lấy mẫu môi trường đất, nước, không khí

Vị trí	Tọa độ	
	Bắc	Đông
01	17°36'46"N	106°18'20"E
02	17°35'56"N	106°17'36"E
03	17°34'53"N	106°16'59"E
04	17°35'04"N	106°16'33"E
05	17°34'33"N	106°14'17"E
06	17°33'36"N	106°14'26"E
07	17°33'08"N	106°18'04"E
08	17°31'33"N	106°16'36"E
09	17°31'47"N	106°13'39"E

10	17°35'12"N	106°15'37"E
11	17°33'21"N	106°14'10"E
12	17°35'34"N	106°16'56"E
13	17°35'25"N	106°15'43"E
14	17°46'32"N	106°04'10"E
15	17°46'17"N	106°04'46"E

(Nguồn: Trung tâm quan trắc môi trường tỉnh Quảng Bình)

Tại Khu Di Sản Thiên Nhiên Thế Giới Vườn Quốc Gia Phong Nha - Kẻ Bàng, các điểm quan trắc được lựa chọn dựa trên đặc trưng địa lý, sinh thái và tác động của con người. Các điểm này thường nằm ở:

- Vùng lân cận các cơ sở hạ tầng du lịch như khách sạn, nhà nghỉ.
- Khu vực gần các nguồn nước chính như sông, suối.
- Các khu vực bảo tồn thiên nhiên và rừng nguyên sinh.

2.1.4. Tài liệu về lưu lượng du khách tham quan hang động

Động Phong Nha, động Thiên Đường và động Sơn Đoòng do Vườn Quốc gia Phong Nha-Kẻ Bàng và Sở du lịch tỉnh Quảng Bình cung cấp.

2.1.5. Số liệu để sử dụng tính toán phân tích chi phí lợi ích (Cost Benefit Analysis)

Các số liệu từ năm 2013-2023 của hang Phong Nha, động Thiên Đường và động Sơn Đoòng là do Vườn Quốc Gia Phong Nha-Kẻ Bàng cung cấp.

2.2. Lịch sử nghiên cứu sức chứa môi trường du lịch

Các công trình nghiên cứu sức chứa (Carrying Capacity) của các tác giả trên thế giới và ở Việt Nam đã được công bố khá nhiều nhưng các tác giả Việt Nam lại gọi là sức chịu tải (Load Capacity) là không đúng. Sau đây nghiên cứu sinh sẽ giới thiệu các công trình nghiên cứu về sức chứa như sau:

2.2.1. Những công trình nghiên cứu sức chứa trên thế giới

Cifuentes (1992) và Ceballos-Lascurain (1996) [22,23,25,26,31] đã đề nghị công thức tính toán sức chứa vật lý (PCC – Physical carrying capacity) là giới hạn tối đa cho phép về số lượng khách đến tham quan du lịch tại một khu, điểm du lịch tham quan trong một giới hạn thời gian được xác định trước.

$$PCC = A \times D \times Rf$$

Trong đó:

A là diện tích của khu vực, điểm tham quan dự kiến.

D là diện tích cần thiết để đáp ứng nhu cầu khách đến tham quan (mật độ khách được đáp ứng trên một m²).

Rf là số lượng khách tham quan tối đa cho 01 ngày (được tính bằng thời gian được phép lưu lại ($Rf = T_{cp}/T_{tq}$ trong đó T_{cp} là thời gian cho phép tham quan, T_{tq} là thời gian khách lưu lại tham quan).

(1) Sức chứa thực tế (RCC -Real carrying capacity):

Sức chứa thực tế được xác định:

$$RCC = PCC \times (Cf_1 \times Cf_2 \times Cf_3 \times \dots \times Cf_n)$$

Trong đó: Cf là hệ số điều chỉnh, bị tác động bởi yếu tố như lượng mưa, gió mùa.

(2) Hiệu quả sức chứa thực tế (ERCC-Effective Real Carrying Capacity) là số lượng khách và thời gian tham quan tối đa phù hợp với điều kiện khu vực cho phép, đủ khả năng kiểm soát tình hình khu vực của các nhà quản lý và thoả mãn động cơ, mục đích và nhu cầu đi tham quan của khách du lịch.

Công thức được tính như sau:

$$ERCC = PCC - Cf_1 - Cf_2 - Cf_3 - \dots - Cf_n$$

Trong đó: Cf_i (Corrective factor) là lượng du khách tối đa được chấp nhận bởi các điều kiện và khả năng quản lý của địa phương mà không gây ảnh hưởng đến nhu cầu của khách tham quan.

Hệ số giới hạn C_{fi} thường căn cứ vào các yếu tố nhạy cảm của các tài nguyên tại khu vực điểm tham quan như vấn đề môi trường, giới hạn thời tiết, giới hạn về hạ tầng, giới hạn về quản lý, mức độ chịu đựng của hệ sinh thái, các yếu tố nhạy cảm về kinh tế hay là các yếu tố xã hội con người cuộc sống phong tục tập quán, nhận thức tại khu vực.

Hệ số giới hạn được tính:

$$C_{fi} = \frac{M1}{Mt}$$

Trong đó:

$M1$: Giới hạn độ lớn của biển.

Mt : Tổng độ lớn của biển.

Fred Lawson và Manuel Baud – Bovy (2020) đánh giá sức chứa theo số lượng du khách và chia ra 2 thời gian khác nhau:

(1) Sức chứa thường xuyên (C_{pi} - Carrying Capacity Instandaneous): thường được tính theo công thức của Fred Lawson và Manuel Baud - Bovy như sau:

$$C_{pi} = S/a$$

Trong đó:

C_{pi} : Sức chứa thường xuyên (hay Sức chứa tức thời), đơn vị tính: người khách.

S : Diện tích khu vực du lịch được nghiên cứu tính toán. Trong đó lưu ý với toàn khu du lịch là tổng diện tích không gian các khu vực được xác định để tính toán; với từng điểm tham quan trong khu du lịch là giới hạn không gian cụ thể cho từng điểm hay khu vực tham quan, đơn vị tính: m^2 , ha, km^2 .

a : Tiêu chuẩn về không gian (diện tích) trung bình cho mỗi khách du lịch, đơn vị tính: $m^2/người$. Chỉ tiêu này phụ thuộc vào từng loại hình hoạt động du lịch.

(2) Sức chứa hàng ngày (C_{pd} - Daily Capacity): được tính theo công thức:

$$Cpd = C_{pi} \times Rf$$

Trong đó:

Cpd: Sức chứa hàng ngày

C_{pi}: Sức chứa thường xuyên

Rf: Số lần sử dụng dịch vụ trong ngày của một khách du lịch (còn gọi là hệ số luân chuyển hay hệ số quay vòng). Chỉ số Rf được tính theo công thức:

$$Rf = \frac{\text{Thời gian khu vực mở cửa cho khách sử dụng dịch vụ}}{\text{Thời gian trung bình của một lần sử dụng dịch vụ}}$$

Như vậy, sức chứa hàng ngày của khu/điểm du lịch được tính theo công thức:

$$Cpd = \frac{S \times Rf}{a}$$

- Sức chứa hằng năm (C_{py} – Year Capacity):

$$C_{py} = \frac{Cpd}{k} = \frac{S \times Rf}{a \times k}$$

Trong đó:

C_{py} (Year Capacity): Sức chứa hằng năm

Cpd: Sức chứa hàng ngày

k: Tỷ lệ số khách trung bình trong ngày/số khách của năm

(3) Sức chứa tự nhiên (PCC): được tính toán thông qua diện tích không gian phục vụ khách du lịch và diện tích cần thiết để đáp ứng nhu cầu khách tham quan của mỗi khách du lịch.

$$PCC = \frac{A}{D} \times Rf$$

Trong đó:

A: Diện tích không gian phục vụ du khách

D: Diện tích cần thiết để đáp ứng nhu cầu khách đến tham quan hay nói cách khác là mật độ khách được đáp ứng trên diện tích m²

Rf (Rotation factor): Số lượng khách tham quan tối đa cho 01 ngày tại điểm tham quan và được tính $Rf = T_{cp}/T_{tq}$ (Trong đó: T_{cp} : Thời gian cho phép tham quan, T_{tq} : Thời gian khách lưu lại điểm tham quan).

S. A. Faiz and R. I. Komalasari, 2020 đã đề nghị công thức tính sức chứa tự nhiên và sức chứa thực tế đối với khu du lịch có nhiều điểm du lịch.

(1) Sức chứa tự nhiên của khu du lịch đó bằng tổng sức chứa tự nhiên của mỗi điểm du lịch trong khu du lịch đó;

(2) Sức chứa thực tế (RCC): được tính toán dựa trên sức chứa tự nhiên và các yếu tố giới hạn.

$$RCC = PCC \times [(100 - Cf_1)/100] \times (100 - Cf_2)/100 \times \dots \times (100 - Cf_n)/100]$$

Trong đó:

RCC: sức chứa thực tế

PCC: sức chứa tự nhiên

Cf_i : các hệ số giới hạn, được tính theo công thức $Cf_i = M_i/M_t$ (M_i là giá trị giới hạn của yếu tố tác động thứ i , M_i thể hiện số lượt khách du lịch tối đa của yếu tố tác động i ; M_t là tổng các giá trị giới hạn cho một điểm khu vực mà khách du lịch đến tham quan).

Santos P.L.A, Brilha, 2023 đã đề xuất công thức tính sức chứa số lượng khách tối mà khu du lịch có thể chứa:

$$LNU = \frac{LACV}{AI}$$

Trong đó:

LNU: Là số lượng du khách tối đa mà khu vực du lịch có thể chứa.

LACV: Sự thay đổi tối đa có thể chấp nhận được.

AI: Tác động trung bình gây ra bởi một khách du lịch

Giá trị LACV được tính toán dựa theo công thức sau:

$$LACV = LAC - NEC$$

Trong đó:

LAC: Thay đổi tối đa có thể chấp nhận được đối với một chỉ số, được xác định theo các tiêu chuẩn được thiết lập trước.

NEC: Sự thay đổi tự nhiên được dự báo do các quá trình tự nhiên và không có tác động của con người

Dữ liệu về AI có thể được tính toán từ dữ liệu giám sát:

$$AI = \frac{IC - NIC}{NV}$$

Trong đó:

IC: thay đổi chỉ số được quan sát

NIC: thay đổi chỉ số tự nhiên

NV: số lượng khách du lịch trong thời gian quan sát
[29,36,37,38,40,50]

2.2.2. Các nghiên cứu về sức chứa tại Việt Nam

Trong luận án tiến sĩ "Phát triển du lịch bền vững Phong Nha - Kẻ Bàng" năm 2007 tại Đại học Kinh tế quốc dân Hà Nội, Trần Tiến Dũng đã đi sâu vào việc nghiên cứu khái niệm về sức chứa và vai trò của nó trong phát triển du lịch bền vững. Tác giả giải thích rằng sức chứa đóng vai trò quan trọng trong việc phát triển du lịch bền vững, vì nó chỉ ra mức độ tác động của du khách lên môi trường và cộng đồng địa phương, cũng như khả năng của các tài nguyên du lịch đáp ứng nhu cầu của du khách. [5]

Sức chứa có thể được xác định dựa trên nhiều tiêu chí khác nhau như sinh thái, xã hội, kinh tế, hạ tầng và quản lý. Mỗi tiêu chí sẽ mang lại một giá trị sức chứa riêng biệt, và sức chứa cuối cùng sẽ là kết quả của việc cân nhắc giữa các tiêu chí này. Hơn nữa, sức chứa cần được xem xét và điều chỉnh theo từng trường hợp cụ thể, phụ thuộc vào loại hình du lịch, mùa du lịch, thời gian lưu trú, hành vi của du khách và nhiều yếu tố khác.

Trần Tiến Dũng cũng khẳng định rằng sức chứa là một công cụ hữu ích trong việc quy hoạch và quản lý du lịch bền vững. Việc xác định mục tiêu và chiến lược phát triển du lịch phù hợp với điều kiện cụ thể của mỗi khu vực du lịch có thể giúp tối ưu hóa lợi ích của du lịch và giảm thiểu tác

động tiêu cực. Sức chứa cũng giúp đánh giá hiệu quả và tác động của các hoạt động du lịch, cũng như đề xuất các biện pháp khắc phục và cải thiện khi cần.

Trong nghiên cứu Đề tài cấp Đại học quốc gia Hà Nội “Đánh giá sức chứa tối hạn của hệ sinh thái môi trường Tự nhiên - Xã hội khu di sản thiên nhiên thế giới Phong Nha - Kẻ Bàng tỉnh Quảng Bình, đề xuất mô hình phát triển bền vững kinh tế du lịch” (2007), Trần Nghi và cộng sự đã định nghĩa sức chứa du lịch là "số lượng du khách tối đa có thể đến tham quan một điểm du lịch cùng một lúc, mà không gây ra sự phá hủy môi trường, kinh tế, xã hội - văn hóa và giảm chất lượng sự hài lòng của khách du lịch một cách không chấp nhận được". Họ cũng đề xuất một phương pháp để đánh giá sức chứa du lịch cho Vườn Quốc gia Phong Nha - Kẻ Bàng và Thành phố Đồng Hới, tỉnh Quảng Bình, Việt Nam, dựa trên bốn yếu tố: vật lý - sinh thái, xã hội - dân số, chính trị - kinh tế và tâm lý. [11,46,47,48]

Năm 2012, Nguyễn Văn Hoàng đã thực hiện nghiên cứu Đánh giá sức chứa trong hoạt động du lịch – sự cần thiết cho quy hoạch và quản lý phát triển du lịch biển. Trong bối cảnh của Việt Nam, tài liệu chỉ ra rằng mặc dù đánh giá sức chứa du lịch ven biển đã được nghiên cứu rộng rãi trên toàn cầu, nhưng vẫn có hạn chế về nghiên cứu trên chủ đề này tại Việt Nam. Tác giả đề xuất một mô hình khái niệm để hiểu các mối quan hệ không gian giữa hệ thống du lịch, môi trường ven biển và sức chứa du lịch ở các khu vực ven biển Việt Nam. [7]

Tài liệu cũng cung cấp ví dụ về các tiêu chuẩn cụ thể có thể được sử dụng để đánh giá sức chứa về mặt vật lý, xã hội và môi trường của các khu vực du lịch ven biển ở Việt Nam, chẳng hạn như yêu cầu về diện tích cho mỗi du khách, tiêu chuẩn chất lượng nước và khả năng hạ tầng.

Một trường hợp nghiên cứu về đánh giá sức tải cho đảo Hòn Mùn trong vịnh Nha Trang cũng được trình bày, minh họa việc áp dụng các

công thức của Boullón và Ceballos-Lascuráin để tính toán sức tải tiềm năng và sức tải thực cho các hoạt động lặn biển và bơi lội. Kết quả cho thấy cần phải xem xét các yếu tố môi trường khác nhau có thể ảnh hưởng đến sức tải thực của một điểm đến du lịch. Tài liệu nhấn mạnh tầm quan trọng của việc đánh giá sức tải đối với quy hoạch và quản lý du lịch ven biển ở Việt Nam. Mặc dù đã có một số tiến bộ, tác giả lưu ý rằng cần có thêm nghiên cứu để phát triển các phương pháp và tiêu chuẩn đánh giá toàn diện và phù hợp với bối cảnh cụ thể của các khu vực du lịch ven biển đa dạng ở Việt Nam.

Trương Sỹ Vinh (2020), qua bài nghiên cứu "Tính toán sức chứa môi trường du lịch của Vườn Quốc gia Cúc Phương", đã khám phá chiều sâu vấn đề sức chứa du lịch tại Vườn Quốc gia Cúc Phương. Định nghĩa của sức chứa trong du lịch, theo tác giả, là số lượng du khách tối đa có thể đến thăm một điểm du lịch mà không gây ra sự phá hủy môi trường hoặc giảm chất lượng trải nghiệm của khách du lịch. [20]

Trương Sỹ Vinh đã áp dụng phương pháp tính toán sức chứa dựa trên ba yếu tố chính: vật lý-sinh thái, xã hội-văn hóa và hạ tầng. Phần vật lý-sinh thái đề cập đến tác động của du khách lên môi trường tự nhiên và nguồn tài nguyên; phần xã hội-văn hóa liên quan đến ảnh hưởng của du lịch đến cộng đồng địa phương và văn hóa của họ; và hạ tầng đề cập đến các cơ sở vật chất như đường đi, chỗ ở, và tiện ích khác.

Tác giả nhấn mạnh rằng sức chứa không chỉ là một giá trị cố định mà còn phụ thuộc vào nhiều yếu tố khác nhau như loại hình du lịch, mùa, thời gian lưu trú và hành vi của du khách. Để đạt được phát triển du lịch bền vững, việc xác định và quản lý sức chịu tải là cần thiết. Thông qua bài nghiên cứu này, Trương Sỹ Vinh đã góp phần quan trọng vào việc nâng cao nhận thức và hiểu biết về vấn đề sức chứa trong du lịch tại Việt Nam, đặc biệt là tại các vùng di sản tự nhiên quý giá như Vườn Quốc gia Cúc Phương.

Dương Thị Thủy và cộng sự đã thực hiện nghiên cứu Đánh giá sức chứa du lịch các bãi biển ở thành phố Đồng Hới tỉnh Quảng Bình (2022) của ba bãi biển chính tại thành phố Đồng Hới, tỉnh Quảng Bình, Việt Nam. Sức chứa du lịch được đánh giá thông qua ba chỉ số: sức chứa vật lý (physical carrying capacity - PCC), sức chứa thực tế (real carrying capacity - RCC) và sức chứa hiệu quả (effective carrying capacity - ECC). [3]

Nghiên cứu này áp dụng phương pháp của Cifuentes (1992) và Ceballos-Lascurain (1996) để tính toán ba chỉ số sức chứa du lịch cho ba bãi biển Nhật Lệ, Bảo Ninh và Quang Phú tại thành phố Đồng Hới. sức chứa du lịch hiệu quả cao nhất tại bãi Nhật Lệ với 24.399 lượt khách/ngày, tiếp sau là 5.337 lượt khách/ngày cho bãi Quang Phú và bãi Bảo Ninh đạt 4.371 lượt khách/ngày. Nếu tính cho tổng thể ba bãi thì PCC đạt 165.200 lượt khách/ngày, RCC là 56.032 lượt khách/ngày và ECC đạt 34.107 lượt khách/ngày. Thực trạng du lịch biển Đồng Hới cho thấy số lượng du khách tắm biển mùa cao điểm từ tháng 4 đến tháng 7 đều nằm trong ngưỡng sức chứa thực tế. Nghiên cứu này cũng phân tích các yếu tố ảnh hưởng đến các chỉ số này như điều kiện thời tiết, chất lượng bãi biển và năng lực quản lý du lịch của địa phương.

Sức chứa du lịch đã trở thành một khái niệm và một đối tượng trọng tâm trong ngành du lịch, với các tiếp cận đa chiều từ vật lý, sinh thái, đến xã hội và tâm lý. Việc xác định và quản lý TCC đòi hỏi sự hiểu biết sâu rộng về các tác động môi trường, chất lượng trải nghiệm du khách và ảnh hưởng đến cộng đồng địa phương. Đồng thời, những nghiên cứu cũng đã chỉ ra rằng TCC không phải là một giá trị cố định mà phải được xem xét và điều chỉnh theo từng trường hợp cụ thể.

2.2.3. *Đánh giá những kết quả công trình đã công bố trên thế giới và ở Việt Nam*

** Ưu điểm:*

- Các tác giả đều tập trung đánh giá “sức chứa” du lịch (Carrying Capacity) là một tiêu chí quan trọng đối với công tác công tác phát triển kinh tế du lịch.

- Các tác giả đã đề xuất các công thức để tính toán 2 tham số đánh giá “sức chứa” của môi trường du lịch: (Cifuentes (1992); Ceballos-Lascurain (1996); (S. A. Faiz and R. I. Komalasari, 2020); Santos P.L.A, Brilha (2023)):

+ “Sức chứa” vật lý (PCC – Physical Carrying Capacity) là giới hạn tối đa cho phép về số lượng khách đến tham quan du lịch tại một khu du lịch mà không làm suy thoái môi trường du lịch. Giá trị này tính toán mang tính chất lý thuyết.

+ “Sức chứa” thực (Real Carrying Capacity) của môi trường du lịch. Giá trị này đã được điều chỉnh qua khảo sát thực tế lượng du khách đến tham quan trong khu du lịch.

** Những ý kiến trao đổi:*

- Những công trình nghiên cứu về “sức chứa” trên thế giới đã tiếp cận theo quan điểm đánh giá “sức chứa vật lý” (Physical Carrying Capacity) và “sức chứa thực” (Real carrying capacity) một lượng khách cụ thể biến động theo thời gian trong một môi trường du lịch. Cách tiếp cận này khác với cách tiếp cận của nội dung luận án là đánh giá “sức chịu tải” riêng lẻ các đối tượng môi trường thành viên cấu thành một địa-hệ sinh thái (geo-ecosystem) (Load Capacity-Lc) sau đó sẽ đánh giá sức chịu tải trung bình của toàn bộ địa-hệ sinh thái (Average Load Capacity- Lctb).

- Các tham số LACV và AI được sử dụng để tính toán trong công thức $LNU = \frac{LACV}{AI}$ (Santos P.L.A, Brilha,2023) không được giải thích tường minh về nội hàm và thứ nguyên của chúng nên biểu thức LACV/AI tại sao lại bằng số lượng khách tối đa mà khu du lịch có thể chứa?

- Khi lập công thức tính “sức chứa” số lượng du khách cho mỗi địa-hệ môi trường du lịch nếu chỉ dựa trên các tham số đầu vào là diện tích

khuôn viên của khu du lịch, diện tích cơ sở hạ tầng và dịch vụ (khách sạn, nhà nghỉ), diện tích khu bãi tắm và điều kiện cơ sở vật chất,... thì công thức đó sẽ không sử dụng được vì các lý do sau đây:

- + Tính số lượng du khách từ mật độ du khách (người/m²) cho toàn bộ diện tích khuôn viên của khu du lịch và mật độ ở khách sạn, nhà nghỉ, khu dịch vụ, bãi tắm,... là những phép tính không thể thực hiện được nếu có làm thì số liệu đó cũng không có giá trị gì trong việc tính toán sức chứa môi trường du lịch.

- + Khi tính ra được số lượng du khách tối đa có thể chấp nhận được theo “sức chứa môi trường du lịch” (Carrying Capacity) nhưng số lượng du khách này trong quá trình sống, hoạt động tham quan du lịch đã gây ra hàng loạt những hiện tượng tiêu cực nhưng chỉ dừng lại bài toán đánh giá “sức chứa” là còn rất phiến diện và bỏ sót những tải lượng tiêu cực của tự nhiên và nhân sinh tác động vào môi trường du lịch.

- + Những chỉ số ô nhiễm về môi trường đất, nước, không khí, sự xuống cấp của cơ sở hạ tầng (nhà nghỉ, khách sạn, đường sá giao thông, các phương tiện phục vụ du lịch như tàu thuyền, xe cộ), cảnh quan di sản hang động có được bảo tồn không, có bị các du khách là các nhà khoa học đập phá lấy cắp mang đá về nghiên cứu cổ khí hậu không. Hiện tượng này thường xuyên xảy ra đối với các nhóm nghiên cứu hợp tác giữa Việt Nam với các đối tác nước ngoài khi họ rất cần mẫu nghiên cứu nhưng quy tắc quản lý lại không cho phép. Đối với hệ sinh thái rừng nguyên sinh bị lâm tặc khai thác gỗ quý và hiện tượng săn bắt các động vật quý hiếm nằm trong sách đỏ của thế giới có nguy cơ diệt chủng là thường xuyên xảy ra. Các đoàn du lịch picnic tham quan sinh thái rừng già nguyên sinh thường gây nên hiện tượng xuống cấp.

- + Về mặt toán học, điều kiện đặt bài toán và các thuật toán xây dựng, các tham số của công thức trừu tượng mang tính chất định tính, không chặt chẽ và không thể quan trắc xác định định lượng được. Vì vậy,

công thức này không có giá trị thực tiễn nên không thể áp dụng được đối với khu du lịch di sản Phong Nha-Kẻ Bàng.

+ Các công thức tính toán “sức chứa” (Cifuentes, 1992; Ceballos-Lascurain, 1996) được xây dựng cũng không theo nguyên lý toán học chặt chẽ và kết quả tính toán không cho ta một tham số biến thiên trong một khoảng hữu hạn nào cả. Vì vậy, công thức tính toán sức “chứa vật lý” (physical carrying capacity) vẫn mang tính chất ước lệ, các đại lượng đầu vào là không chính xác vì không phải là các giá trị quan trắc.

+ Trần Nghi (2022) đã nghiên cứu và xây dựng 2 công thức tính toán sức chịu tải của môi trường:

(1) Công thức tính toán sức chịu tải (Load Capacity) cho các đối tượng môi trường thành viên cấu thành một địa-hệ sinh thái (geo-ecosystem):

$$LC_i = 1 - \frac{A}{B}; \quad (1)$$

(2) Công thức tính toán sức chịu tải trung bình của toàn bộ một địa-hệ sinh thái:

$$LC_{tb} = \frac{1}{n} (LC_1 + LC_2 + \dots LC_n)$$

Từ 2 công thức tổng quát trên, nghiên cứu sinh đã áp dụng thành công cho môi trường du lịch Phong Nha-Kẻ Bàng trong 10 năm (2013-2023). Kết quả nghiên cứu đó đã được nghiên cứu sinh trình bày ở Hội nghị quốc tế năm 2023 và được đăng tải trong Proceeding của Hội nghị [32,33]. Công thức này sẽ được biện luận chi tiết trong chương 3.

2.3. Phương pháp nghiên cứu

2.3.1. Hướng tiếp cận

- *Tiếp cận hệ thống* khi đánh giá sức chịu tải môi trường du lịch (TCC) cho phép người nghiên cứu nhìn nhận một địa điểm du lịch như một hệ thống phức tạp, gồm nhiều yếu tố và thành phần tương tác với nhau. Không chỉ là số lượng du khách mà còn là cơ sở hạ tầng, môi trường tự nhiên, cộng đồng địa phương, và các nguồn lực văn hóa.

Trong mỗi hệ thống, các yếu tố này không chỉ tồn tại độc lập mà còn liên quan và ảnh hưởng lẫn nhau.

Chẳng hạn, việc tăng cường cơ sở hạ tầng du lịch như xây dựng thêm khách sạn hoặc nhà hàng có thể thu hút thêm du khách, nhưng cũng có thể gây áp lực lên môi trường tự nhiên hoặc thay đổi bản sắc văn hóa của cộng đồng địa phương. Một sự thay đổi nhỏ, như việc mở một điểm du lịch mới, có thể kéo theo sự biến đổi của toàn bộ hệ thống du lịch của một khu vực. Nhờ tiếp cận này, các nhà quản lý và người nghiên cứu có thể hiểu rõ hơn về cách các yếu tố khác nhau tương tác và ảnh hưởng lẫn nhau trong hệ thống TCC. Điều này giúp họ đưa ra các quyết định và chiến lược phát triển du lịch một cách toàn diện, đồng thời cân nhắc đến việc giữ gìn và bảo vệ các giá trị văn hóa, môi trường và xã hội của địa điểm du lịch. Như vậy, qua tiếp cận hệ thống, việc đánh giá trở nên toàn diện và sâu rộng hơn, giúp đảm bảo sự phát triển bền vững cho ngành du lịch.

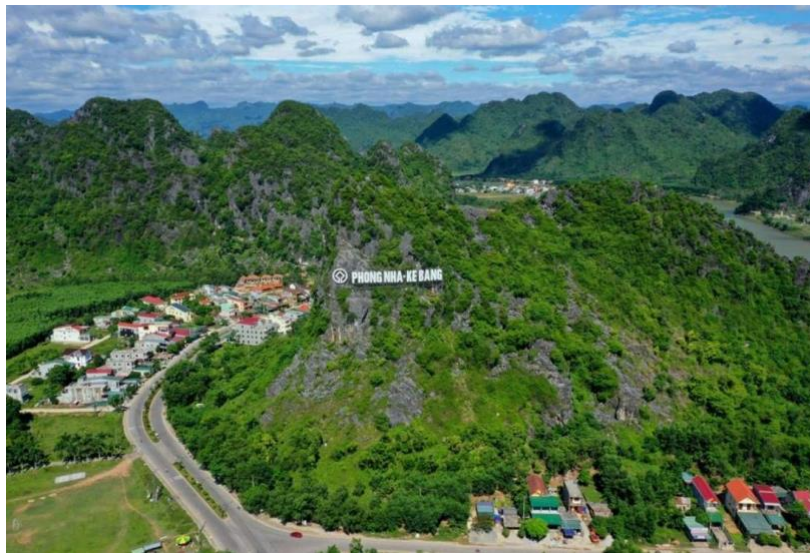
- Tiếp cận nhân quả

Theo cách tiếp cận nhân quả, TCC tập trung vào việc xác định và phân tích các cặp có quan hệ nhân quả như: (1) Cặp số lượng du khách tăng và sức chịu tải của môi trường du lịch giảm theo quy luật nghịch biến. Trong đó số lượng du khách là nguyên nhân còn sức chịu tải môi trường du lịch giảm là kết quả; (2) Cặp số lượng du khách tăng và giá trị lãi ròng thu được tăng (NPV) theo quy luật đồng biến; (3) Cặp số lượng khách du lịch tăng sẽ làm giảm sức chịu tải của môi trường khách sạn nhà nghỉ, giao thông và dịch vụ du lịch.

- Tiếp cận địa - hệ sinh thái (Geo-ecosystem)

Trên bề mặt vỏ Trái đất đang được cấu thành bởi các địa-hệ sinh thái. Vậy địa hệ sinh thái là gì? Địa- hệ sinh thái là một đơn vị lãnh thổ (đất liền hoặc biển) có những thuộc tính riêng khác với đơn vị bên cạnh. Mỗi một địa-hệ sinh thái gồm 2 yếu tố hợp thành có quan hệ nhân -quả với nhau đó là nền địa chất (geology) và hệ sinh thái (thực vật và động vật)

(ecosystem). Mỗi một nền địa chất sẽ có một hệ sinh thái đặc trưng cho nó. Ví dụ: địa- hệ sinh thái rừng ngập mặn đầm lầy ven biển có nền địa chất là *tướng bùn đầm lầy ven biển* và hệ sinh thái là *rừng ngập mặn*; địa hệ sinh thái rừng kín thường xanh trên núi đá vôi có nền địa chất là núi đá vôi còn hệ sinh thái là rừng kín thường xanh và động vật linh trưởng; địa-hệ sinh thái cây xương rồng và cây bụi gai trên cồn cát có nền địa chất là phức hệ tướng cát cồn cát ven biển và hệ sinh thái là cây xương rồng, cây bụi có gai và tắc kè đào hang trong cát.



Hình 2.1. Địa-hệ sinh thái (geo-ecosystem) khu di sản thiên nhiên thế giới Vườn Quốc gia Phong Nha-Kẻ Bàng

Khu di sản Vườn Quốc Gia Phong Nha-Kẻ Bàng là một quần thể liên kết nhiều đơn vị địa-hệ sinh thái lại với nhau gọi là “Vườn Quốc Gia Phong Nha-Kẻ Bàng” trong đó bao gồm một loạt các địa hệ sinh thái như sau: (1) Đá vôi thấp xen núi đất phát triển hệ sinh thái rừng nguyên sinh và các loài thú dữ sinh sống như hổ, báo và gấu; (2) Núi đá vôi phát triển hệ sinh thái rừng kín thường xanh và các loài linh trưởng sinh sống; (3) Núi đất (núi lục nguyên) phát triển rừng kín thường xanh có chim và động vật lưỡng cư sinh sống; (4) Đá vôi hang động thường có 2 loại: đá vôi silic pha sét cấu tạo phân lớp tuổi Devon phát triển hệ sinh thái thạch nhũ vàng

đỏ (động Thiên Đường, Sơn Đoòng) và đá vôi dạng khối tuổi Carbon-Permi có sông chạy theo hang phát triển hệ sinh thái thạch nhũ trắng tuyết tinh khiết (hang Phong Nha). [10,11,15]

- Tiếp cận liên ngành

Nghiên cứu sức chịu tải môi trường du lịch bền vững khu di sản Thiên nhiên Thế giới là dựa trên nhiều kiến thức chuyên ngành khác nhau: địa chất trầm tích, địa hình - địa mạo, thổ nhưỡng, thủy văn, khí hậu, lâm nghiệp, môi trường, kinh tế-xã hội, giao thông, xây dựng, du lịch và toán ứng dụng.

Những lĩnh vực khoa học này thực chất là sự phân công cho các nhà khoa học đang biên chế hành chính ở các cơ quan khác nhau hoặc các bộ môn khác nhau trong cùng một cơ quan để nghiên cứu các “mảnh ghép” của lịch sử phát triển vỏ Trái Đất.



Hình 2.2: Mối quan hệ giữa nghiên cứu sức chịu tải với các chuyên ngành khoa học khác nhau (Lê Nam, Trần Nghi, 2024)

Trong công tác quản lý và phát triển du lịch bền vững của khu di sản Thiên nhiên Thế giới Vườn Quốc gia Phong Nha- Kẻ Bàng đã xuất hiện 3 vấn đề như 3 luận cứ khoa học cho mô hình quản lý du lịch bền vững: (1) Số lượng du khách (Gt); (2) Lợi nhuận lãi ròng (NPV) và (3) Sức chịu tải của môi trường du lịch (L_{ctb}).

Ba đại lượng đó thường xuyên biến động, tương tác lẫn nhau theo quy luật nhân - quả: số lượng du khách (G) là nguyên nhân làm tăng lợi nhuận lãi ròng (NPV) nhưng lại là nguyên nhân làm giảm sức chịu tải của môi trường du lịch (Lc). Quá trình đó tất yếu sẽ tạo nên sự mâu thuẫn và xung đột giữa yêu cầu khai thác phát triển kinh tế du lịch ngày một tăng và sức chịu tải thì ngày một giảm.

Nhiệm vụ của nhà quản lý du lịch bền vững của khu di sản Thiên nhiên Thế giới Vườn Quốc gia Phong Nha-Kẻ Bàng là phải thường xuyên giải bài toán điều chỉnh 3 đại lượng sao cho:

- NPV luôn luôn lớn hơn 0 ($NPV \gg 0$);
- Lc luôn luôn lớn hơn 0 ($Lc \gg 0$);
- G luôn luôn tăng ($G \leq G_{max}$).

2.3.2. Quan niệm về “sức chứa” và “sức chịu tải”

2.3.2.1. Quan điểm về “sức chứa” (Carrying capacity) số lượng du khách trong một đơn vị môi trường du lịch

Như ở phần tổng quan, NCS đã phân tích, đánh giá, các công trình nghiên cứu về môi trường du lịch của các tác giả nước ngoài và Việt Nam là theo quan điểm đánh giá “sức chứa” số lượng du khách trong một môi trường du lịch:

- Cifuentes (1992), Ceballos-Lascurain (1996), (S. A. Faiz and R. I. Komalasari, 2020), Santos P.L.A, Brilha (2023) đã thiết lập các công thức tính toán sức chứa vật lý (physical carrying capacity) và sức chứa thực (real carrying capacity) số lượng khách du lịch trong các môi trường du lịch khác nhau.

- Ở Việt Nam: Các tác giả cũng tiếp cận theo quan điểm đó tập trung đánh giá “sức chứa” số lượng khách của môi trường du lịch như: Nguyễn Văn Hoàng (2012) đã đánh giá “sức chứa” số lượng khách trong môi trường du lịch ven biển Việt Nam; Trương Sỹ Vinh (2020) đánh giá “sức chứa khách du lịch” ở môi trường du lịch rừng Cúc Phương và Dương

Thị Thuỷ (2022) đánh giá “sức chứa “số du khách của các bãi tắm ở khu vực Đồng Hới Quảng Bình.

Nhận xét:

- Nghiên cứu về sức chứa số lượng khách trong một đơn vị môi trường du lịch theo các công thức tính toán nói trên là không chính xác và như vậy sẽ không có ý nghĩa gì cho nhiệm vụ quản lý môi trường du lịch bền vững.

- Theo cách tiếp cận này thì khi môi trường du lịch đã bị suy thoái không thể tải thêm được du khách nữa nhưng người quản lý điều hành vẫn không hề có phản ứng gì và cứ tiếp nhận thêm du khách vì không gian du lịch vẫn còn “sức chứa”.

2.3.2.2. Quan niệm “sức chịu tải” (Load Capacity) môi trường du lịch bền vững

Hướng tiếp cận đánh giá sức chịu tải môi trường du lịch bền vững là hướng đi đúng đắn nhằm phục vụ cho mục tiêu phát triển kinh tế du lịch ngày càng mạnh mẽ nhưng bền vững. Đó là tư tưởng và đường lối hướng tới một chân lý đơn giản là lợi nhuận thu được ngày càng cao nhờ số lượng du khách ngày càng tăng nhưng phải biết kiểm soát và điều tiết giảm thiểu các yếu tố tiêu cực và tăng sức chịu tải các đối tượng môi trường du lịch lên giá trị tối đa, không làm suy thoái môi trường du lịch. Muốn vậy, cách tiếp cận phải nghiên cứu sức chịu tải (Load Capacity) của môi trường du lịch của một địa-hệ sinh thái chứ không phải nghiên cứu “sức chứa” số lượng khách du khách (Physical Carrying Capacity) của một điểm du lịch nào đó. Lần đầu tiên luận án này phân tích và chứng minh một cách chặt chẽ nguyên lý đó theo nhận thức triết học biện chứng là “từ trực quan sinh động đến tư duy trừu tượng”. Nghĩa là, trên cơ sở nghiên cứu đánh giá định lượng sức chịu tải của các đối tượng môi trường du lịch cấu thành địa hệ - hệ sinh thái “di sản Thiên nhiên Thế giới Vườn Quốc gia Phong Nha-Kẻ Bàng” xong sẽ đánh giá tổng hợp có tính hệ thống toàn bộ địa-hệ sinh

thái và xây dựng mô hình và giải pháp quản lý môi trường du lịch bền vững. Kết quả nghiên cứu này sẽ coi như một mẫu hình về công tác quản lý du lịch bền vững (case study) để các nhà quản lý du lịch tham khảo có thể nhân rộng ra cho các địa-hệ sinh thái du lịch khác của Việt Nam.

Hiện nay nhiều tác giả đang nhầm lẫn giữa khái niệm sức chứa và sức chịu tải. Nội dung các công trình nghiên cứu thì là “sức chứa” môi trường du lịch (Carrying Capacity) nhưng trong lời văn lại viết không nhất quán, lúc thì “sức chịu tải” lúc thì “sức chứa”. Điều đó chứng tỏ bản chất sức chứa và sức chịu tải cũng thật khó phân biệt nên khái niệm và kết quả nghiên cứu các công trình đã công bố vẫn chưa làm sáng tỏ được 2 phạm trù này.

Đây là 2 khái niệm khác nhau và có nội hàm khác nhau có thể lấy một số ví dụ thực tế xảy ra trong hoạt động kinh tế xã hội để phân biệt “sức chứa” với “sức chịu tải” như sau:

- Kịch bản 1: Phân tích sức chịu tải của 1 cầu thang máy nhà chung cư.

Trong một cầu thang máy người ta ghi: Load: 900kg. Như vậy, sức chịu tải tối đa của cầu thang máy là 900kg, ví dụ tương đương với 10 người. Tuy nhiên, sức chứa của cầu thang máy này có thể được 15 người và nặng 1500kg. Như vậy, sức chứa vượt sức chịu tải 500kg. Khi vào 10 người vừa đủ 900kg thì cầu thang máy xuất hiện chữ “full” có nghĩa là báo hiệu sức chịu tải (Load Capacity) của cầu thang đạt tới ngưỡng cho phép tối đa là 900kg rồi. Nếu tiếp tục vào thêm 5 người nữa để đủ sức chứa của nó (Carrying Capacity) nhưng lại quá “sức chịu tải” thì cầu thang máy bị rơi và có thể gây tai nạn cho khách.

- Kịch bản 2: Phân tích sức chịu tải của một con đò chở khách.

Trên mỗi con đò người ta vạch một móm nước ở mạn thuyền. Móm nước đó là khả năng chịu tải tối đa của con đò (giá trị B). Khi khách lên đò (tải lượng tiêu cực A), nếu mực nước sông còn nằm dưới móm nước (B)

tức trọng lượng khách nhỏ hơn sức chịu tải của con đò, lúc đó $L_c = 1 - \frac{A}{B} > 0$ vì $A < B$. Lúc này chuyển đò an toàn.

Nếu người lái đò cho thêm khách lên quá nhiều để mực nước sông vượt quá móm nước của đò thì $A > B$, khi đó $L_c < 0$. Chuyển đò quá tải và sẽ có rủi ro lớn. Khi $L_c \ll 0$ thì có thể con đò chìm ngay tại chỗ.

- Kịch bản 3: Phân tích sức chịu tải của một chiếc xe tải chở hàng.

Một chiếc xe tải có trọng tải là 5 tấn ($B=5$), trên xe xếp đầy những bó nứa (tức hết “khả năng chứa” của xe) nhưng trọng lượng các bó nứa chỉ có 2 tấn ($A=2$). “Sức chịu tải” của xe tải lúc này là:

$$L_c = 1 - \frac{A}{B} = 1 - \frac{2}{5} = 0,6$$

Nhận xét: Sức chứa của xe là bằng 0 (hết khả năng chứa). Sức chịu tải của xe là $L_c = 0,6$. Xe còn dư 3 tấn nữa (0,4) khi đó mới hết khả năng chịu tải của xe ($L_c=0$).

- Kịch bản 4: Đánh giá sức chịu tải bãi tắm ở Sun Spa Resort ở Bảo Ninh Quảng Bình:

Ở đây cần phân biệt 2 khái niệm: sức chứa và sức chịu tải. Nếu đánh giá “Sức chứa” (Carrying Capacity) số lượng du khách của bãi tắm này là xác định số lượng khách tối đa lưu trú hàng năm vào mùa du lịch mà bãi tắm và khách sạn dịch vụ có thể đáp ứng thỏa mãn các yêu cầu của du khách là bao nhiêu người. Nếu chỉ như vậy thì đây không phải là hướng nghiên cứu phát triển du lịch bền vững.

Còn đánh giá “sức chịu tải” (Load Capacity) môi trường du lịch bền vững lại tiếp cận theo một hướng đi hoàn toàn khác. Nghĩa là phải coi toàn bộ khu vực Sun Spa Resort là một địa-hệ sinh thái (geo-ecosystem) và phải đánh giá sức chịu tải của từng đối tượng môi trường cấu thành địa-hệ sinh thái này (L_{ci}). Sau đó, tính giá trị trung bình sức chịu tải của các đối tượng môi trường du lịch nói trên (L_{cb}) theo 2 công thức (Trần Nghi, 2022):

$$L_{ci} = 1 - \frac{A_i}{B_i} \quad (1)$$

$$L_{ctb} = 1 - \frac{1}{n} (Lc1 + \dots Lcn) \quad (2)$$

Trong đó:

Ai- là tải lượng tiêu cực của đối tượng môi trường du lịch i

Bi- là giới hạn TCVM

L_{ctb} - là sức chịu tải trung bình của toàn bộ địa-hệ sinh thái Sun Spa Resort

n – là số đối tượng môi trường.

Đối với khu Sun Spa Resort n=4 và sức chịu tải của 4 đối tượng môi trường sẽ được tính như sau:

- Sức chịu tải của đối tượng môi trường bãi tắm: $L_{C1} = 1 - \frac{A1}{B1}$ gồm:

Môi trường nền cát ($L_{C1}/1$), môi trường nước biển ven bờ ($L_{C1}/2$).

- Đối tượng môi trường cơ sở hạ tầng và dịch vụ: $L_{C2} = 1 - \frac{A2}{B2}$

- Tỷ lệ (%) (A/B) xuống cấp chất lượng bãi tắm do xói lở bờ biển: ($L_{C3} = 1 - \frac{A3}{B3}$).

- Tiêu chuẩn chế độ thủy động lực: Tỷ lệ (%) khiếm khuyết so với bãi tắm lý tưởng (A/B) (0-20m nước): $L_{C4} = 1 - \frac{A4}{B4}$

Sức chịu tải toàn bộ khu Sun Spa Resort:

$$L_{ctb} = \frac{1}{4} (Lc1 + Lc2 + Lc3 + Lc4)$$

Nhận xét:

– Tính sức chịu tải theo công thức $Lc = 1 - \frac{A}{B}$ có một ý nghĩa thực tiễn hết sức quan trọng không chỉ đối với môi trường du lịch mà đối với tất cả các môi trường khác như môi trường ven biển, môi trường làng nghề, môi trường có nguy cơ trượt lở đất miền núi.

– Hiện nay nhiều người vẫn còn nhầm lẫn sức chứa với sức chịu tải, nội hàm thì là sức chứa nhưng tên gọi là sức chịu tải. Vì vậy, luận án này sẽ hoá giải được 2 khái niệm khác nhau này.

2.3.3. Phương pháp nghiên cứu

Để phục vụ cho nội dung của luận án, NCS đã áp dụng các phương pháp nghiên cứu sau đây:

2.3.3.1. Phương pháp khảo sát thực địa bổ sung và lấy mẫu để phân tích chất lượng môi trường

- Phương pháp lấy mẫu đất theo mạng lưới
 - + Mẫu đất tầng mặt: lấy bằng xẻng và cuốc.
 - + Mẫu đất phẫu diện: lấy theo độ sâu phẫu diện và khoan tay.
- Phương pháp lấy mẫu nước mặt theo mạng lưới: Nước đựng vào chai nhựa xong bịt kín bằng parafin.
- Phương pháp lấy nước ngầm theo các lỗ khoan của địa chất thủy văn bằng các dụng cụ tương tự nước mặt.

2.3.3.2. Phương pháp xác định hàm lượng bụi và các chất ô nhiễm của không khí trong khu vực di sản bằng máy chuyên dụng

- Bụi lơ lửng tổng số, bụi PM₁₀: Sử dụng phương pháp lấy mẫu theo TCVN 5067:1995, trong đó máy lấy mẫu không khí sẽ hút qua bộ lọc để thu thập bụi.
- Khí CO: Áp dụng phương pháp HD-TN-CO, sử dụng máy đo CO di động để thu thập và phân tích mẫu nhanh chóng tại chỗ.
- Khí SO₂: Sử dụng phương pháp theo TCVN 5971:1995, áp dụng kỹ thuật hấp thụ bằng dung dịch Bromine.
- Khí NO₂: Theo TCVN 6137:2009, sử dụng kỹ thuật hấp thụ bằng dung dịch Hydroxylamine. [2,4,9]

2.3.3.3. Các phương pháp phân tích trong phòng thí nghiệm:

* *Đối với nước mặt*: Áp dụng TCVN 6663-6:2016 và TCVN 6663-1:2011, trong đó mẫu nước được lấy từ các điểm đại diện, ở độ sâu tối thiểu và sử dụng bình lấy mẫu.

* *Nước dưới đất*: Theo TCVN 6663-11:2011 và TCVN 6663-1:2011, sử dụng ống lấy mẫu nước ngầm để thu thập mẫu từ các tầng độ sâu khác nhau.

- Phân tích hàm lượng NH₄
- Phân tích coliform
- Tổng khoáng hoá
- Hàm lượng các kim loại nặng: Cu, Pb, Zn, Hg, As.

* *Đối với mẫu đất*:

Sử dụng phương pháp theo TCVN 7538-2:2005, lấy mẫu đất từ bề mặt và tại độ sâu khác nhau, dùng dao hoặc xẻng đặc biệt để lấy mẫu [17].

- Phân tích độ pH, hàm lượng chất hữu cơ, hàm lượng các chất ô nhiễm do du khách thải ra.

- Những số liệu này được thu thập từ Ban quản lý Vườn Quốc gia Phong Nha-Kẻ Bàng.

2.3.3.4. *Phương pháp bảo quản và xử lý mẫu*

Bảo quản và xử lý mẫu là giai đoạn quan trọng sau khi lấy mẫu, đảm bảo mẫu giữ nguyên tính chất, không bị ảnh hưởng bởi các yếu tố môi trường, giúp cho kết quả phân tích đạt độ tin cậy cao.

* *Bảo quản mẫu*:

- Mẫu không khí: Cần được đưa về phòng thí nghiệm trong vòng 24 giờ sau khi lấy và phải được bảo quản ở nhiệt độ phòng.

- Mẫu nước: Được bảo quản trong bình kín đáo, tránh ánh sáng và nhiệt độ cao. Mẫu nước cần được bảo quản ở nhiệt độ khoảng 4°C trong tủ lạnh và phải được phân tích trong vòng 48 giờ sau khi lấy.

- Mẫu đất: Sau khi lấy, mẫu đất cần được đặt vào túi nylon kín đáo và bảo quản ở nhiệt độ phòng.

* *Xử lý mẫu*:

- Mẫu không khí: Mẫu được đưa qua bộ lọc để loại bỏ bụi và các chất cơ địa. Dựa vào mục tiêu nghiên cứu, mẫu có thể được xử lý thêm bằng cách hấp thụ bằng dung dịch phù hợp.

- Mẫu nước: Các mẫu nước trước khi phân tích cần được lọc qua giấy lọc để loại bỏ tạp chất. Trong trường hợp cần phân tích các ion kim loại, mẫu nước cần được acid hóa bằng axit nitric.

- Mẫu đất: Mẫu đất cần được sấy khô ở nhiệt độ phòng, sau đó được tách lọc để loại bỏ các tạp chất và hạt đất to. Mẫu sau cùng sẽ được xay nhỏ và sàng qua lưới mịn trước khi phân tích.

2.3.3.5. Phương pháp thu thập và xử lý số liệu quan trắc về môi trường

** Nguồn dữ liệu sử dụng:*

Dữ liệu là nền tảng quan trọng trong việc tiến hành nghiên cứu, đặc biệt khi đánh giá sức chịu tải của một địa hệ-sinh thái như Khu Di Sản Thiên Nhiên Thế Giới Vườn quốc gia Phong Nha-Kẻ Bàng. Đối với nghiên cứu này, tác giả sử dụng nguồn dữ liệu từ hai báo cáo chính:

- *Báo cáo quan trắc môi trường năm 2020 của tỉnh Quảng Bình:* Được thực hiện bởi Trung tâm quan trắc tài nguyên và môi trường tỉnh Quảng Bình, báo cáo này cung cấp các số liệu chi tiết về tình hình môi trường tỉnh Quảng Bình, bao gồm chất lượng không khí, nước, đất và các yếu tố khác [19].

- *Báo cáo quản lý rừng bền vững vườn Quốc gia Phong Nha - Kẻ Bàng giai đoạn 2021 – 2030:* Do Ban Quản lý vườn quốc gia Phong Nha - Kẻ Bàng thực hiện, báo cáo này trình bày chi tiết về tình hình quản lý rừng, cơ cấu loài, tình hình phát triển và biến đổi của rừng trong khu vực này [1].

2.3.3.6. Phương pháp phân tích chi phí lợi ích trong khai thác tài nguyên du lịch

Trên cơ sở áp dụng công thức với t là số năm thực hiện dự án, ta sẽ tính được các giá trị chi phí, lợi ích của từng kịch bản như sau:

- Giá trị hiện tại ròng, NPV (Net Present Value) là giá trị lợi ích ròng qua các năm đã được quy đổi về giá trị tiền tệ của năm cơ sở.

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{(B't - C't)}{(1+r)^t}$$

Trong đó: t biến thiên từ năm 0 đến năm n là số năm tồn tại của dự án; Bt: Giá trị lợi ích mà dự án đem lại ở năm t; Ct: Chi phí tại năm t để dự án hoạt động (bao gồm chi phí sản xuất và các chi phí môi trường, hay nói cách khác là tổng chi phí mà xã hội phải gánh chịu); r: lãi suất chiết khấu cho suốt thời gian hoạt động của dự án.

- Nếu NPV dương thì dự án khả thi bởi vì lãi suất chiết khấu là chi phí cơ hội của dự án, vì vậy, nếu đã khấu trừ chi phí cơ hội mà vẫn có lời thì dự án có lợi tức kinh tế. Nếu NPV < 0 thì không nên thực hiện dự án, vì nó gây ra các chi phí thiệt hại về môi trường và xã hội.

$$B/C = \frac{\sum_{t=0}^n Bt}{\sum_{t=0}^n Ct}$$

- Tỷ suất lợi ích chi phí (B/C) là tỷ lệ so sánh giữa lợi ích thu về và chi phí bỏ ra. Nếu B/C > 1 thì dự án khả thi; nếu B/C càng cao thì dự án càng có tính khả thi. Nếu B/C < 1, dự án không hiệu quả, nên không thực hiện.

2.3.3.7. Phương pháp đánh giá sức chịu tải của một địa-hệ sinh thái

Công thức tổng quát đánh giá sức chịu tải một đối tượng địa-hệ sinh thái do GS. Trần Nghi đề nghị (2022):

$$L_c = 1 - A/B \quad (1)$$

$$L_{c_{tb}} = \frac{1}{n} (L_{c1} + \dots + L_{cn}) \quad (2)$$

Trong đó:

1 là hệ số để chỉ sức chịu tải tối đa của một đối tượng môi trường khi chưa có một yếu tố tiêu cực nào tác động;

A là tải lượng tiêu cực thực tế của một đối tượng môi trường ($A \geq 0$);

B là sức chịu tải tối đa của một đối tượng môi trường;

A và B là cùng thứ nguyên nên A/B là không còn thứ nguyên.

Khi $A < B$ thì $A/B < 1 \rightarrow L_c > 0$: Đối tượng môi trường thành viên còn có khả năng chịu tải;

Khi $A = B$ thì $A/B = 1 \rightarrow L_c = 0$: Đối tượng môi trường bắt đầu mất sức chịu tải, nếu kiểm soát được tải lượng tiêu cực để làm cho $L_c > 0$ thì môi trường sẽ phục hồi.

Khi $A > B$ thì $A/B > 1 \rightarrow L_c < 0$: Tải lượng tiêu cực vượt quá sức chịu tải của đối tượng môi trường lúc đó môi trường mất khả năng phục hồi. Như vậy, giá trị L_c có thể dương, bằng 0 và âm ($L_c > 0$, $L_c = 0$, $L_c < 0$).

$L_{c_{tb}}$ là giá trị trung bình cộng của n L_c .

$L_{c_{tb}}$ là sức chịu tải tổng hoà của của toàn bộ địa-hệ sinh thái. $L_{c_{tb}}$ báo hiệu 3 mức sức chịu tải khác nhau:

- Mức cao: $L_{c_{tb}} = 1,0 - 0,75$
- Mức trung bình: $L_{c_{tb}} = 0,75 - 0,5$
- Mức yếu: $L_{c_{tb}} = 0,5 - 0,1$
- Không có khả năng chịu tải: $L_{c_{tb}} < 0,1$

2.4. Tiểu kết chương 2

Chương 2 đã cung cấp một cái nhìn toàn diện về phương pháp luận và phương pháp nghiên cứu được sử dụng trong việc đánh giá sức chịu tải môi trường du lịch của Vườn Quốc gia Phong Nha-Kẻ Bàng. Đầu tiên, phương pháp luận được giới thiệu bao gồm tiếp cận hệ thống, tiếp cận nhân quả, tiếp cận lịch sử, tiếp cận địa-hệ sinh thái và tiếp cận liên ngành. Mỗi tiếp cận có những tư duy nhận thức riêng nhưng đều có liên quan biện chứng với nhau hướng về một mục tiêu chung là đánh giá sức chịu tải môi trường du lịch Phong Nha-Kẻ Bàng theo hướng phát triển bền vững.

Tiếp theo phần cơ sở lý luận các phương pháp nghiên cứu được trình bày một cách chi tiết, từ phương pháp khảo sát, lấy mẫu để phân tích các chỉ tiêu về môi trường đất, môi trường nước và không khí ngoài thực

địa đến giới thiệu ngắn gọn phương pháp phân tích chi phí lợi ích và phương pháp đánh giá sức chịu tải của môi trường du lịch.

Nhìn lại, việc hiểu rõ và chọn lựa phương pháp nghiên cứu phù hợp là cơ sở quan trọng để đảm bảo tính chính xác và tin cậy của kết quả nghiên cứu, đặc biệt trong lĩnh vực du lịch bền vững và đánh giá sức chịu tải của một khu vực du lịch quan trọng như Phong Nha-Kẻ Bàng.

Những công trình nghiên cứu của các tác giả nước ngoài và trong nước được gọi là sức chịu tải nhưng nội hàm của nó là “sức chứa” du lịch. Như vậy kết quả nghiên cứu về sức chứa số lượng du khách nay không giúp gì cho quản lý du lịch bền vững.

Sức chịu tải du lịch (Load Capacity) đúng nghĩa của nó lần đầu tiên được nghiên cứu sinh áp dụng một cách thành công công thức tổng quát của GS. Trần Nghi vào môi trường du lịch cụ thể khu di sản Thiên nhiên Thế giới vườn Quốc gia Phong Nha -Kẻ Bàng.

CHƯƠNG 3. ĐÁNH GIÁ SỨC CHỊU TẢI CỦA MÔI TRƯỜNG DU LỊCH KHU DI SẢN VƯỜN QUỐC GIA PHONG NHA – KẼ BÀNG

3.1. Phân loại các đối tượng môi trường du lịch khu vực di sản Phong Nha – Kẻ Bàng

3.1.1. Định nghĩa

Sức chịu tải của môi trường du lịch (Load Capacity) khu di sản Thiên nhiên Thế giới Phong Nha-Kẻ Bàng là trung bình cộng sức chịu tải của các đối tượng môi trường du lịch cấu thành toàn bộ địa-hệ sinh thái.

Như trên đã phân tích, cách tiếp cận về đánh giá sức chịu tải môi trường du lịch của luận án này không phải là tính toán “sức chứa” (Carrying Capacity) số lượng du khách đối với một môi trường du lịch mà là đánh giá sức chịu tải (Load Capacity) của các đối tượng môi trường riêng lẻ cấu thành toàn bộ địa-hệ sinh thái của khu di sản Thiên Nhiên Thế giới Vườn Quốc gia Phong Nha – Kẻ Bàng khi có một tải lượng tiêu cực tác động vào các đối tượng môi trường.

Luận án đã phát triển và áp dụng 2 công thức của GS. Trần Nghi (2022) vào điều kiện cụ thể của môi trường du lịch Phong Nha-Kẻ Bàng. Cụ thể là nếu đánh giá “sức chứa” (Carrying Capacity) thì sẽ không liên quan đến sức chịu tải môi trường du lịch bền vững. Khi nghiên cứu sức chứa của môi trường du lịch là theo một lối rẽ khác trong quan điểm nhận thức và kết quả nghiên cứu đạt được cũng khác với nghiên cứu sức chịu tải môi trường du lịch bền vững. Nội hàm của luận án này là dựa trên tính toán các tải lượng tiêu cực gây hại đối với các đối tượng môi trường du lịch khác nhau, sau đó sẽ tính sức chịu tải cho từng đối tượng và cuối cùng là tính toán sức chịu tải trung bình của toàn bộ địa-hệ sinh thái. [27,28,29,32,33,39,41,42,49]

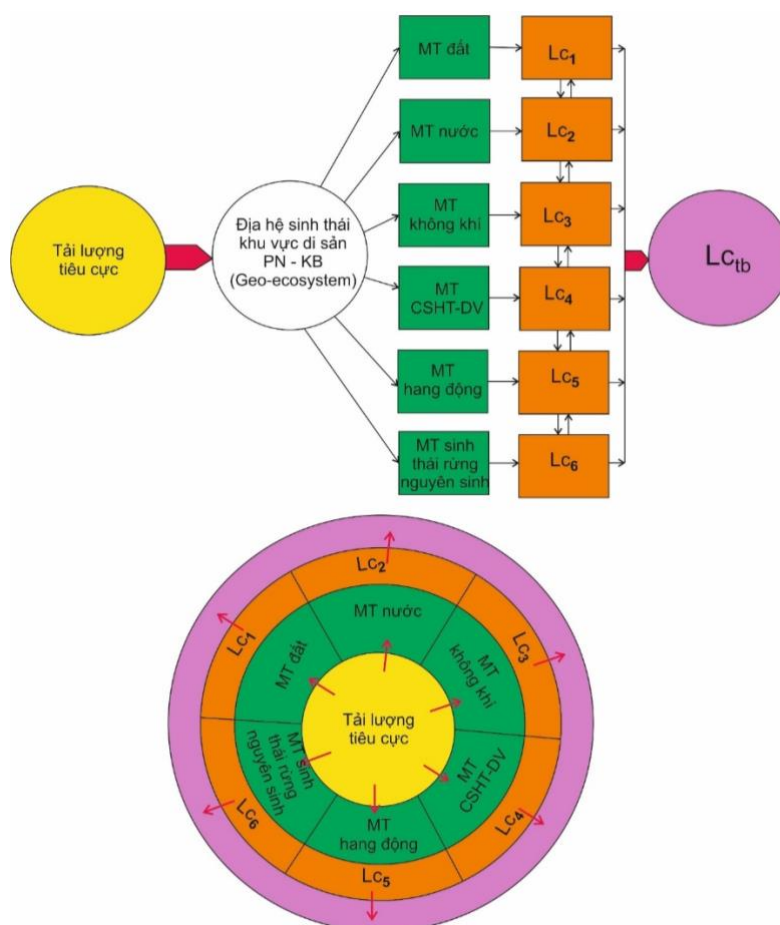
3.2.2. Phân loại các đối tượng môi trường du lịch của địa-hệ sinh thái di sản Thiên nhiên Thế giới Vườn Quốc gia Phong Nha-Kẻ Bàng

** Nguyên tắc phân loại*

Nguyên tắc phân loại các đối tượng môi trường du lịch là dựa trên các thuộc tính riêng biệt đóng vai trò là những bộ phận cấu thành toàn bộ địa-hệ sinh thái du lịch và có mối quan hệ chặt chẽ với nhau, cùng hướng tới một sứ mệnh chung là phục vụ du lịch bền vững.

Từ nguyên tắc đó có thể phân thành 6 đối tượng môi trường du lịch cấu thành địa-hệ sinh thái khu di sản Phong Nha-Kẻ Bàng như sau:

- Đối tượng môi trường đất
- Đối tượng môi trường nước mặt và nước dưới đất
- Đối tượng môi trường không khí
- Đối tượng môi trường cơ sở hạ tầng và dịch vụ
- Đối tượng môi trường hang động
- Đối tượng môi trường sinh thái rừng nguyên sinh (hình 3.1).



Hình 3.1. Sơ đồ biểu diễn mối quan hệ nhân-quả giữa tải lượng tiêu cực với các đối tượng môi trường du lịch (Lê Nam, Trần Nghi, 2024)

Chú thích sơ đồ hình tròn đồng tâm:

(1) Tải lượng tiêu cực (tức đại lượng A): được biểu diễn bằng hình tròn màu vàng nằm giữa;

(2) 6 đối tượng môi trường du lịch: (hình vành khuyên - màu xanh lá cây);

(3) Vành khuyên màu da cam: là sức chịu tải của 6 đối tượng môi trường du lịch (L_{c1} , L_{c2} , L_{c3} , L_{c4} , L_{c5} , L_{c6}).

(4) Vành khuyên màu tím ngoài cùng: Là giá trị trung bình sức chịu tải của 6 đối tượng môi trường du lịch (L_{ctb}).

*** Công thức ứng dụng:**

Từ 2 công thức tổng quát của GS. Trần Nghi (xem phần phương pháp nghiên cứu) NCS đã phát triển thành 2 công thức ứng dụng vào việc đánh giá sức chịu tải môi trường du lịch bền vững khu di sản Vườn Quốc gia Phong Nha-Kẻ Bàng như sau:

$$L_c = 1 - \frac{A_i}{B_i} \quad (1)$$

$$L_{ctb} = \frac{1}{6} (L_{c1} + L_{c2} + L_{c3} + L_{c4} + L_{c5} + L_{c6}) \quad (2)$$

Trong đó:

A_i : gồm A_1 , A_2 , A_3 , A_4 , A_5 , A_6 : Là 6 dạng tải lượng tiêu cực thực tế tác động vào 6 đối tượng môi trường du lịch.

B_i gồm B_1 , B_2 , B_3 , B_4 , B_5 , B_6 : Là 6 giới hạn tối đa tải lượng tiêu cực cho phép hoặc do Việt Nam quy định (QCVN) (đối với các chất ô nhiễm trong môi trường đất, nước và không khí) hoặc sẽ quy về bằng 1 khi A_i được tính % tỷ lệ xuống cấp và thiệt hại.

Các A_i cùng tính chất và cùng thứ nguyên với B_i . Vì vậy giá trị $\frac{A_i}{B_i}$ không còn thứ nguyên nữa nên giá trị $L_{ci} = 1 - \frac{A_i}{B_i}$ luôn luôn là một hệ số biến thiên từ 0 (min) đến 1(max).

A_1 - Là tải lượng tiêu cực các chất có hại chứa trong đối tượng môi trường đất ở khu lõi Phong Nha-Kẻ Bàng;

A2/1 - Là tải lượng tiêu cực (hàm lượng mg) các kim loại nặng ô nhiễm hoà tan trong đối tượng môi trường nước mặt của sông Son chảy qua khu vực Phong Nha-Kẻ Bàng;

A2/2 - Là tải lượng tiêu cực (hàm lượng mg) các chất ô nhiễm hoà tan trong đối tượng môi trường nước ngầm khu lõi Phong Nha-Kẻ Bàng;

A3 - Là tải lượng tiêu cực (chất có hại) chứa trong môi trường không khí khu vực lõi Phong Nha-Kẻ Bàng;

A4 - Là tải lượng tiêu cực (% thiệt hại xuống cấp so với tiêu chuẩn) của đối tượng cơ sở hạ tầng và dịch vụ du lịch khu Phong Nha-Kẻ Bàng:

- A4/1 - Khách sạn, nhà nghỉ
- A4/2 - Đường sá giao thông
- A4/3 - Thuyền bè
- A4/4 - Ô tô
- A4/5 - Dịch vụ

A5 - Là tải lượng tiêu cực (% thiệt hại xuống cấp so với tiêu chuẩn) của 3 hang động Phong Nha, Thiên Đường và Sơn Đoòng:

- A5/1- Hang Phong Nha
- A5/2 - Động Thiên Đường
- A5/3- Động Sơn Đoòng

A6 - Là tải lượng tiêu cực (% thiệt hại xuống cấp so với tiêu chuẩn) của đối tượng môi trường sinh thái rừng nguyên sinh:

- A6/1 - Du lịch picnic (tham quan du lịch sinh thái).
- A6/2 - Nạn lâm tặc khai thác gỗ quý nằm trong sách đỏ thế giới có nguy cơ tuyệt chủng (hình 3.8, 3.9).
- A6/3 - Nạn săn bắt động vật quý hiếm nằm trong sách đỏ thế giới có nguy cơ tuyệt chủng (hình 3.10, 3.11, 3.12, 3.13, 3.14, 3.15, 3.16, 3.17, 3.18, 3.19).

Bi gồm B1, B2, B3, B4, B5, B6: Là tải lượng tiêu cực cho phép tối đa (QCVN) hoặc bằng 1 khi xác định giá trị A_i là % thiệt hại xuống cấp.

Biện luận công thức $L_{ci}=1-\frac{A_i}{B_i}$: A_i và B_i là cùng thứ nguyên (% , mg, ppm) vì vậy $\frac{A_i}{B_i}$ không còn thứ nguyên và $L_{ci} = 1-\frac{A_i}{B_i}$ sẽ là giá trị của một đối tượng môi trường cụ thể dưới dạng một hệ số biến thiên trong một khoảng hữu hạn từ 0 (min) đến 1 (max)

$$\text{Công thức 2: } L_{ctb} = \frac{1}{6} (L_{c1}+L_{c2}+L_{c3}+L_{c4}+L_{c5}+L_{c6})$$

Chú thích công thức 2:

L_{c1} - Là sức chịu tải của đối tượng môi trường đất

L_{c2} - Là sức chịu tải của đối tượng môi trường nước mặt và nước dưới đất

L_{c3} - Là sức chịu tải của đối tượng môi trường không khí

L_{c4} - Là sức chịu tải của đối tượng môi trường cơ sở hạ tầng và dịch vụ

L_{c5} - Là sức chịu tải của đối tượng môi trường hang động

L_{c6} - Là sức chịu tải của đối tượng môi trường sinh thái rừng nguyên sinh

Từ ý nghĩa đó, các công thức tính sức chịu tải cho các đối tượng môi trường du lịch như sau:

$$L_{c1} = 1 - \frac{A_1}{B_1}$$

$$L_{c2} = 1 - \frac{A_2}{B_2}$$

$$L_{c3} = 1 - \frac{A_3}{B_3}$$

$$L_{c4} = 1 - \frac{A_4}{B_4}$$

$$L_{c5} = 1 - \frac{A_5}{B_5}$$

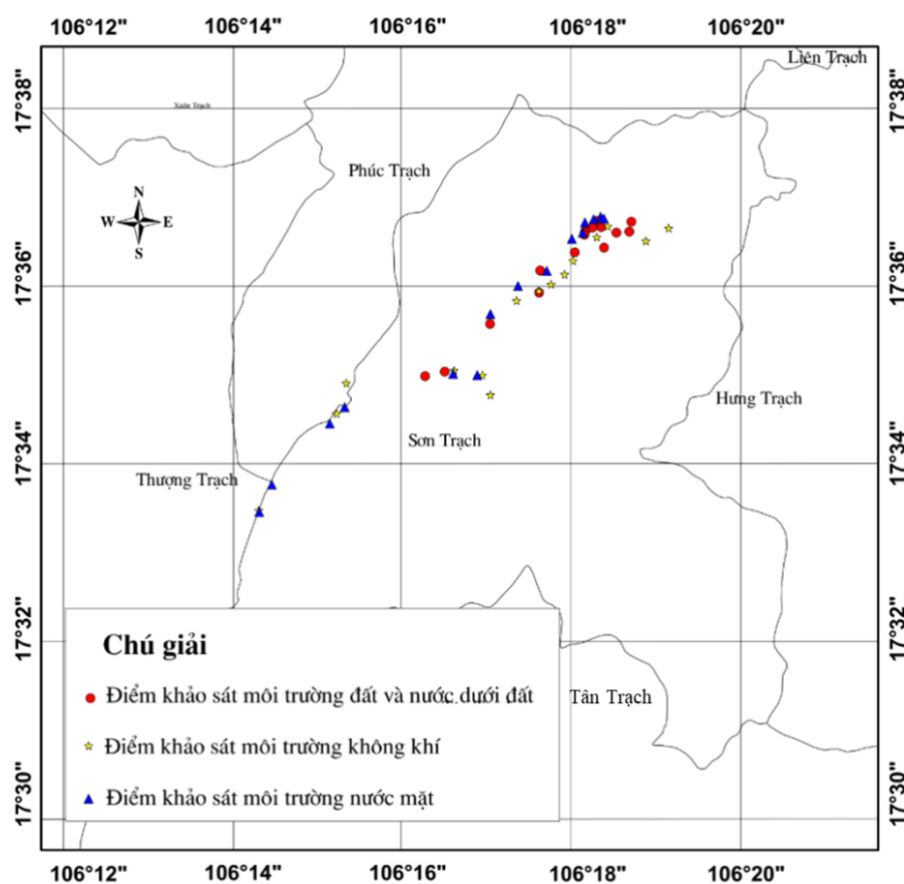
$$L_{c6} = 1 - \frac{A_6}{B_6}$$

3.2. Sức chịu tải của các đối tượng môi trường du lịch

3.2.1. Sức chịu tải của đối tượng môi trường đất vùng lõi Phong Nha-Kẻ Bàng



Hình 3.2. Đối tượng môi trường đất vùng lõi Phong Nha-Kẻ Bàng



Hình 3.3. Sơ đồ mạng lưới lấy mẫu môi trường đất và môi trường nước
(Lê Nam, 2024)

Đối với môi trường đất tải lượng tiêu cực là những hợp chất có hại như: tổng DDT, Dieldrin, Endrin, Aldrin và Heptachol.

Giới hạn cho phép theo QCVN (tức giá trị Bi) là:

- Tổng DDT: 1,1;
- Dieldrin: 0,08;
- Endrin: 0,01;
- Aldrin: 0,04;
- Heptachol: 0,08.

Kết quả tính toán sức chịu tải ($L_{Ci}=1-\frac{A_i}{B_i}$) cho từng chất và cho từng mẫu (có tọa độ kèm theo) (hình 3.2b) biến thiên trong khoảng từ 0,91 đến 0,97 (bảng 3.1);

Giá trị L_{Ctb} là 0,94 được tính theo công thức:

$$L_{Ctb} = 1 - \frac{1}{5} (L_{C1} + L_{C2} + \dots + L_{C5})$$

Nhận xét:

- Sức chịu tải trung bình của môi trường đất so với quy chuẩn Việt Nam (Giới hạn theo QCVN 03:2023/BTNMT Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng đất) là khá cao (0,94); đây là cơ sở khoa học cho phép đầu tư phát triển du lịch khu vực Phong Nha-Kẻ Bàng mạnh mẽ hơn trong tương lai (bảng 3.1; hình 3.2a).

- Tuy nhiên, đây mới nhìn từ góc độ môi trường đất mà thôi, còn nhà quản lý muốn đi đến một quyết định về đầu tư phát triển du lịch phải cân đối một cách toàn diện trên ma trận tương quan cả 6 đối tượng môi trường du lịch.

Bảng 3.1. Sức chịu tải (Lc) của môi trường đất đối với các nguyên tố độc hại ảnh hưởng đến chất lượng môi trường đất khu vực vùng lõi

Phong Nha – Kẻ Bàng

Thứ tự	Tổng DDT (mg/kg)	Dieldrin (mg/kg)	Endrin (mg/kg)	Aldrin (mg/kg)	Heptachol (mg/kg)	Tọa độ (X,Y)	Lc
--------	------------------	------------------	----------------	----------------	-------------------	--------------	----

1	0,996	0,989	0,993	0,875	0,975	(17.6120725; 106.3118160)	0,97
2	0,997	0,996	0,996	0,833	0,918	(17.6102572; 106.3114465)	0,95
3	0,998	0,966	0,998	0,865	0,890	(17.6110865; 106.3058855)	0,94
4	0,995	0,943	0,929	0,920	0,945	(17.6122066; 106.3050045)	0,95
5	0,995	0,943	0,929	0,920	0,945	(17.6109610; 106.3041173)	0,95
6	0,999	0,959	0,993	0,808	0,946	(17.6100500; 106.3088741)	0,94
7	0,997	0,903	0,991	0,838	0,928	(17.6102136; 106.3026727)	0,93
8	0,999	0,876	0,997	0,805	0,889	(17.6096534; 106.3025839)	0,91
9	0,996	0,956	0,994	0,753	0,890	(17.6072361; 106.3064498)	0,92
10	0,999	0,919	0,992	0,783	0,884	(17.6063659; 106.3006783)	0,92
11	0,995	0,960	0,997	0,860	0,946	(17.6029429; 106.2938718)	0,95
12	0,995	0,893	0,994	0,860	0,918	(17.5988032; 106.2936525)	0,93
13	0,998	0,876	0,993	0,810	0,909	(17.5929235; 106.2839760)	0,92
14	0,999	0,885	0,991	0,860	0,903	(17.5839651; 106.2750482)	0,93
15	0,994	0,931	0,996	0,890	0,876	(17.5831207; 106.2711847)	0,94
Giới hạn theo QCVN 03:2023/BTN MT (Quy chuẩn kỹ	1,10	0,08	0,11	0,04	0,08		Lc trung bình (Lc _{tb}) của môi trường đất: 0,94

thuật quốc gia về chất lượng đất)						
--	--	--	--	--	--	--

(Nguồn: Ban quản lý Vườn Quốc gia Phong Nha-Kẻ Bàng (2023))

Luận giải kết quả bảng 3.1:

Sức chịu tải các thành phần tải lượng tiêu cực trong đất được tính theo công thức $L_{ci} = 1 - \frac{A_i}{B_i}$ như sau:

(1) Sức chịu tải của Tổng DDT biến thiên từ 0,995-0,999: sức chịu tải rất cao;

(2) Sức chịu tải của Dieldrin biến thiên từ 0,87-0,998: sức chịu tải rất cao;

(3) Sức chịu tải của Endrin biến thiên từ 0,929-0,998: sức chịu tải rất cao;

(4) Sức chịu tải của Aldrin biến thiên từ 0,753-0,920 sức chịu tải cao

(5) Sức chịu tải của Heptachol biến thiên từ 0,876-0,975: sức chịu tải rất cao.

3.3.2. Sức chịu tải của đối tượng môi trường nước mặt đoạn sông Son chảy qua khu vực Phong Nha

Sức chịu tải của môi trường nước mặt được tính cho đoạn sông Son chảy qua khu vực Phong Nha (hình 3.3; bảng 3.2) được xác định bởi công thức:

$$L_{ci2.1} = 1 - \frac{A_{i2.1}}{B_{i2.1}}$$

Trong đó: $A_{i2.1}$ là tải lượng tiêu cực được thể hiện bởi hàm lượng ô nhiễm các kim loại nặng (hàm lượng-mg) của môi trường nước mặt; $B_{i2.1}$ là ngưỡng ô nhiễm tối đa cho phép theo quy chuẩn Việt Nam (QCVN) đối với các nguyên tố: Cu, Pb, Ni, Co, Hg, Zn, As, NH_4 , coliform...): Giới

hạn theo QCVN 08:2023/BTNMT (Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về nước mặt).

Kết quả các giá trị sức chịu tải của từng chỉ tiêu phân tích (L_{ci}) và giá trị trung bình của tất cả các chỉ tiêu ($L_{ci_{tb}}$) của từng mẫu.

Giá trị $L_{c_{tb}}$ của toàn bộ môi trường nước mặt đạt 0,41 được tính theo công thức:

$$L_{c2_{tb}} = 1 - \frac{1}{7} (L_{2.1} + \dots + L_{2.7})$$

Nhận xét:

- Giá trị $L_{c_{tb}}$ đạt 0,41 cho thấy rằng chất lượng nước mặt của sông Son đoạn chảy qua Phong Nha có thể vẫn dùng được tuy nhiên chất lượng tương đối thấp dưới giá trị trung bình ($<0,5$) tham chiếu từ khoảng biến thiên của L_c là từ 0 (min) đến 1 (max).

- Các giá trị L_{ci} biến thiên trong một khoảng rộng từ -0,02 (BOD_5) đến 0,93 (NH_4^+). Vì vậy giá trị $L_{c_{tb}2.1}$ tương đối thấp ($L_{c2.1_{tb}}=0,41$).

- Giá trị sức chịu tải BOD_5 hầu hết là âm ($L_{cBO_5}<0$) là cảnh báo nguyên nhân có thể do hoạt động nhân sinh trong đó khả năng cao là liên quan đến hệ thống nước thải và dầu mỡ thải ra của thuyền bè chở du khách hàng ngày vào hang Phong Nha.

Bảng 3.2. Sức chịu tải từng nguyên tố độc hại hoà tan trong nước mặt (L_{ci}), $L_{ci_{tb}}$ từng trạm lấy mẫu và $L_{c_{tb}}$ của nước mặt sông Son đoạn chảy qua Phong Nha

TT	L_{ci}	pH	TSS (mg/l)	BOD_5 (mg/l)	COD (mg/l)	Fe (mg/l)	Tổng Phosphor (mg/l)	Amoni (mg/l)	Toạ độ (X, Y)	$L_{ci_{tb}}$
1	L_{c_1}	0,11	0,64	-0,045	0,35	0,94	0,5	0,9	(17.6130244; 106.3057624)	0,42
2	L_{c_2}	0,22	0,72	-0,06	0,36	0,96	0,60	0,80	(17.6126791; 106.3064256)	0,45
3	L_{c_3}	0,13	0,60	-0,13	0,39	0,90	0,50	0,93	(17.6100489; 106.3022625)	0,42
4	L_{c_4}	0,12	0,72	-0,13	0,32	0,96	0,40	0,87	(17.6125486; 106.3044074)	0,41
5	L_c	0,12	0,72	-0,13	0,32	0,96	0,40	0,87	(17.6119366; 106.3044074)	0,41

	5								106.3027022)	
6	Lc ₆	0,18	0,56	-0,10	0,35	0,94	0,50	0,90	(17.6088720; 106.3000921)	0,42
7	Lc ₇	0,14	0,64	-0,15	0,37	0,88	0,60	0,90	(17.6028541; 106.2951616)	0,42
8	Lc ₈	0,13	0,76	-0,13	0,39	0,92	0,50	0,93	(17.6000211; 106.2895054)	0,44
9	Lc ₉	0,09	0,64	-0,02	0,32	0,94	0,30	0,70	(17.5947772; 106.2840381)	0,37
10	Lc ₁₀	0,25	0,68	0,20	0,36	0,96	0,60	0,80	(17.5833232; 106.2814710)	0,48
11	Lc ₁₁	0,15	0,44	-0,28	0,33	0,88	0,67	0,83	(17.5835454; 106.2767127)	0,38
12	Lc ₁₂	0,12	0,52	-0,20	0,31	0,90	0,20	0,70	(17.5773173; 106.2553715)	0,32
13	Lc ₁₃	0,07	0,32	-0,33	0,44	0,88	0,57	0,71	(17.5742018; 106.2524319)	0,33
14	Lc ₁₄	0,16	0,52	-0,13	0,38	0,92	0,88	0,81	(17.5627735; 106.2409852)	0,44
15	Lc ₁₅	0,13	0,72	-0,14	0,32	0,96	0,38	0,85	(17.5576418; 106.2385312)	0,4
Giới hạn theo QCVN 08:2023/B TNMT (Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về nước mặt)		8,50	25,00	6,00	20,00	0,50	0,10	0,30		Lc trung bình (Lc _{tb}) môi trường nước mặt: 0,41

(Nguồn: Ban quản lý Vườn Quốc gia Phong Nha-Kẻ Bàng (2023))

L luận giải kết quả bảng 3.2 xét theo từng thành phần của 15 mẫu:

Sức chịu tải các thành phần tải lượng tiêu cực trong nước mặt được

tính theo công thức $Lci = 1 - \frac{Ai}{Bi}$ như sau:

(1) Sức chịu tải của pH biến thiên từ 0,07-0,025: sức chịu tải rất thấp;

(2) Sức chịu tải của TSS (chất lơ lửng) biến thiên từ 0,32 -0,76: sức chịu tải đạt trung bình khá;

(3) Sức chịu tải của BOD5 biến thiên từ -0,28-0,2: sức chịu tải âm khả năng rất khó hồi phục;

(4) Sức chịu tải của COD biến thiên từ 0,31-0,44 sức chịu tải thấp;

(5) Sức chịu tải của sắt biến thiên từ 0,88-0,96: sức chịu tải rất cao;

(6) Sức chịu tải của Tổng Phosphor biến thiên từ 0,2-0,88: sức chịu tải trung bình (0,6) thay đổi trong một khoảng rộng từ rất thấp đến rất cao;

(7) Sức chịu tải của Amoni biến thiên từ 0,7-0,93: sức chịu tải rất cao.

3.3.3. Sức chịu tải đối tượng môi trường trường nước dưới đất

Công thức tính toán sức chịu tải đối tượng môi trường được tính cho vùng lõi khu vực Phong Nha-Kẻ Bàng (hình 3.2a; bảng 3.3) bằng công thức:

$$L_{c2.2} = 1 - \frac{A_{2.2}}{B_{2.2}}$$

Trong đó: $A_{2.2}$ - là tải lượng tiêu cực thực tế gồm các nguyên tố và hợp chất có hại hoà tan trong nước (mg/l) như: pH, độ cứng, TDS, chỉ số Permanganat, Clorua, Sulphat, Amoni (tính theo N), Nitrit (tính theo N), Sắt, Asen, Cadimi, Chì.

$B_{2.2}$ = là tải lượng tiêu cực tối đa cho phép theo tiêu chuẩn của Việt Nam (QCVN): Giới hạn theo QCVN 09:2023/BTNMT Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước dưới đất.

Kết quả sức chịu tải từng nguyên tố $L_{ci2.2}$ của nước mặt được tính từ công thức $L_{ci2.2} = 1 - \frac{A_i}{B_i}$ như sau:

- $L_{ci2.2}$ thay đổi từ -0,7 (permanganat) đến +0,96 (asen) (bảng 3.3).

- Giá trị $L_{ctb2.2}$ của nước dưới đất đạt 0,49 được tính theo công thức:

$$L_{ctb2.2} = 1 - \frac{1}{12} \left(\frac{L_{c2.2}}{1} + \dots \frac{L_{c2.2}}{12} \right)$$

Nhận xét:

- Giá trị L_{ctb} đạt 0,49 chứng tỏ chất lượng nước dưới đất khu vực lõi của Phong Nha đạt trung bình trong thang chịu tải $L_c=0-1$ nên vẫn dùng được bình thường.

- Nhìn chung, sức chịu tải các nguyên tố rất độc hại như chì, cadimi, asen có giá trị từ trung bình đến rất cao (biến thiên từ 0,4 đến 0,96) thể hiện môi trường nước chưa bị ô nhiễm đến mức độ cảnh báo.

- Tuy nhiên, bên cạnh đó sức chịu tải permanganat thì hầu hết có giá trị âm (biến thiên từ -0,7 đến 0) là cảnh báo tải lượng tiêu cực đã vượt quá QCVN cho phép. Cần nghiên cứu tìm nguyên nhân điều chỉnh vì đây là thành phần có nguồn gốc chủ yếu là từ hoạt động nhân sinh.

Luận giải kết quả bảng 3.3 xét theo từng thành phần của 15 mẫu:

Sức chịu tải các thành phần tải lượng tiêu cực trong nước dưới đất được tính theo công thức $L_{ci} = 1 - \frac{Ai}{Bi}$ như sau:

(1) Sức chịu tải của pH biến thiên từ 0,07-0,93: sức chịu tải thay đổi trong khoảng rộng từ rất thấp đến rất cao, trung bình là 0,5.

(2) Sức chịu tải của độ cứng biến thiên từ 0,75-0,99: sức chịu tải đạt mức cao.

(3) Sức chịu tải của TDS (tổng khoáng hoá) biến thiên từ 0,89-1,0: sức chịu tải rất cao.

(4) Sức chịu tải của chỉ số permanganat biến thiên từ -0,73 $\rightarrow$ +1,4: sức chịu tải dưới ngưỡng cho phép.

(5) Sức chịu tải của clorua biến thiên từ 0,2-0,95: sức chịu tải cao.

(6) Sức chịu tải của sulphat biến thiên từ 0,80-0,94: sức chịu tải rất cao.

(7) Sức chịu tải của amoni tính theo N biến thiên từ 0,09-0,98: sức chịu tải biến thiên trong khoảng rộng nhưng hầu hết là sức chịu tải rất cao.

(8) Sức chịu tải của Nitrit (tính theo N) biến thiên từ 0,9-1,0: sức chịu tải rất cao.

(9) Sức chịu tải của Nitrit (tính theo N) biến thiên từ 0,9-1,0: sức chịu tải rất cao.

(10) Sức chịu tải của sắt biến thiên từ 0,01-0,99: sức chịu tải rất cao, mỗi 1 mẫu rất thấp

(11) Sức chịu tải của asen biến thiên từ 0,08-0,92: sức chịu tải rất cao, mỗi 1 mẫu rất thấp.

(12) Sức chịu tải của cadimi biến thiên từ 0,11-0,94: sức chịu tải rất cao, mỗi 1 mẫu rất thấp.

(13) Sức chịu tải của chì biến thiên từ 0,22-0,88: sức chịu tải trung bình khá (0,6).

Bảng 3.3. Sức chịu tải của từng nguyên tố độc hại (Lci) và Lctb của nước dưới đất vùng lõi khu vực Phong Nha – Kẻ Bàng

Thứ tự	Lci	pH	Độ cứng	TDS (mg/l)	Chỉ số permanganat (mg/l)	Clorua (mg/l)	Sulphat (mg/l)	Amoni (tính theo N) (mg/l)	Nitrit (tính theo N) (mg/l)	Sắt (mg/l)	Asen (mg/l)	Cadmi (mg/l)	Chì (mg/l)	Toạ độ (X,Y)	Lctb
1	Lc1	0,24	0,77	0,89	0,00	0,94	0,94	0,98	0,99	0,99	0,96	0,94	0,88	(17.6120725; 106.3118160)	0,51
2	Lc2	0,28	0,75	0,90	-0,60	0,95	0,94	0,96	1,00	0,99	0,93	0,87	0,33	(17.6102572; 106.3114465)	0,53
3	Lc3	0,23	0,77	0,90	-0,05	0,93	0,93	0,98	0,99	0,99	0,89	0,86	0,39	(17.6110865; 106.3058855)	0,5
4	Lc4	0,12	0,99	1,00	-0,70	0,95	0,80	0,96	0,99	0,99	0,92	0,85	0,72	(17.6122066; 106.3050045)	0,5
5	Lc5	0,12	0,99	1,00	-0,70	0,95	0,80	0,96	0,99	0,99	0,92	0,85	0,72	(17.6109610; 106.3041173)	0,5
6	Lc6	0,18	0,98	1,00	-0,63	0,93	0,90	0,97	0,99	0,99	0,82	0,88	0,61	(17.6100500; 106.3088741)	0,5
7	Lc7	0,14	0,98	1,00	-0,58	0,94	0,92	0,97	1,00	0,99	0,93	0,88	0,22	(17.6102136; 106.3026727)	0,51
8	Lc8	0,13	0,99	1,00	-0,53	0,89	0,85	0,98	0,99	0,99	0,94	0,88	0,88	(17.6096534; 106.3025839)	0,52
9	Lc9	0,09	0,98	1,00	-0,70	0,88	0,84	0,91	0,99	0,99	0,93	0,85	0,33	(17.6072361; 106.3064498)	0,46
10	Lc10	0,25	0,98	1,00	-0,60	0,94	0,85	0,94	0,99	0,99	0,89	0,87	0,88	(17.6063659; 106.3006783)	0,55
11	A11	0,15	0,97	1,00	-0,68	0,82	0,88	0,95	0,99	0,99	0,92	0,91	0,39	(17.6029429; 106.2938718)	0,47

12	A12	0,12	0,98	1,00	-0,73	0,95	0,86	0,91	1,00	0,99	0,89	0,96	0,55	(17.5988032; 106.2936525)	0,41
13	A13	0,07	0,97	1,00	-0,40	0,80	0,84	0,91	1,00	0,99	0,92	0,89	0,48	(17.5929235; 106.2839760)	0,42
14	A14	0,93	0,03	0,00	1,40	0,20	0,16	0,09	0,00	0,01	0,08	0,11	0,52	(17.5839651; 106.2750482)	0,53
15	A15	0,13	0,99	1,00	-0,71	0,84	0,89	0,95	0,99	0,99	0,86	0,91	0,55	(17.5831207; 106.2711847)	0,49
Giới hạn theo QCVN 09:2023/BTNMT Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước dưới đất		8,5	500	1500	4	250	400	1	1	5	0,05	0,01	0,01		Lc trung bình (Lc _{tb}) môi trường nước dưới đất: 0,49

(Nguồn: Ban quản lý Vườn Quốc gia Phong Nha-Kẻ Bàng (2023))

3.3.4. Sức chịu tải đối tượng môi trường không khí

Sức chịu tải môi trường không khí được tính theo công thức: $Lc3 = 1 - \frac{A3}{B3}$

Trong đó:

A3- là tải lượng tiêu cực ô nhiễm môi trường không khí bao gồm các chất sau đây: tổng bụi lơ lửng, bụi PM₁₀, SO₂, NO₂ (thứ nguyên là mg/m³).

Giá trị sức chịu tải của từng chất ô nhiễm thay đổi từ 0,07 (bụi lơ lửng) đến 0,99 (SO₂ và NO₂).

B3- là tải lượng tiêu cực tối đa cho phép theo quy chuẩn Việt Nam (Giới hạn theo QCVN 05:2023/BTNMT (Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về môi trường không khí xung quanh)).

Sức chịu tải trung bình của môi trường không khí đạt 0,84 được tính theo công thức:

$$Lc3_{tb} = 1 - \frac{1}{4} (Lc3.1 + \dots Lc3.4)$$

Nhận xét:

- Chất lượng môi trường không khí nói chung là tốt với giá trị Lc3 thay đổi từ 0,76 đến 0,88 đạt mức rất cao.

- Đối với khu du lịch giá trị Lc của môi trường không khí đạt trên 0,7 là hết sức quan trọng đặc biệt không có chất ô nhiễm độc hại đến sức khỏe nói chung và sức khỏe của phổi trong thời gian du khách lưu trú tại khu du lịch Phong Nha-Kẻ Bàng.

Bảng 3.4. Sức chịu tải (Lc) một số chất độc hại có trong không khí xung quanh khu vực Phong Nha – Kẻ Bàng

Thứ tự	Lci3	Tổng bụi lơ lửng (mg/m ³)	Bụi PM ₁₀ (mg/m ³)	SO ₂ (mg/m ³)	NO ₂ (mg/m ³)	Toạ độ (X,Y)	Lc3 _{tb}
1	Lc1	0,40	1,00	0,99	1,00	(17.6108870;106.3191837)	0,85
2	Lc2	0,64	0,99	0,99	0,99	(17.6084967;106.3146973)	0,9
3	Lc3	0,55	0,99	0,99	0,99	(17.6112548;106.3071551)	0,88
4	Lc4	0,31	0,98	0,99	0,99	(17.6092168;106.3050033)	0,82

5	Lc5	0,31	0,98	0,99	0,99	(17.6047607;106.3003233)	0,82
6	Lc6	0,24	0,99	0,99	0,99	(17.6022115;106.2986762)	0,8
7	Lc7	0,36	1,00	1,00	0,98	(17.6003581;106.2960177)	0,83
8	Lc8	0,13	0,99	0,99	0,99	(17.5991089;106.2936363)	0,78
9	Lc9	0,07	0,99	1,00	0,98	(17.5972967;106.2892163)	0,76
10	Lc10	0,60	0,98	0,99	0,98	(17.5833318;106.2824728)	0,89
11	Lc11	0,52	0,99	0,99	0,98	(17.5841972;106.2769066)	0,87
12	Lc12	0,43	0,99	0,98	0,98	(17.5795891;106.2840520)	0,85
13	Lc13	0,68	0,99	0,99	0,99	(17.5761156;106.2537355)	0,91
14	Lc14	0,28	1,00	0,99	0,98	(17.5818314;106.2556509)	0,81
15	Lc15	0,36	0,98	0,98	0,98	(17.5579775;106.2384020)	0,83
Giới hạn theo QCVN 05:2023/BT NMT (Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về môi trường không khí xung quanh)		0,10	0,05	0,05	0,04		Lc trung bình (L_{ctb}) của môi trường không khí xung quanh: 0,84

(Nguồn: Ban quản lý Vườn Quốc gia Phong Nha-Kẻ Bàng (2023))

Bảng 3.4 đã chỉ ra các kết quả phân tích tính theo công thức $Lci=1-\frac{Ai}{Bi}$ xét theo từng thành phần của 15 mẫu như sau:

- Sức chịu tải của bụi lơ lửng biến thiên từ 0,07 đến 0,68.
- Sức chịu tải của bụi PM_{10} biến thiên từ 0,98 đến 1,0.
- Sức chịu tải của khí SO_2 biến thiên từ 0,98 đến 1,0.
- Sức chịu tải của khí NO_2 biến thiên từ 0,98 đến 1,0.

3.3.5. Sức chịu tải đối tượng môi trường cơ sở hạ tầng và dịch vụ:

- Khái quát chung

Đối tượng môi trường cơ sở hạ tầng và dịch vụ gồm có:

- + Khách sạn, nhà nghỉ;

- + Đường sá giao thông
- + Dịch vụ: thuyền bè đưa đón du khách, ô tô đưa đón du khách, nhà hàng ăn uống, nhà hàng bán lưu niệm, khu vui chơi giải trí.

Cơ sở hạ tầng và dịch vụ của một khu du lịch là bộ mặt hấp dẫn hài lòng đầu tiên du khách vừa đến nhưng quan trọng hơn là trong quá trình lưu trú ăn nghỉ và vui chơi giải trí sẽ để lại những ấn tượng tốt đẹp và chắc chắn sẽ có lần khác du khách sẽ quay trở lại. Tuy nhiên, đối với khu du lịch tầm cỡ quốc tế như Phong Nha-Kẻ Bàng theo tính toán thì giá trị trung bình sức chịu tải cơ sở hạ tầng và dịch vụ vẫn còn rất thấp. Điều này có thể là một trong những nguyên nhân gây “tổn thương chéo” cho các đối tượng môi trường du lịch khác như môi trường nước ngầm và môi trường đất.

- Phân loại

Đối tượng môi trường cơ sở hạ tầng và dịch vụ bao gồm 3 yếu tố: (1) Khách sạn, nhà nghỉ; (2) Đường sá giao thông; (3) Dịch vụ du lịch gồm phương tiện thuyền bè, ô tô đưa đón du khách và các điểm bán hàng hoá lưu niệm, khu vui chơi giải trí.

Tải lượng tiêu cực và sức chịu tải của các đối tượng thành phần được tính toán theo công thức tổng quát:

$$Lc4 = 1 - \frac{A4}{B4}$$

Sức chịu tải trung bình của khách sạn, nhà nghỉ

Công thức tổng quát là:

$$Lc4.1 = 1 - \frac{A4.1}{B4.1}$$

Kết quả tính toán:

- Tỷ lệ xuống cấp: 0,3; Sức chịu tải: 0,7
- Thiệt hại do bão lụt: 0,25; sức chịu tải: 0,75
- Sức chịu tải trung bình của khách sạn, nhà nghỉ: **Lc4.1 = 0,72** (bảng 3.5; hình 3.4).

Sức chịu tải trung bình đường sá giao thông

Công thức tổng quát là:

$$Lc4.2 = 1 - (Lc4.2.1 + Lc4.2.)$$

- Tỷ lệ xuống cấp: 0,20; Sức chịu tải: 0,80
- Thiệt hại do bão lụt: 0,30; sức chịu tải: 0,70
- Sức chịu tải trung bình của đường sá giao thông là: **Lc4.1 = 0,75** (bảng 3.5; hình 3.4).

Sức chịu tải đối tượng dịch vụ

Công thức tổng quát:

$$Lc4.3tb = 1 - (Lc4.3/1 + \dots + Lc4.3/5)$$

Trong đó có 5 đối tượng thành phần:

- Sức chịu tải xe cộ phục vụ du khách: A=0,2; Lc=0,8
 - Sức chịu tải thuyền bè phục vụ khách: A=0,15; Lc=0,85
 - Sức chịu tải nhà hàng phục vụ du khách: A= 0,3; Lc=0,7
 - Sức chịu tải cửa hàng bán lưu niệm và khu vui chơi giải trí: A= 0,75; Lc=0,25
 - Sức chịu tải trung bình đối tượng dịch vụ là: 0,51
- Sức chịu tải trung bình của đối tượng cơ sở hạ tầng và dịch vụ là:
Lc4_{tb}=0,66.

Nhận xét:

Nguyên nhân khách sạn, nhà nghỉ xuống cấp là:

- Nhà nước xây dựng với quy mô nhỏ chất lượng thấp do hạn hẹp về kinh phí trong thời kỳ Phong Nha-Kẻ Bàng chưa được công nhận là di sản Thiên nhiên Thế giới.
- Các doanh nghiệp và công ty chưa vào cuộc một cách quyết liệt để đầu tư và thay đổi cơ bản cơ sở hạ tầng nên vẫn là cơ sở hạ tầng chủ yếu do nhà nước bao cấp.
- Quảng Bình nói chung và khu vực Phong Nha-Kẻ Bàng nói riêng là nơi đầu sóng ngọn gió phải đối đầu với tai biến thiên nhiên nghiêm trọng nhất như: bão, lũ lụt, hạn hán, gió Lào khô nóng. Vì vậy chất lượng các công trình xây dựng và giao

thông xuống cấp rất nhanh vì vậy tải lượng tiêu cực (đại lượng A) theo thời gian cũng gia tăng một cách nghiêm trọng đôi khi $L_c = 0$ gây thiệt hại lớn cho phát triển kinh tế du lịch.

- Giá trị sức chịu tải của đối tượng cơ sở hạ tầng và dịch vụ đạt 0,66 là quá thấp đã tạo ra sự xung đột giữa yêu cầu ngày càng cao về phát triển kinh tế du lịch bền vững đặc biệt số lượng khách ngày càng tăng với cơ sở khách sạn, nhà nghỉ, đường sá giao thông và các phương tiện thuyền bè, xe cộ phục vụ số lượng khách ngày càng yếu kém thiếu quy hoạch theo hướng làm ăn lớn.



Hình 3.4. Cảnh quan môi trường cơ sở hạ tầng khu vực hành chính Vườn quốc gia Phong Nha – Kẻ Bàng

Bảng 3.5. Sức chịu tải của đối tượng môi trường cơ sở hạ tầng và dịch vụ (L_c4)

(Nguồn: Ban quản lý Vườn Quốc gia Phong Nha-Kẻ Bàng, 2023)

Các dạng chịu Tải (L_c)	Khách sạn, nhà nghỉ		Đường sá giao thông		Dịch vụ			
	Tải lượng tiêu cực		Tải lượng tiêu cực		Tải lượng tiêu cực			
	Xuống cấp (%)	Bão lụt (%)	Xuống cấp (%)	Bão lụt (%)	Xe cộ (%)	Thuyền Bè (%)	Nhà Hàng (%)	Cửa hàng lưu niệm và khu vui chơi giải trí (%)

$L_{ci}=1-\frac{A_i}{B_i}$	30	25	20	30	40	50	30	75
	0,70	0,75	0,80	0,70	0,60	0,5	0,70	0,25
$L_{ci_{tb}}$	0,72		0,75		0,51			
$L_{C_{th}}$	0,66							



Hình 3.5. Đội thuyền chở du khách tham quan hang động (Ảnh: Lê Nam, 2024)

3.3.6. Sức chịu tải của đối tượng môi trường du lịch hang động: Phong Nha, Thiên Đường, Sơn Đoòng

- Đối tượng môi trường hang động bao gồm: hang Phong Nha, động Thiên Đường, động Sơn Đoòng.

- Sức chịu tải môi trường của hang động được tính dựa trên 2 công thức:

$$L_{ci5}=1-\frac{A_{i5}}{B_{i5}} \quad (1)$$

$$L_{c5_{tb}}=1-\frac{1}{n} (L_{c5.1} \dots L_{c5.n}) \quad (2)$$

Trong đó: L_{i5} là sức chịu tải của hang động; A_{i5} là tải lượng tiêu cực bao gồm: (1) số lượng du khách thực tế vào tham quan; (2) tổn thương do lũ hang; (3) xuống cấp do hoạt động nhân sinh.

Áp dụng 2 công thức cho từng hang ta có:

Sức chịu tải môi trường hang Phong Nha gồm: 3 tải trọng tiêu cực khác nhau:

- + Sức chịu tải do số lượng du khách vào tham quan: **$L_{ci5.1.1}=0,94$** ;
- + Sức chịu tải do lũ hang: **$L_{ci5.1.2.}=0,80$** ;
- + Sức chịu tải xuống cấp do hoạt động nhân sinh: **$L_{ci5.1.3}=0,80$**
- + Sức chịu tải trung bình của hang Phong Nha: **$L_{c5.1_{tb}}=0,8$**

Sức chịu tải môi trường động Thiên Đường gồm: 3 tải trọng tiêu cực khác nhau:

- + Sức chịu tải với tải trọng tiêu cực (A) là số lượng du khách vào tham quan: $L_{ci5.2.1}=0,80$;
- + Sức chịu tải với tải trọng tiêu cực (A) là mức độ tổn thương do lũ hang: $L_{ci5.2.2}=0,80$;
- + Sức chịu tải với tải trọng tiêu cực (A) là mức độ xuống cấp do hoạt động nhân sinh: $L_{ci5.2.3}=0,85$
- + Sức chịu tải trung bình của động Thiên Đường:
- + $L_{c5.2_{tb}}=0,81$

Sức chịu tải môi trường động Sơn Đoòng gồm: 3 tải trọng tiêu cực khác nhau:

- + Sức chịu tải với tải trọng tiêu cực (A) là số lượng du khách vào tham quan A): $L_{ci5.3.1}=0,72$;
- + Sức chịu tải với tải trọng tiêu cực (A) là tổn thương do lũ hang: $L_{ci5.3.2}=0,80$;
- + Sức chịu tải với tải trọng tiêu cực (A) là mức độ xuống cấp do hoạt động nhân sinh: $L_{ci5.3.3}=0,85$;
- + Sức chịu tải trung bình của động Sơn Đoòng:
- + $L_{c5.3_{tb}}=0,79$

Sức chịu tải cả 3 hang động là: $L_{c_{tb}}=0,80$

Nhận xét:

1. Khu di sản Thiên nhiên Thế giới có nhiều hang động song 3 hang động: hang Phong Nha, động Thiên Đường và động Sơn Đoòng là có quy mô lớn nhất, đẹp nhất và đang được khai thác du lịch có hiệu quả nhất. Tuy nhiên, đến nay công tác quản lý du lịch 3 hang động này vẫn theo cách thức truyền thống đơn giản và không kiểm soát được sức chịu tải của chúng đến đâu rồi, vì vậy không điều tiết được mối quan hệ giữa sức chịu tải (L_c), lợi nhuận thu được (NPV) và lượng du khách ngày càng gia tăng (G_t). Do đó, đánh giá sức chịu tải là nhiệm vụ tất yếu và thường xuyên của các nhà quản lý.

2. Đánh giá sức chịu tải của 3 hang động Phong Nha, Thiên Đường và Sơn Đoòng dựa trên 2 công thức đã được bổ sung:

$$L_{ci5} = 1 - \frac{A_{i5}}{B_{i5}}$$

$$L_{c5tb} = 1 - \frac{1}{n} (L_{c5.1} \dots L_{c5.3})$$

(a) Hang Phong Nha: $L_{c5.1} = 1 - \frac{A_{5.1}}{B_{5.1}}$

(b) Động Thiên Đường: $L_{c5.2} = 1 - \frac{A_{5.2}}{B_{5.2}}$

(c) Động Sơn Đoòng $L_{c5.3} = 1 - \frac{A_{5.3}}{B_{5.3}}$

Tải lượng tiêu cực (đại lượng A) tác động vào hang động là:

- Số lượng khách vào tham quan (A) (B là số lượng khách tối đa cho phép).
- Mức độ xuống cấp (%) do du khách thiếu ý thức chấp hành nội quy tham quan làm hỏng vẻ đẹp nguyên thủy của hang động và do du khách đánh cắp măng đá và thạch nhũ để về nghiên cứu tuổi và cổ khí hậu của hang (việc này thường đối với các nhà khoa học nước ngoài và Việt Nam).
- Mức độ tổn thương (%) (chỉ số A) do lũ hang hàng năm mang các dòng bùn travertin từ ngoài hang vào trong hang động làm thay đổi biến dạng hình thái vẻ đẹp của thạch nhũ và măng đá; các dòng lũ bùn travertin tích tụ vùi lấp các măng đá làm biến mất các cảnh quan kỳ vĩ.

Quá trình tạo nên hiện trạng nói trên được giải thích như sau: (1) Các dòng lũ lớn chảy xiết hàng năm trong hang bẻ gãy các khối thạch nhũ cổ từ trần hang rơi xuống; (2) Các khối thạch nhũ phát triển lâu dài từ vài triệu năm đến hàng chục

triệu năm (hàng triệu đến hàng chục triệu năm) trọng lượng của chúng quá nặng không bám nổi trần hang và tự rơi xuống.

Bảng 3.6. Sức chịu tải (Lc) theo số lượng khách vào tham quan 3 hang động: hang Phong Nha; động Thiên Đường, động Sơn Đoòng trong 10 năm (2013-2023)

(Nguồn: Ban quản lý Vườn Quốc gia Phong Nha-Kẻ Bàng, 2023)

Năm du khách vào tham quan hang động	Hang Phong Nha			Động Thiên Đường			Động Sơn Đoòng		
	A	B	Lc	A	B	Lc	A	B	Lc
2013	195.890		0,95	143.062		0,96	842		0,16
2014	295.578		0,92	234.599		0,94	953		0,05
2015	266.435		0,93	165.334		0,96	812		0,19
2016	289.343		0,92	176.765		0,95	833		0,27
2017	319.017		0,92	198.716		0,95	733		0,27
2018	348.985	3.852.500	0,91	254.332	3.832.500	0,93	856	1000	0,14
2019	356.844		0,91	27.858		0,99	786		0,21
2020	126.975		0,97	77.860		0,98	663		0,34
2021	38.530		1	18.334		1	610		0,4
2022	78.616		0,98	41.221		0,99	126		0,87
2023	55.218		0,99	39.557		0,99	141		0,86
Lc	0,94			0,96			0,34		
Lc _{tb}	0,75								

Bảng 3.7. Sức chịu tải tổng hợp của hàng động: Phong Nha, Thiên Đường, Sơn Đoòng

Sức chịu tải	Hang Phong Nha			Động Thiên đường			Động Sơn Đoòng		
	Khách	Lũ hang	Xuống cấp do nhân sinh	Khách	Lũ hang	Xuống cấp do nhân sinh	Khách	Lũ hang	Xuống cấp do nhân sinh
Lci	0,94	0,80	0,80	0,80	0,80	0,85	0,72	0,80	0,85
Lci _{tb}	Lci5.1 _{tb} = 0,81			Lci5.2 _{tb} = 0,81			Lci5.3 _{tb} = 0,79		
LC _{tb}	0,80								

3.3.7. Sức chịu tải của đối tượng môi trường sinh thái rừng nguyên sinh

- Khái quát

Đối tượng môi trường sinh thái rừng nguyên sinh là một tài nguyên vô giá một trong những giá trị toàn cầu cấu thành di sản Thiên nhiên Thế giới, đó là tính đa dạng sinh học cao, còn tồn tại các loài động vật và thực vật quý hiếm nằm trong sách đỏ thế giới có nguy cơ tuyệt chủng (hình 3.5-3.19). Rừng nguyên sinh Phong Nha-Kẻ Bàng lại phát triển trên một nền địa chất có đá vôi chứa một hệ thống hang động chằng chịt nổi tiếng có danh hiệu là “Phong Nha đệ nhất động” từ hàng trăm năm trước, xen kẽ với đá đá lục nguyên có địa hình- địa mạo đa dạng và có một lịch sử phát triển lâu dài trên 400 triệu năm.

Công thức tính sức chịu tải đối tượng môi trường sinh thái rừng nguyên sinh:

$$Lc6 = 1 - \frac{A6}{B6}$$

Trong đó:

A6 – Là tỷ lệ (%) xuống cấp rừng nguyên sinh do 3 yếu tố tự nhiên và con người gây ra:

- Mức độ xuống cấp do các đoàn khách du lịch picnic: chặt cây cối xung quanh lán trại, lấy củi nấu nướng, xả thải các thứ rác rưởi sau thời gian cắm trại (15%).

- Mức độ xuống cấp do tai biến thiên nhiên: bão, lũ lụt, trượt lở đất trong bối cảnh biến đổi khí hậu cực đoan (10%).

- Mức độ xuống cấp do lâm tặc khai thác gỗ quý nằm trong sách đỏ của thế giới có nguy cơ tuyệt chủng (20%).

- Mức độ xuống cấp do săn bắt trái phép các động vật quý hiếm hoang dã nằm trong sách đỏ thế giới có nguy cơ tuyệt chủng (15%).

B6 - được quy về tiêu chuẩn là 1, lúc đó sức chịu tải tương ứng với các tải lượng tiêu cực là: 0,85;0,90;0,80 và 0,85 (bảng 3.8).

Cuối cùng, sức chịu tải trung bình của đối tượng môi trường sinh thái rừng nguyên sinh là: $Lc6_{tb} = 0,85$ (bảng 3.8).

Nhận xét:

- Môi trường sinh thái rừng nguyên sinh Phong Nha-Kẻ Bàng có một cảnh quan hùng vĩ và huyền bí nhân dân Quảng Bình gọi là “rừng đại ngàn hay rừng thiêng nước độc” ngàn đời đã và đang được bảo tồn nguyên vẹn.

- Mức độ tổn thương tuy còn thấp nên sức chịu tải ($L_{Ctb}=0,85$) vẫn còn cao nhưng với tiêu chí bảo tồn nghiêm ngặt rừng nguyên sinh của UNESCO thì đây là con số bắt đầu cảnh báo cho các nhà quản lý.

- Mức độ tổn thương do thiên tai là điều bất khả kháng nhưng điều đáng nói là hiện nay vẫn còn những hoạt động trái phép của lâm tặc khai thác gỗ quý và những kẻ săn bắn động vật quý hiếm nằm trong sách đỏ của thế giới có nguy cơ diệt chủng đã và đang gây nên những tổn thương không đáng có.

- Hi vọng kết quả nghiên cứu của luận án này sẽ có những đóng góp có hiệu quả làm thay đổi nhận thức và phương thức quản lý hoạt động du lịch khu vực di sản Thiên nhiên Thế giới Phong Nha-Kẻ Bàng như một cuộc cách mạng hết sức nghiêm túc quyết liệt nhưng cũng phải hết sức thông minh và mềm dẻo.

Bảng 3.8. Sức chịu tải tổng hợp của đối tượng môi trường rừng nguyên sinh

Tải lượng tiêu cực	Tải lượng tiêu cực: Xuống cấp do du lịch picnic	Tải lượng tiêu cực: Xuống cấp do tai biến địa môi trường	Tải lượng tiêu cực: Xuống cấp do lâm tặc KT gỗ quý	Tải lượng tiêu cực: Xuống cấp do săn bắt đv quý hiếm
Ai	0,15	0,10	0,20	0,15
Lci	0,85	0,90	0,80	0,85
L_{Ctb}	0,85			



A



B

Hình 3.6. A, B: Cây gù (Ficus callosa) (Ảnh: Lê Huy Cường, 1999)



Hình 3.7. Cây trò nâu
(Ảnh: Nguyễn Mạnh Hà, 1999)



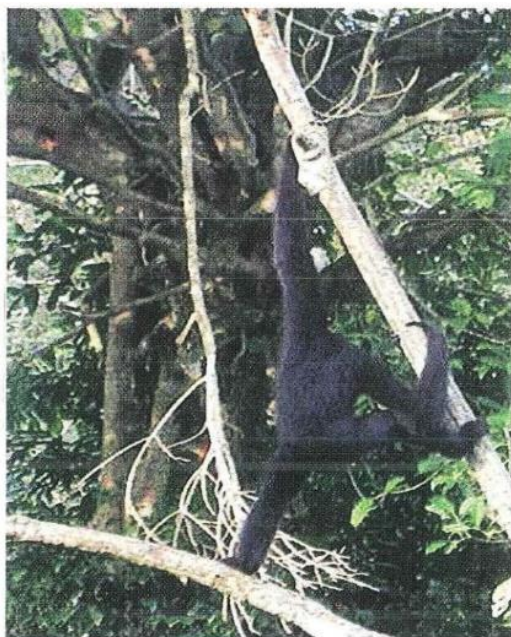
Hình 3.8. Cây cánh sét
(Ảnh: Nguyễn Mạnh Hà, 1999)



Hình 3.9. Chà vá chân đỏ
(Ảnh: Nguyễn Mạnh Hà, 1999)



Hình 3.10. Chà vá chân đỏ
(Ảnh: Tilo Nadler, 1999)



Hình 3.11. Vượn đen má trắng
(Ảnh: Tilo Nadler, 1999)



Hình 3.12. Voọc Hà Tĩnh
(Ảnh: TiloNadler, 1999)



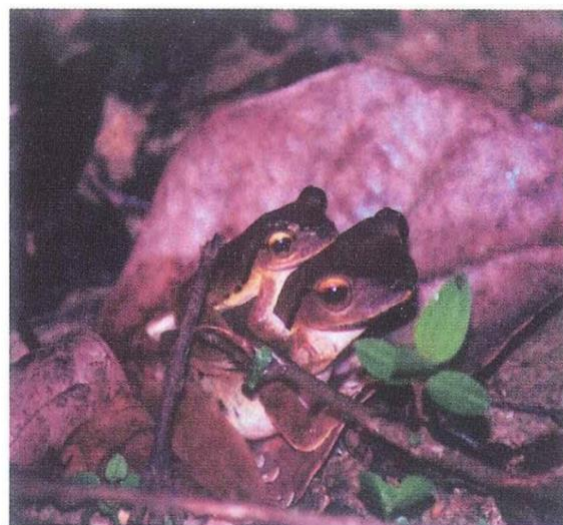
Hình 3.13. Sao la (Ảnh: Viện Điều tra quy hoạch rừng, 1999)



Hình 3.14. Beo lửa đang được cứu hộ tại Vườn Quốc gia Phong Nha-Kẻ Bàng (Ảnh: VNT-CRES, 1999)



Hình 3.15. Khỉ cộc (Ảnh: Thạch Mai Hoàng, 1999)



Hình 3.16. Ếch cây (Ảnh: Nguyễn Mạnh Hà, 1999)



Hình 3.17. Chồn dơi
(Ảnh: Nguyễn Mạnh Hà, 1999)



Hình 3.18. Rắn lục vàng
(Ảnh: Lê Khắc Quyết, 1999)



Hình 3.19. Trăn đất
(Ảnh: VNT-CRES, 1999)



Hình 3.20. Thằn lằn
(Ảnh: VNT-CRES, 1999)

3.3.8. Đánh giá sức chịu tải tổng thể môi trường du lịch của địa-hệ sinh thái

Bảng 3.9. Sức chịu tải trung bình của 6 đối tượng môi trường du lịch

Phong Nha-Kẻ Bàng

Sức chịu tải	Đối tượng mt đất	Đối tượng mt nước	Đối tượng mt không khí	Đối tượng mt CSHT& dịch vụ	Đối tượng mt hang động	Đối tượng mt rừng nguyên sinh
	Lc1	Lc2	Lc3	Lc4	Lc5	Lc6
Lci	0,94	0,45	0,84	0,70	0,80	0,83
L _{Ctb}	0,76					

- Sức chịu tải trung bình môi trường du lịch của toàn bộ địa- hệ sinh thái của Vườn Quốc gia Phong Nha-Kẻ Bàng bằng 0,76 nghĩa là địa-hệ sinh thái này hiện tại còn có khả năng 21% để có thể đầu tư khai thác theo chiều hướng đảm bảo phát triển bền vững.

- Địa-hệ sinh thái của toàn bộ khu Vườn Quốc gia Phong Nha - Kẻ Bàng là một hệ thống ma trận khép kín trong đó 6 đối tượng thành viên của hệ thống có một mối quan hệ chặt chẽ với nhau. Sức chịu tải của địa-hệ sinh thái là tích hợp sức chịu tải của 6 đối tượng thành viên. Mỗi đối tượng thành viên có một thuộc tính riêng, tuy nhiên thuộc tính đó lại phụ thuộc vào điều kiện tự nhiên và tác động của con người. Vì vậy, chúng sẽ có thể thay đổi dịch chuyển theo chiều hướng gia tăng hoặc suy giảm sức chịu tải là phụ thuộc vào sự điều tra nắm vững biến động lưu lượng du khách theo thời gian, tính toán sức chịu tải theo thời gian đó và điều chỉnh hệ thống sao cho tải lượng tiêu cực thực tế (A) luôn luôn nhỏ hơn ngưỡng cho phép (B) ($\frac{A}{B} < 1$).

- Trong 6 đối tượng thành viên của địa-hệ sinh thái Vườn quốc gia Phong Nha-Kẻ Bàng cần lưu ý các đối tượng còn có sức chịu tải cao là: Sức chịu tải môi trường đất (0,9); sức chịu tải của môi trường không khí (0,84); Sức Chịu tải môi trường hang động là 0,80. Trong lúc đó, một vài đối tượng thành viên có sức chịu tải tương đối thấp như: sức chịu tải môi trường nước (0,45); sức chịu tải cơ sở hạ tầng và dịch vụ (0,49).

- Môi trường du lịch của địa hệ-sinh thái Vườn Quốc gia Phong Nha-Kẻ Bàng còn có tiềm năng lớn về sức chịu tải nhưng cần 2 yếu tố: (1) Tập trung đầu tư vào các đối tượng thành viên trọng số và đang có khả năng chịu tải cao; (2) Điều tiết sức chịu tải của hệ thống phát triển mạnh mẽ và bền vững cần đầu tư xây dựng khu Phong Nha như một điểm đến ấn tượng và hấp dẫn có sức cộng hưởng và lan tỏa. Nhà nghỉ khách sạn sang trọng văn minh, ẩm thực ngon mang tính đặc sản để hấp dẫn khách lữ hành đặc biệt là khách quốc tế lưu trú thêm nhiều ngày ở khu vực Phong Nha.

3.4. Tiểu kết chương 3

1. Hai công thức tổng quát tính sức chịu tải đã được điều chỉnh để áp dụng cho đánh giá sức chịu tải 6 đối tượng môi trường du lịch khu di sản Thiên nhiên Thế giới Phong Nha-Kẻ Bàng là:

$$L_c = 1 - \frac{A}{B} \quad (1)$$

$$L_{ctb} = \frac{1}{6} (L_{c1} + L_{c2} + L_{c3} + L_{c4} + L_{c5} + L_{c6}) \quad (2)$$

Trong đó A - Là tải lượng tiêu cực gồm các yếu tố tự nhiên và hoạt động nhân sinh

B - Là tải lượng giới hạn ngưỡng tối đa cho phép: (1) theo QCVN; (2) B=1 khi các tải lượng tiêu cực được đánh giá dưới dạng %.

2. Nghiên cứu sức chịu tải môi trường du lịch khu vực Di sản Thiên Nhiên Thế giới Vườn Quốc gia Phong Nha Kẻ Bàng là vấn đề sống còn trong công tác khai thác và quản lý du lịch theo hướng phát triển bền vững. Để đánh giá sức chịu tải môi trường du lịch cần phải coi Vườn Quốc gia Phong Nha-Kẻ Bàng là một địa-hệ sinh thái (geo-ecosystem), trong đó địa chất và sinh thái có mối quan hệ nhân quả với nhau.

3. Địa hệ (geo) là một nền địa chất phát triển lâu dài hàng trăm triệu năm để tạo ra tính đa dạng về địa chất, đa dạng về địa hình địa mạo và phong cảnh kỹ vĩ độc đáo của hệ thống hang động. Hệ sinh thái (ecosystem) là hệ quả của nền địa chất, địa hình và địa mạo. Vì vậy, giá trị Di Sản Thiên Nhiên Thế Giới Vườn Quốc

gia Phong Nha-Kẻ Bàng không chỉ có vườn thực vật mà là sự tích hợp 2 giá trị trong một của thế giới vô cơ và thế giới hữu cơ.

4. Địa hệ-sinh thái Vườn quốc gia Phong Nha-Kẻ Bàng được cấu thành bởi 7 đối tượng thành viên, mỗi đối tượng thành viên có một khả năng chịu tải khác nhau và được tính theo công thức: $L_c = 1 - \frac{A}{B}$; Trong đó: L_c là sức chịu tải của 1 đối tượng thành viên; A là yếu tố tiêu cực tác động vào môi trường; B là QCVN quy định về ngưỡng cho phép.

5. Các giá trị định lượng về sức chịu tải của các đối tượng thành viên và sức chịu tải trung bình của toàn địa hệ-sinh thái đều lớn hơn 0, trong đó có rất nhiều đối tượng có giá trị $>0,8$. Điều đó chứng tỏ hiện trạng môi trường du lịch của địa hệ-sinh thái Phong Nha-Kẻ Bàng còn có khả năng chịu tải trên ngưỡng tới hạn cho phép.

6. Sức chịu tải của môi trường du lịch có thể được gia tăng nếu ban quản lý du lịch Vườn quốc gia chú ý hơn khâu tổ chức quản lý cơ sở hạ tầng và dịch vụ du lịch đạt tiêu chuẩn quốc tế nhằm tăng lưu lượng khách lưu trú.

CHƯƠNG 4. MÔ HÌNH VÀ PHƯƠNG THỨC QUẢN LÝ DU LỊCH BỀN VỮNG KHU VỰC DI SẢN VƯỜN QUỐC GIA PHONG NHA – KÊ BÀNG

4.1. Quan điểm về quản lý du lịch bền vững

4.1.1. Định nghĩa

Quản lý du lịch bền vững là điều khiển và điều chỉnh một hệ thống các đối tượng môi trường du lịch luôn luôn tạo ra một mối quan hệ cân bằng động giữa 3 đại lượng: (1) Lãi ròng thu được luôn luôn lớn hơn 0 ($NPV > 0$); (2) sức chịu tải của môi trường du lịch luôn luôn lớn hơn 0 ($L_c > 0$) và (3) số lượng du khách không vượt quá giới hạn cho phép ($G_t \leq G_{tmax}$).

Từ định nghĩa đó nhiệm vụ chính trị của Giám đốc quản lý môi trường du lịch khu di sản là phải đóng vai trò chỉ huy một hệ thống với 3 chức năng: (1) Điều hành hành chính; (2) Giám sát; (3) Điều chỉnh hệ thống có điều kiện: (a) $NPV > 0$; (b) $L_{ctb} > 0$ và (c) $G \leq G_{max}$; (d) truyền thông.

4.1.2. Hai điều kiện để môi trường du lịch bền vững:

- L_{ctb} của toàn bộ địa-hệ sinh thái luôn luôn lớn hơn 0,6 ($L_{ctb} > 0,6$).
- Sức chịu tải của 6 đối tượng môi trường có ngưỡng bền vững khác nhau:

- (1) Đối tượng môi trường đất: $L_{c1} > 0,5$
- (2) Đối tượng môi trường môi trường nước: $L_{c2} > 0,5$
- (3) Đối tượng môi trường không khí: $L_{c3} > 0,7$
- (4) Đối tượng môi trường cơ sở hạ tầng và dịch vụ: $L_{c4} > 0,7$
- (5) Đối tượng môi trường du lịch hàng động: $L_{c5} > 0,8$
- (6) Đối tượng môi trường sinh thái rừng nguyên sinh: $L_{c6} > 0,8$

Sáu đối tượng môi trường du lịch này cấu thành một hệ thống địa-hệ sinh thái di sản Phong Nha-Kẻ Bàng. Chúng có mối quan hệ chặt chẽ với nhau (hình 3.1). Tuy nhiên, mỗi đối tượng lại chịu một tải lượng tiêu cực khác nhau:

- Môi trường đất chịu tải một tải lượng tiêu cực là các hợp chất không tan là tàn dư của thuốc trừ sâu bảo vệ thực vật nhưng vô cùng độc hại như: DDT, dieldrin, Endrin Aldrin Heptachol có thứ nguyên mg/m^3 ;

- Môi trường nước chịu tải một tải lượng tiêu cực là các kim loại nặng như chì, asen, thủy ngân, cadimi, ... có thứ nguyên mg/l.
- Môi trường không khí chịu tải một tải lượng các chất độc hại như bụi lơ lửng, bụi PM₁₀ (bụi có kích thước 10mK) (xem hình 4.1), SO₂, NO₂.



Hình 4.1. Ô nhiễm bụi PM₁₀ (có kích thước 10mK) phủ kín như sương mù
(Nguồn: internet).

4.1.2. Hiện trạng công tác quản lý du lịch khu di sản Phong Nha – Kẻ Bàng

Các hình thức tổ chức du lịch hiện tại ở Phong Nha-Kẻ Bàng:

Hiện tại khu vực di sản Phong Nha-Kẻ Bàng có 4 hình thức du lịch được tổ chức cho du khách như sau:

- Tổ chức du lịch mạo hiểm: cho du khách tham quan hang động Sơn Đoòng do công ty OXALIS, JUNGLE BOSS và Trường Thịnh.
- Tổ chức cho du khách tham quan hang động Phong Nha.
- Tổ chức cho du khách tham quan hang động Thiên Đường.
- Tổ chức cho du khách tham quan giả ngoại rừng nguyên sinh (picnic).

Tổ chức cho du khách tham quan hang động Sơn Đoòng

Quy tắc du khách vào tham quan động Sơn Đoòng như sau:

- Đăng ký trước để Ban quản lý sắp xếp;
- Cần có giấy khám sức khỏe;
- Học nội quy của VQG về bảo vệ môi trường, đa dạng sinh học...
- Mỗi chuyến đi chỉ cho phép 10 khách trở lại, 1 hướng dẫn viên du lịch, 1 kiểm lâm, 1 nhân viên của Vườn Quốc gia Phong Nha – Kẻ Bàng theo chuyến đi

vào những chỗ quan trọng và có tính mạo hiểm như Sơn Đoòng luôn có 1 chuyên gia của Hiệp hội hang động Hoàng gia Anh đi theo, đảm bảo khâu an toàn. Vì vậy, trên thực tế cả chục năm qua không xảy ra vụ tai nạn nào đáng kể.

- Các thiết bị vật tư công ty Oxalis mang theo: máy nỏ, củi để nấu ăn, xoong nồi, thực phẩm, lán trại... Họ cũng giúp khách mang vác đồ vật nặng.

- Du khách được phát mũ bảo hiểm có đèn chiếu sáng, đến những chỗ cần thiết phải bảo hiểm thì được phát, dùng xong để lại tại chỗ.

- Tất cả những thứ mang vào trong mỗi chuyến đi, kể cả củi, thực phẩm nếu dùng còn thừa cũng phải mang hết ra khỏi động.

- Du khách được biên chế theo đoàn dưới sự điều khiển của trưởng đoàn, tuyệt đối không lấy bất cứ mẫu vật gì trong hang động như thạch nhũ, măng đá, ngọc động, các thể nhũ viên, phyto-karst. Đồng thời, hướng dẫn viên du lịch và nhân viên vườn quốc gia luôn quản lý, quan sát và nhắc nhở du khách về ý thức chấp hành nội quy của tham quan du lịch không làm đổ vỡ hư hỏng các thành tạo tinh tế, mỏng manh dễ hỏng.

- Kinh phí tham quan mỗi chuyến đi 3.000 USD trong 4 ngày vào động nhưng du khách vẫn đăng ký đông. Lưu lượng khách hiện tại khoảng trên 600 khách/năm.

Tổ chức cho khách tham quan động Phong Nha

- Mua vé tại Ban quản lý;
- Du khách đã mua vé được bố trí xuống thuyền theo từng chuyến;
- Thuyền đưa du khách đến điểm A khách xuống đi bộ tham quan sau đó thuyền ra đầu điểm B đón khách về.

Tổ chức cho du khách tham quan động Thiên Đường

- Đi xe ô tô từ Đồng Hới đến Động Thiên Đường.
- Mua vé tự do ở Ban quản lý và được bố trí vào tham quan theo từng đợt.

Nhận xét:

- Tổ chức chưa chuyên nghiệp:
 - + Khách vào tham quan không tổ chức thành đoàn và không có hướng

dẫn viên du lịch đóng vai trò đoàn trưởng và có nghiệp vụ MC về du lịch hang động (chuyên môn địa chất và tâm linh hang động).

+ Không phổ biến quy chế bảo vệ nghiêm ngặt khu di sản trước khi đưa khách vào tham quan.

- Không có 1 trang tờ rơi giới thiệu ngắn gọn những nét độc đáo của động.

Tổ chức cho du khách tham quan sinh thái

Du lịch sinh thái hiện tại được tổ chức cũng theo đoàn tương tự như đoàn vào tham quan động Sơn Đoòng, nghĩa là du khách phải tự túc mang theo củi và nồi niêu nấu ăn, khi hết thời gian du lịch quy trở ra là phải thu dọn và mang ra tất cả những đồ dùng gì đã mang vào để trả lại môi trường trong sạch như cũ.

4.1.3. Hiệu quả kinh tế

Trong 20 năm, từ khi được công nhận là di sản thiên nhiên thế giới (2003), hoạt động du lịch bền vững tại Phong Nha – Kẻ Bàng đã mang lại hiệu quả kinh tế và những giá trị tích cực cho xã hội.

- Phong Nha - Kẻ Bàng đã thực sự trở thành điểm đến hấp dẫn tại Việt Nam; trái tim du lịch và được quy hoạch trở thành Khu du lịch Quốc gia, xác định là một trong hai trung tâm động lực tăng trưởng của tỉnh trong Quy hoạch tỉnh Quảng Bình thời kỳ 2021 – 2030, tầm nhìn đến năm 2050.

Đa dạng hóa các sản phẩm du lịch, hình thành các sản phẩm đặc trưng, phát huy lợi thế so sánh về tài nguyên. Đến nay Phong Nha - Kẻ Bàng đã có 17 tuyến, điểm du lịch đi vào hoạt động với nhiều loại hình du lịch phong phú, đa dạng như khám phá thiên nhiên, khám phá hang động, Camping, Trecking, Zipline,... Trong đó, có các sản phẩm thương hiệu đẳng cấp thế giới như Chinh phục Sơn Đoòng – hang động lớn nhất thế giới, tạo lập thương hiệu Vương quốc hang động, cơ sở để tỉnh định hướng xây dựng Quảng Bình trở thành trung tâm du lịch mạo hiểm của Châu Á.

- Tổng lượng khách đến tham quan tại VQG Phong Nha - Kẻ Bàng trong 20 năm qua đạt trên 9,5 triệu lượt khách (trong đó khách quốc tế trên 1,1 triệu lượt); doanh thu từ phí và lệ phí đạt trên 1.742 tỷ đồng. Đóng góp cho sự tăng trưởng vượt

bậc của du lịch Quảng Bình đặc biệt là trong giai đoạn 2015 – 2019 và sự phục hồi, tăng trưởng sau dịch Covid-19.

4.2. Mô hình quản lý du lịch bền vững khu vực Phong Nha – Kẻ Bàng

4.2.1. Phân tích chi phí lợi ích kinh tế (cost benefit analysis) về khai thác du lịch khu di sản Phong Nha-Kẻ Bàng

Trên cơ sở áp dụng công thức với t là số năm thực hiện dự án, ta sẽ tính được các giá trị chi phí, lợi ích của từng kịch bản như sau:

- Giá trị hiện tại ròng, NPV (Net Present Value) là giá trị lợi ích ròng qua các năm đã được quy đổi về giá trị tiền tệ của năm cơ sở.

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{(B't - C't)}{(1+r)^t}$$

Trong đó: t biến thiên từ năm 0 đến năm n là số năm tồn tại của dự án; Bt : Giá trị lợi ích mà dự án đem lại ở năm t ; Ct : Chi phí tại năm t để dự án hoạt động (bao gồm chi phí sản xuất và các chi phí môi trường, hay nói cách khác là tổng chi phí mà xã hội phải gánh chịu); r : lãi suất chiết khấu cho suốt thời gian hoạt động của dự án.

- Nếu NPV dương thì dự án khả thi bởi vì lãi suất chiết khấu là chi phí cơ hội của dự án. Vì vậy, nếu đã khấu trừ chi phí cơ hội mà vẫn có lời thì dự án có lợi tức kinh tế. Nếu $NPV < 0$ thì không nên thực hiện dự án vì nó gây ra các chi phí thiệt hại về môi trường và xã hội.

$$B/C = \frac{\sum_{t=0}^n Bt}{\sum_{t=0}^n Ct}$$

- Tỷ suất lợi ích chi phí (B/C) là tỷ lệ so sánh giữa lợi ích thu về và chi phí bỏ ra. Nếu $B/C > 1$ thì dự án khả thi; nếu B/C càng cao thì dự án càng có tính khả thi. Nếu $B/C < 1$, dự án không hiệu quả, nên không thực hiện.

Vườn quốc gia Phong Nha - Kẻ Bàng sở hữu tài sản vô giá của thiên nhiên ban tặng là đa dạng sinh học, có hệ thống động thực vật đa dạng, độc đáo với nhiều nguồn gen quý hiếm. Tiêu biểu nhất là vùng Karst Phong Nha - Kẻ Bàng với các khu rừng nhiệt đới nguyên sinh ẩn chứa nhiều tiềm năng của tự nhiên. Ngoài ra,

Phong Nha - Kẻ Bàng còn là địa điểm nổi tiếng với hệ thống các hang động dài và đẹp nhất thế giới, do đó tiềm năng du lịch của khu vực này là rất lớn. Lượng khách du lịch trung bình hàng năm trong giai đoạn từ 2015- 2019 là 824.427 người/năm. Tốc độ tăng khách du lịch là 1,3%/năm.

Chi phí, lợi ích qua các năm giả định tăng bằng với tỷ lệ lạm phát cho giai đoạn 2016-2020 là 6%/năm (Viện nghiên cứu kinh tế và chính sách, 2016). Chuỗi thời gian hoạt động của dự án sử dụng để tính toán cho kịch bản này là 50 năm, $t=50$ năm. Xác định chi phí, lợi ích của dự án được thể hiện như sau:

Bảng 4.1. Tính toán chi phí đầu tư phát triển du lịch

	Chi phí	Thành tiền (tỷ đồng)
Đầu tư ban đầu	- C(0) chi phí đầu tư cơ sở hạ tầng	88,89
Khoản hàng năm	- C(1) chi phí vận hành hàng năm: trả lương nhân công, vệ sinh, quản lý, bảo vệ,	18,55
	- C (2) chi thay duy tu, bảo dưỡng, sửa chữa, thay thế thiết bị đồ đạc... hàng năm	2,0
	- C(3) chi phí xử lý, thu dọn rác thải của khách du lịch, (1kg/người/ngày)=số khách*số rác*số ngày*chi phí	= 824.427 * 1 kg* 4,5 *5.000 = 18.549.607.000 đồng (18,549 tỷ đồng)
	- C(4) chi phí điện, chi phí nước (khai thác nguồn nước ngầm phục vụ du lịch)	3,253
	- C(5) chi phí áp lực môi trường (ON không khí, giao thông tắc nghẽn, ON nước thải...)	5,176
TỔNG: C(1)+C(2)+C(3)+C(4)+C(5)		47,528

(Nguồn: Ban Quản lý Vườn quốc gia Phong Nha - Kẻ Bàng,
UBND tỉnh Quảng Bình)

Trong đó, chi phí áp lực môi trường được tham khảo từ chi phí xử lý môi trường nước tại điểm du lịch Vịnh Hạ Long.

Bảng 4.2. Chi phí xử lý nước thải

(Đơn vị: triệu đồng/tấn)

Chất	Tổng tải lượng năm 2015	Chi phí xử lý Năm 2015	Thành tiền (tỷ đồng)
COD	27,375	1,14	31,21
BOD	32,85	1,14	37,449
N-T	14,6	9,1	132,86
P-T	1,825	45,492	83,022
As	0,001	3791,07	4,1514
Hg	0,0007	75821,5	55,349
Pb	1,168	2153,44	2.515,21
Zn	2,56	50,55	129,155
Cu	1.28	606,56	774,88
TSS	51,1	1,72	87,89
Tổng chi phí xử lý nước thải C(5.1)			3.851,0
Chi phí thiệt hại về ô nhiễm không khí, áp lực đông đúc C(5.2)			1.325,0
TỔNG C(5)= C(5.1)+ C(5.2)			5.176,0

(Nguồn: phân tích chi phí lợi ích của các phương án quản lý chất thải ven biển tại

Vịnh Hạ Long giai đoạn 2011-2020, 2012)

Chi phí hàng năm của dự án là 47,528 tỷ đồng. Để tính chi phí cho năm tiếp theo thì ta nhân với tốc độ tăng 6%/năm (chỉ số CPI trong giai đoạn 2016-2020), được coi là tốc độ tăng của chất thải và tốc độ tăng khách du lịch hàng năm là 1,3%/năm. Nên năm thứ hai hoạt động của dự án chi phí tăng lên thành $47,528 * 1.06 * 1.013 = 51,035$ tỷ đồng. Sau đó, chi phí này được nhân với tỷ lệ chiết khấu $(1+r)^t$ để quy giá trị đồng tiền ở các thời điểm tương lai về giá trị hiện tại. Do đó, chi phí của năm thứ hai sau khi chiết khấu là $51,035 / (1+0.07)^2 = 44,576$ tỷ đồng. Tương tự cho các năm tiếp theo. Cuối cùng, tổng chi phí chiết khấu là chi phí của 15 năm và năm 0 (năm đầu tư ban đầu của dự án) là:

$$\sum_{t=0}^{50} C = 788.421 \text{ triệu đồng.}$$

- Lợi ích từ hoạt động du lịch:

Căn cứ vào bảng số liệu về tình hình khách du lịch để ước tính tốc độ tăng và lượng khách du lịch trong tương lai. Số lượng khách quốc tế trung bình là 156.120 khách nội địa trung bình 668.307 lượt mỗi năm. Tốc độ tăng khách du lịch là 1,3%/năm.

Bảng 4.3. Thống kê lượng khách du lịch hàng năm của Vườn quốc gia Phong Nha – Kẻ Bàng

Năm	Tổng lượng khách đến Vườn quốc gia			Tổng doanh thu (triệu đồng)
	Tổng khách	Trong nước	Quốc tế	
2015	695,742	614,305	81,437	124,800
2016	705,042	622,632	82,410	117,500
2017	759,084	629,729	129,335	149,000
2018	865,594	697,604	167,990	269,000
2019	953,113	780,229	172,884	295,000

(Nguồn: Báo cáo quản lý rừng bền vững Vườn quốc gia Phong Nha – Kẻ Bàng giai đoạn 2021 – 2030, UBND tỉnh Quảng Bình)

Chi tiêu của một khách du lịch bao gồm tiền thuê phòng, tiền ăn uống, tiền đi lại, chi phí tham quan, chi mua hàng hóa, quà lưu niệm, chi dịch vụ văn hóa thể thao, chi phí y tế, và các khoản chi khác. Ước tính hàng năm doanh thu trung bình là 237.000 triệu đồng. Tương tự, lợi ích tăng bằng với tốc độ tăng lạm phát là 6%/năm, và tốc độ tăng khách du lịch là 1,3%/năm nên lợi ích năm thứ hai của dự án là: 254.486 triệu đồng, tính thêm tỷ lệ chiết khấu, ta có lợi ích quy về năm cơ sở là 221.495 triệu đồng. Các năm tiếp theo tính tương tự. Cuối cùng, tổng lợi ích sau chiết khấu là 3.405.861 triệu đồng.

Chỉ tiêu giá trị hiện tại ròng được tính bằng cách tổng lợi ích sau chiết khấu trừ đi tổng chi phí sau chiết khấu và bằng 2.617.440 triệu đồng > 0.

Chỉ tiêu B/C được tính bằng cách lấy tổng lợi ích sau chiết khấu chia cho tổng chi phí sau chiết khấu và được kết quả có tỷ số bằng >1. Ta có bảng kết quả như sau:

Bảng 4.4: Tính toán các chỉ tiêu NPV và B/C cho kịch bản phát triển du lịch

TT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Giá trị
1	Giá trị hiện tại ròng (NPV)	Triệu đồng	2.617.440
2	Tỷ suất B/C >1		4,32

Như vậy, dưới góc độ xã hội, nhà quản lý nên cho phép thực hiện dự án.

** Phân tích chi phí lợi ích khai thác hang Phong Nha (2013-2023) (bảng 4.5)*

Bảng 4.5. Phân tích chi phí lợi ích của việc phát triển du lịch Hang Phong Nha trong thời gian từ 2013 – 2023

Chi phí	Thành tiền (VNĐ)
Chi phí vận hành: trả lương nhân công, vệ sinh, quản lý, bảo vệ	94.254.730.194
Chi phí duy tu, sửa chữa, thay thế thiết bị đồ đạc	9.908.830.610
Chi phí xử lý rác thải	91.837.942.240
Chi phí áp lực môi trường	45.677.292.325
Tổng chi phí	241.678.795.369
Tổng chi phí chiết khấu (C)	167.391.295.061
Lợi ích	Thành tiền (VNĐ)
Phí tham quan	357.118.691.761
Thu dịch vụ	132.084.995.583
Tổng lợi ích	489.203.687.344
Tổng lợi ích chiết khấu (B)	338.315.543.528
NPV=B-C	170.924.248.467
B/C	2,02

(Nguồn: Ban quản lý Vườn quốc gia Phong Nha – Kẻ Bàng)

Phân tích chi phí lợi ích khai thác hang Thiên Đường (2013-2023) (bảng 4.6)

Bảng 4.6. Phân tích chi phí, lợi ích khu du lịch Hang Thiên Đường trong thời gian từ 2013 – 2023

Chi phí	Thành tiền (VNĐ)
Chi phí vận hành: trả lương nhân công, vệ sinh, quản lý, bảo vệ	62.087.719.277
Chi phí duy tu, sửa chữa, thay thế thiết bị đồ đạc	9.908.830.610
Chi phí xử lý rác thải	60.495.726.475
Chi phí áp lực môi trường	30.088.663.957
Tổng chi phí	159.199.280.198
Tổng chi phí chiết khấu (C)	109.788.348.868
Lợi ích	Thành tiền (VNĐ)
Phí tham quan	183.539.043.902
Thu dịch vụ	27.425.374.376
Tổng lợi ích	489.203.687.344
Tổng lợi ích chiết khấu (B)	210.964.418.278
NPV=B-C	34.936.891.522
B/C	1,32

(Nguồn: Ban quản lý Vườn quốc gia Phong Nha – Kẻ Bàng)

Phân tích chi phí lợi ích khai thác động Sơn Đoòng (2013-2023) (bảng 4.7)

Bảng 4.7. Phân tích chi phí, lợi ích khu du lịch Hang Sơn Đoòng trong thời gian từ 2013 – 2023

Chi phí	Thành tiền (VNĐ)
Chi phí vận hành: trả lương nhân công, vệ sinh, quản lý, bảo vệ	324.532.966
Chi phí duy tu, sửa chữa, thay thế thiết bị đồ	34.117.568

đặc	
Chi phí xử lý rác thải	316.211.608
Chi phí áp lực môi trường	157.273.668
Tổng chi phí	832.135.809
Tổng chi phí chiết khấu (C)	576.650.192
Lợi ích	Thành tiền (VNĐ)
Phí tham quan	261.031.022.603
Thu dịch vụ	213.570.836.675
Tổng lợi ích	474.601.859.278
Tổng lợi ích chiết khấu (B)	340.321.065.628
NPV=B-C	339.744.415.436
B/C	590,17

(Nguồn: Ban Quản lý Vườn quốc gia Phong Nha – Kẻ Bàng)

Đánh giá chung

Qua phân tích chi phí lợi ích của việc khai thác du lịch khu vực ba hang động bao gồm: Phong Nha, Thiên Đường và Sơn Đoòng trong khoảng thời gian 10 năm từ 2013 đến năm 2023, một số nhận xét được rút ra như sau:

- Về tổng thể, các dự án phát triển du lịch tại Phong Nha, Động Thiên Đường và Hang Sơn Đoòng đều mang lại lợi ích lớn hơn chi phí. Tỷ số lợi ích/chi phí (B/C ratio) của cả 3 dự án đều lớn hơn 1.

- Trong đó, dự án Hang Sơn Đoòng có tỷ số B/C cao nhất, đạt 590,17. Điều này cho thấy dự án Hang Sơn Đoòng mang lại hiệu quả kinh tế rất cao.

- Về chi phí: Dự án Hang Phong Nha có tổng chi phí lớn nhất (167 tỷ đồng), tiếp đến là Động Thiên Đường (110 tỷ đồng) và Hang Sơn Đoòng thấp nhất (576 triệu đồng). Sự chênh lệch về chi phí giữa các dự án phản ánh quy mô và tính chất hoạt động khác nhau.

- Về lợi ích: Hang Sơn Đoòng dù có chi phí thấp nhưng lại mang lại lợi ích cao nhất 340 tỷ đồng, nhờ vào doanh thu từ phí tham quan và dịch vụ du lịch rất lớn. Tiếp đến là Hang Phong Nha 338 tỷ đồng và Động Thiên Đường 211 tỷ đồng.

- Nhìn chung, việc đầu tư phát triển du lịch tại Vườn quốc gia Phong Nha -

Kẻ Bàng là hết sức cần thiết và mang lại hiệu quả kinh tế - xã hội rõ rệt. Trong đó, tập trung khai thác tiềm năng Hang Sơn Đoòng sẽ đem lại lợi ích rất lớn với chi phí đầu tư thấp.

- Để tối đa hóa lợi ích, cần có chiến lược quản lý và phát triển du lịch bền vững, hạn chế tác động tiêu cực tới môi trường sinh thái và bảo tồn đa dạng sinh học của khu vực.

4.2.2. Phân tích mối quan hệ biện chứng giữa giá trị lãi ròng (NPV), Sức chịu tải (Lc) và lưu lượng khách (xem hình 4.2, 4.3)

Trong bối cảnh du lịch tại khu vực Phong Nha – Kẻ Bàng đang dần thu hút thêm nhiều du khách và việc phát triển du lịch được tỉnh Quảng Bình đặt lên hàng đầu như một động lực kinh tế, vấn đề cân bằng giữa lợi ích kinh tế và tác động đến môi trường, xã hội - được thể hiện qua mối quan hệ biện chứng giữa giá trị lãi ròng (NPV) và sức chịu tải (Lc) - càng trở nên quan trọng và cấp thiết.

Về mặt kinh tế, NPV được xem là một trong những tiêu chí đánh giá hiệu quả đầu tư hàng đầu trong việc lựa chọn các dự án nhằm phát triển kinh tế. NPV đại diện cho tổng lợi ích ròng của một dự án, bao gồm doanh thu từ hoạt động kinh tế trừ đi các chi phí đầu tư và vận hành. Khi NPV càng cao, dự án càng có khả năng thu hút nguồn vốn đầu tư do mang lại hiệu quả kinh tế tốt. Điều này giúp các nhà đầu tư, doanh nghiệp và các cơ quan quản lý nhà nước có căn cứ để lựa chọn, đầu tư và quản lý các dự án một cách hiệu quả.

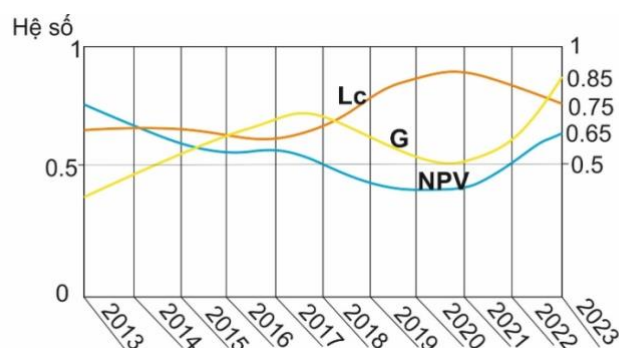
Tuy nhiên, nếu chỉ tập trung vào việc tối đa hóa NPV mà không quan tâm đến những tác động của các hoạt động kinh tế đến môi trường và xã hội, sẽ dẫn đến nhiều hệ lụy tiêu cực trong dài hạn. Ta có thể thấy, với kịch bản khai thác đá vôi và khai thác rừng tự nhiên tại khu vực Phong Nha – Kẻ Bàng đã được nêu ở trên, kết quả tính toán cho thấy NPV đạt giá trị thấp hoặc âm khi so sánh với kịch bản phát triển du lịch. Khi phân tích kỹ ta có thể thấy chi phí cho việc cải tạo và phục hồi môi trường của các dự án này là rất lớn, ảnh hưởng đến NPV của dự án. Bên cạnh đó, những dự án có tác động xấu đến môi trường và cảnh quan không chỉ làm suy giảm chất lượng trải nghiệm du lịch mà còn ảnh hưởng đến sự phát triển bền vững

của toàn ngành.

Do đó, bên cạnh NPV, yếu tố sức chịu tải (Lc) cũng cần được cân nhắc đến khi phát triển du lịch. Lc đại diện cho mức độ phát triển du lịch mà môi trường tự nhiên và xã hội có thể chịu đựng được mà không bị quá tải. Khi Lc bị vượt quá, sẽ dẫn đến những tác động tiêu cực như ô nhiễm, suy giảm đa dạng sinh học, thay đổi văn hóa và lối sống của cộng đồng địa phương.

Để đạt được sự phát triển du lịch bền vững, cần tìm ra sự cân bằng giữa NPV và Lc. Các nhà hoạch định chính sách và quản lý du lịch cần cân nhắc kỹ lưỡng giữa lợi ích kinh tế và tác động môi trường, xã hội khi ra quyết định. Điều này đòi hỏi phải có những nghiên cứu khoa học, đánh giá tác động cẩn thận, và xây dựng các chính sách, quy hoạch phát triển du lịch phù hợp với điều kiện và khả năng chịu đựng của từng địa phương.

Tóm lại, mối quan hệ biện chứng giữa NPV và Lc đóng vai trò then chốt trong việc đạt được sự phát triển du lịch bền vững. Các quyết định phát triển du lịch cần dựa trên cả hai yếu tố NPV và Lc, nhằm mang lại hiệu quả kinh tế trong khi vẫn đảm bảo khả năng chịu đựng của môi trường và xã hội. Mô hình quản lý nên được tiến hành xây dựng khi dự án khả thi nghĩa là đáp ứng 2 điều kiện: (1) Giá trị lãi ròng lớn hơn 0 ($NPV > 0$) và tỷ số thu/chi lớn hơn 1 ($B/C > 1$); (2) Sức chịu tải (Lc) của toàn địa hệ (Geo-ecosystem) lớn hơn 0 ($Lc = 1 - A/B$). Chỉ khi có sự cân bằng và phối hợp hài hòa giữa hai mục tiêu này, ngành du lịch mới có thể phát triển một cách bền vững và lâu dài.



Hình 4.2. Sự biến thiên các giá trị NPV, Lc và Gt của khu du lịch Phong Nha-Kẻ Bàng trong thời gian từ 2013 đến 2023 (Lê Nam, Trần Nghi, 2024)

4.2.3. Đề xuất mô hình quản lý du lịch bền vững di sản Thiên nhiên Thế giới Phong Nha-Kẻ Bàng

* Mô hình quản lý du lịch bền vững bao gồm:

(1) Tạo bộ khung bộ máy quản lý:

- + 01 Giám đốc điều hành chung
- + 03 Phó giám đốc:
 - + Phó giám đốc về tổ chức
 - + Phó giám đốc quản lý nghiệp vụ kỹ thuật
 - + Phó giám đốc truyền thông

- Các phòng chức năng: 5 phòng

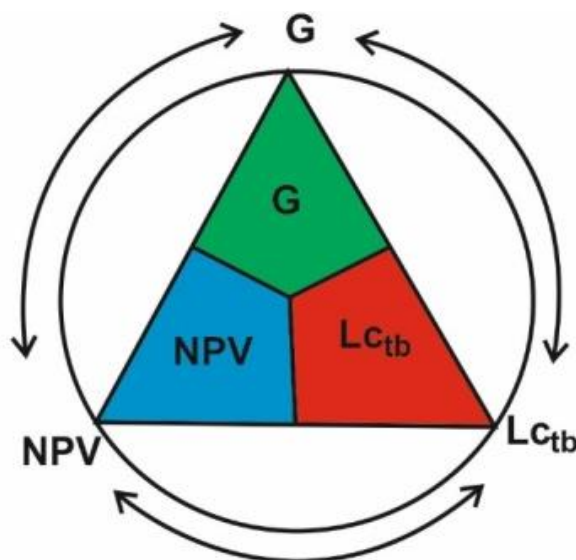
+ Phòng nghiệp vụ: tính toán và điều chỉnh cân bằng động 3 đại lượng: $NPV \gg 0$; $L_c \gg 0$, $G_t \leq G_{t_{\max}}$ (hình 4.3; 4.4).

+ Phòng an ninh: quản lý giám sát về chính trị và tính bảo tồn nguyên vẹn của khu di sản (hình 4.5).

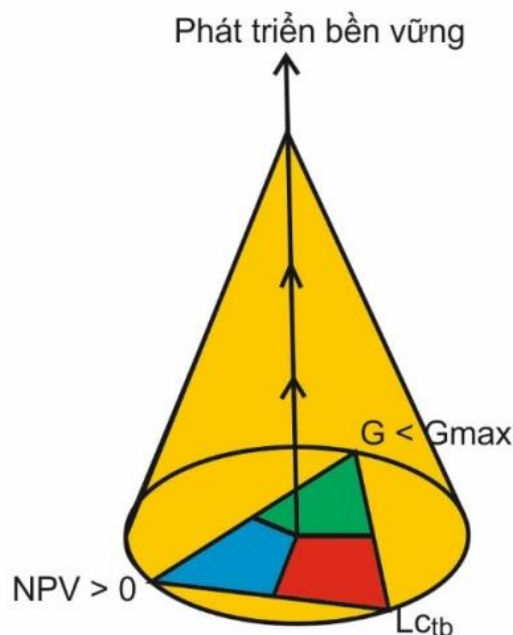
+ Phòng kỹ thuật công nghệ: chuyên tổ chức giải quyết các sự cố và nâng cấp chất lượng.

+ Phòng tổ chức điều hành: hoạt động tham quan của du khách và điều vận các phương tiện ô tô thuyền bè đưa đón khách.

+ Phòng truyền thông.



Hình 4.3. Sơ đồ biểu diễn mối quan hệ giữa NPV, Lc và Gt
(Lê Nam, Trần Nghi, 2024)



Hình 4.4. Mối quan hệ cân bằng động giữa 3 đại lượng: lợi nhuận lãi ròng lớn hơn 0 ($NPV > 0$), Sức chịu tải của tất cả các đối tượng môi trường du lịch lớn hơn 0,6 ($L_{ctb} > 0,6$) và số lượng du khách nhỏ hơn số lượng du khách tối đa cho phép ($G < G_{max}$) (Lê Nam, Trần Nghi, 2024)



A



B

Hình 4.5. Một số thành tạo của thạch nhũ và măng đá có hình dạng kỳ dị độc đáo.

A - Rừng măng đá travertin phát triển trên nền địa hình gồ ghề kết tủa $CaCO_3$. Mỗi cây măng đá có hình cây măng vầu, hình cái oản mọc thẳng lên trời vuông góc với sàn hang. Rừng măng đá phát triển trên một sàn hang gồ ghề đều đặn; mỗi một điểm nhô cao là mầm kết tủa của carbonat calci chứa sét trong mùa mưa. Khu vực phát triển rừng măng đá luôn luôn có 2 chế độ luân phiên: mùa nước

ngập tạo nên như một cái hồ nước luôn luôn dao động và các măng đá kết tựa cao dần và vót nhọn khi nước dâng cao và kết tựa to dần xuống gốc khi mực nước cạn dần.

B - Một góc phong cảnh huyền bí của động Thiên Đường: Một chùa tháp cổ kính được xây cao sừng sững giữa đất trời mênh mông; đó là một cột măng đá khổng lồ màu nâu vàng chứng tỏ đá vôi động Thiên Đường thuộc đá vôi chứa sét. Vòm trời xanh lơ nhẵn bóng điểm những gợn mây vàng, đó là dấu tích của quá trình bào mòn cơ học và hoà tan hoá học của trần đá vôi màu xanh bởi các dòng lũ lớn hàng năm. Những áng mây vàng tựa như lơ lửng giữa bầu trời là các đám thạch nhũ chứa sét đã dừng phát triển do trần hang đã bị bịt kín khe nứt.

Khai thác tối đa và bền vững lợi ích của kinh tế du lịch đáp ứng 3 điều kiện: (1) Giá trị lãi ròng lớn hơn 0 ($NPV > 0$) và tỷ số thu/chi lớn hơn 1 ($B/C > 1$); (2) Sức chịu tải (L_c) của toàn địa hệ (Geo-ecosystem) lớn hơn 0 ($L_c > 0$); (3) Bảo vệ nghiêm ngặt hiện trạng nguyên thủy của khu di sản.

Mô hình quản lý du lịch bền vững là do Giám đốc Sở văn hoá du lịch của tỉnh chuẩn y và điều hành phối kết hợp với Ban quản lý Vườn quốc gia và Tổng Công Ty Du lịch. [8,16,20]

Bảng 4.8. Giá trị sức chịu tải của các đối tượng môi trường du lịch khu vực Phong Nha-Kẻ Bàng và giá trị L_{ctb} của toàn địa-hệ sinh thái

Sức chịu tải các đối tượng môi trường du lịch	Lc1 Đối tượng môi trường đất	Lc2/1 Đối tượng môi trường nước mặt	Lc2/2 Đối tượng môi trường nước	Lc3 Đối tượng môi trường không khí	Lc4 Đối tượng môi trường CSHT & DV	Lc5 Đối tượng môi trường hang động	Lc6 Đối tượng môi trường rừng nguyên sinh	NPV (tỷ đồng) (2013-2023)		
$L_{Ci_{tb}}$	0,94	0,41	0,49	0,84	0,66	0,80	0,85	Phong Nha	Thiên Đường	Sơn Đoòng
$L_{C_{tb}}$	0,85							171	35	339

- Thành lập Ban quản lý Vườn quốc gia Phong Nha – Kẻ Bàng là đơn vị sự

nghiệp công lập trực thuộc UBND tỉnh và chú trọng tập trung hoàn thiện bộ máy, nâng cao năng lực của cán bộ, nhân viên để thực hiện tốt công tác bảo tồn và phát huy giá trị di sản.

- Hoàn thiện hệ thống các văn bản pháp lý cho phát triển du lịch bền vững: Quy hoạch tổng thể phát triển Khu du lịch quốc gia Phong Nha – Kẻ Bàng đến năm 2030 tại QĐ 2128/QĐ-TTg ngày 29/12/2017; Chỉ thị số 39-CT/TU ngày 07/01/2020 của Ban Thường vụ Tỉnh ủy về đẩy mạnh công tác bảo tồn và phát huy giá trị Di sản thiên nhiên thế giới Vườn Quốc gia Phong Nha - Kẻ Bàng; Kế hoạch số 1061/KH-UBND ngày 19/6/2020 của UBND tỉnh về thực hiện Chỉ thị số 39-CT/TU, Ban Quản lý Vườn Quốc gia Phong Nha - Kẻ Bàng.

Phương án quản lý rừng bền vững Vườn Quốc gia Phong Nha – Kẻ Bàng giai đoạn 2021 – 2030; xây dựng Đề án du lịch sinh thái nghỉ dưỡng, giải trí giai đoạn 2021 – 2030 đang trong quá trình trình phê duyệt và tiến hành các thủ tục theo quy định của Luật Lâm nghiệp.

- Sau khi đủ điều kiện công nhận Khu du lịch Quốc gia sẽ tiếp tục kiện toàn bộ máy tổ chức của Ban quản lý Khu du lịch Quốc gia để đảm bảo công tác quản lý, phát huy giá trị di sản đảm bảo theo mô hình quản lý khu du lịch quốc gia, phù hợp với các công ước, văn bản của UNESCO, IUCN.

** Tổ chức điều hành*

- Giữ mối tương quan giữa đại lượng NPV (lợi ích ròng) và L_c (sức chịu tải):

- + Luôn giữ được cân bằng động tương quan giữa các đại lượng $NPV > 0$ và $L_{ctb} > 0,6$
- + Luôn coi lưu lượng khách là biến số còn NPV và L_{ctb} là hàm số: $NPV = f(D_k)$; $L_c = f(D_k)$.

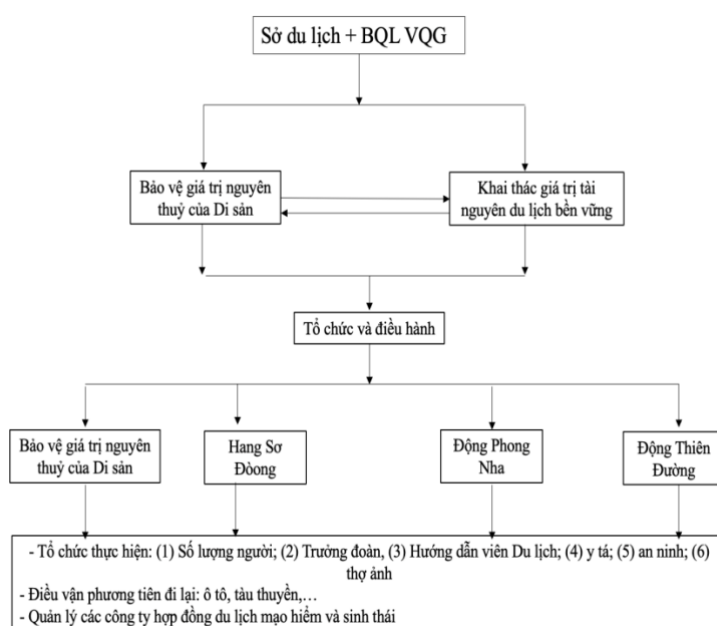
- Bảo vệ nghiêm ngặt tính bảo tồn nguyên thủy của khu di sản:

- + Không làm thay đổi mất đi tính bảo tồn nguyên thủy của phong cảnh trong các hang động và rừng nguyên thủy: (1) không làm cáp treo vào hang Sơn Đòong; (2) Không đập phá các di chỉ địa chất độc đáo trong các hang Phong Nha, và Thiên Đường; (3) không làm đường ô tô vào rừng nguyên sinh mà chỉ làm

đường đi bộ hẹp lát đá, nếu đường dốc phải có tay vịn.

+ Quản lý du khách không được đập phá lấy mẫu thạch nhũ, ngọc động và măng đá trong các hang động; đối với khách du lịch sinh thái không được chặt cây 2 bên đường đi bộ vào rừng sâu, không lấy củi trong rừng để nấu ăn mà phải tự túc mang theo. Sau thời gian lưu trú trong rừng du khách phải mang hết ra khỏi rừng những gì đã mang vào không để lại dấu vết gì ảnh hưởng đến tình nguyên sinh của rừng.

Khai thác tối đa và bền vững lợi ích của kinh tế du lịch đáp ứng 3 điều kiện: (1) Giá trị lãi ròng lớn hơn 0 ($NPV \gg 0$) và tỷ số thu/chi lớn hơn 1 ($B/C > 1$); (2) Sức chịu tải (L_c) của toàn địa hệ (Geo-ecosystem) lớn hơn 0 ($L_c \gg 0$); (3) Bảo vệ nghiêm ngặt hiện trạng nguyên thủy của khu di sản.



Hình 4.6. Sơ đồ mô hình tổ chức điều hành Vườn Quốc gia Phong Nha – Kẻ Bàng (Lê Nam, Trần Nghi, 2024)

* *Tham quan hang động gồm các nội dung sau:*

- Tổ chức nghe phổ biến nội quy, quy chế vào tham quan hang động.
- Tổ chức các đoàn vào tham quan: có 1 đoàn trưởng phụ trách đoàn và mua vé vào tham quan quan. Số lượng mỗi đoàn do Ban quản lý quyết định.
- BQL cử một hướng dẫn viên du lịch. Hướng dẫn viên phải có trình độ sau:

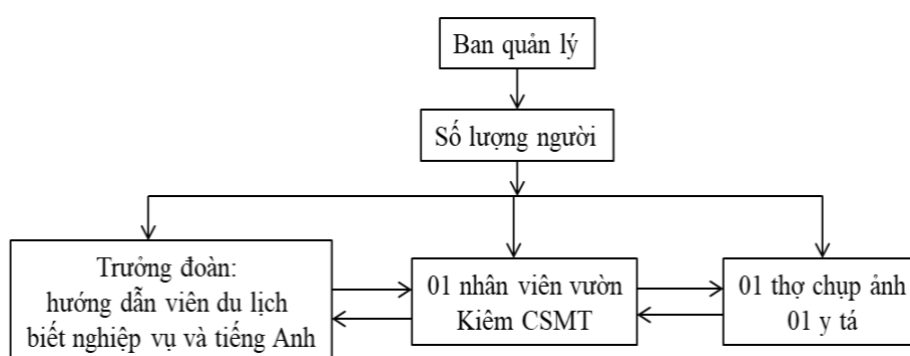
có nghiệp vụ MC du lịch; hiểu biết về địa chất hang động và tâm linh; biết giao dịch tiếng Anh với người nước ngoài.

- Người hướng dẫn viên là người có trách nhiệm cao nhất như một đoàn trưởng quản lý và hướng dẫn du khách tham quan từ khi xuống thuyền đến khi trở về bến.

- Mỗi đoàn bố trí một thợ ảnh có 2 chức năng: (a) chụp ảnh theo yêu cầu du khách; (b) Làm nhiệm vụ cảnh sát môi trường quản lý du khách chấp hành nghiêm túc nội quy quy chế tham quan hang động, không để một du khách nào tự ý đập đá lấy mẫu đá vôi, thạch nhũ, măng đá, travertin và ngọc động...

- Mỗi đoàn bố trí 1 y tá chăm sóc sức khỏe cho du khách.

* *Quản lý du lịch sinh thái*



Hình 4.7. Sơ đồ mô hình quản lý du lịch sinh thái (picnic) Vườn Quốc gia Phong Nha – Kẻ Bàng (Lê Nam, Trần Nghi, 2024)

Tổ chức thực hiện như sau:

- Ban quản lý là đơn vị quản lý chung của hoạt động du lịch sinh thái. Ban quản lý sẽ quản lý số lượng người tham gia các tour du lịch sinh thái.

- Trưởng đoàn (hướng dẫn viên du lịch): là người có khả năng ngoại ngữ (tiếng Anh) và am hiểu nghiệp vụ hướng dẫn du lịch. Hướng dẫn viên sẽ dẫn đoàn khách tham quan các điểm du lịch sinh thái.

- Nhân viên vườn: người quản lý, bảo vệ các khu vực tham quan trong vườn quốc gia/khu bảo tồn. Đồng thời là cảnh sát môi trường ngăn chặn các hành vi phá hoại thiên nhiên.

- Thợ chụp ảnh: người chụp ảnh đẹp về cảnh quan thiên nhiên cho khách

trong các tour du lịch.

- Y tá: người có kiến thức y tế để xử lý các tình huống cấp cứu, bệnh đột xuất cho du khách trong quá trình tham quan du lịch.

Như vậy, mô hình quản lý này nhằm đảm bảo hoạt động du lịch sinh thái được an toàn, bền vững và thân thiện với môi trường.

4.3. Tiểu kết chương 4

1. Phân tích chi phí lợi ích 03 đối tượng khai thác du lịch tại khu vực Phong Nha - Kẻ Bàng bao gồm động Phong Nha, động Thiên Đường, Hang Sơn Đoòng trong vòng 10 năm từ 2013-2023 cho thấy việc khai thác du lịch tại đây mang lại lợi nhuận cao với NPV của hang Sơn Đoòng đạt 339 tỷ đồng, động Phong Nha đạt 171 tỷ đồng và động Thiên Đường đạt 35 tỷ đồng và tỷ suất B/C của cả 3 đối tượng đều lớn hơn 0, đây là kết quả khả quan cho thấy việc đầu tư khai thác du lịch là con đường đúng đắn để mang lại nguồn thu cho địa phương.

2. Kết quả phân tích cũng cho thấy chi phí cho việc bảo vệ môi trường và giảm thiểu tác động xấu đến cảnh quan thiên nhiên là rất cao. Do đó cần có các giải pháp quản lý chặt chẽ để đảm bảo phát triển du lịch bền vững, tránh làm hỏng cảnh quan thiên nhiên và môi trường sinh thái Phong Nha - Kẻ Bàng.

3. Đề xuất mô hình quản lý theo sơ đồ sau đây:

- Cấu tạo bộ máy tổ chức

+ 01 Giám đốc điều hành chung

+ 03 Phó giám đốc:

✓ Phó giám đốc về tổ chức

✓ Phó giám đốc quản lý nghiệp vụ kỹ thuật

✓ Phó giám đốc truyền thông

- Các phòng chức năng: 5 phòng

- Phòng cảnh sát môi trường: quản lý giám sát về an ninh và tính bảo tồn nguyên vẹn của khu di sản (hình 4.5).

- Xây dựng quy hoạch tổng thể phát triển du lịch của cả vùng, tránh tình trạng quy hoạch manh mún. Các khu vực nhạy cảm cần hạn chế hoặc cấm phát triển

du lịch để bảo vệ môi trường và cảnh quan.

4. Nhìn chung, phát triển du lịch Phong Nha - Kẻ Bàng mang lại nhiều cơ hội phát triển kinh tế nhưng cũng đặt ra nhiều thách thức về bảo vệ môi trường. Các cơ quan quản lý cần cân nhắc một cách thận trọng giữa lợi ích kinh tế và chi phí bảo vệ môi trường. Mục tiêu phát triển bền vững cần được ưu tiên hàng đầu, để Phong Nha - Kẻ Bàng vẫn giữ được vẻ đẹp kỳ vĩ của thiên nhiên và trở thành điểm đến du lịch hấp dẫn bền vững. Việc đầu tư cho công tác bảo vệ môi trường cần được coi là đầu tư cho tương lai, góp phần đem lại lợi ích kinh tế lớn hơn trong dài hạn. Chỉ khi lợi ích kinh tế đi đôi với trách nhiệm bảo vệ môi trường, Phong Nha - Kẻ Bàng mới có thể phát triển du lịch bền vững.

KẾT LUẬN

1. Tính độc đáo của hang động là một trong 5 tiêu chí UNESCO đặt ra và hang động Karst Phong Nha - Kẻ Bàng đã vượt tiêu chí này. Quá trình địa chất nội sinh và ngoại sinh có một lịch sử trên 400 triệu năm là người mẹ khai sinh ra hệ thống hang động độc đáo và đa dạng.

2. Hai công thức đánh giá sức chịu tải cho du lịch bền vững khu Phong Nha-Kẻ Bàng do NCS xây dựng dựa trên công thức tổng quát của Trần Nghi (2022) là:

$$L_c = 1 - \frac{A_i}{B_i} \quad (1)$$

$$L_{c_{tb}} = \frac{1}{6} (L_{c1} + L_{c2} + L_{c3} + L_{c4} + L_{c5} + L_{c6}) \quad (2)$$

Hai công thức này được vận dụng linh hoạt và kết quả thành công đối với 6 đối tượng môi trường du lịch cấu thành địa-hệ sinh thái Pjong Nha-Kẻ Bàng: (1) Đối tượng môi trường đất; (2) Đối tượng môi trường môi trường nước; (3) Đối tượng môi trường không khí; (4) Đối tượng môi trường cơ sở hạ tầng và dịch vụ; (5) Đối tượng môi trường du lịch hang động và (6) Đối tượng môi trường sinh thái rừng nguyên sinh.

3. Kết quả tính toán giá trị $NPV \gg 0$ và $L_c > 0,75$ trong 10 năm (2013-2023) là 2 tiêu chí quan trọng để khẳng định các đối tượng du lịch động Sơn Đoòng, động Phong Nha, động Thiên Đường và du lịch sinh thái khu di sản Phong Nha-Kẻ Bàng đang được khai thác mang lại lợi nhuận cao và đang trên đà phát triển bền vững.

4. Hai nhóm tiêu chí phân tích chi phí lợi ích và sức chịu tải của các đối tượng thành viên của địa-hệ sinh thái được coi là một hệ thống khép kín. Cả hai giá trị này đều là hàm số của lưu lượng khách qua các mùa du lịch: $NNPV = f(D_k)$; $L_c = f(D_k)$. Khi khu di sản được bảo vệ nghiêm ngặt, đồng thời 2 giá trị NPV và L_c có mối quan hệ đồng biến thì đó là dấu hiệu lợi nhuận cao và đang phát triển du lịch bền vững.

5. Mô hình quản lý du lịch bền vững theo sơ đồ sau đây: (1) Tạo bộ khung về tổ chức bao gồm 01 giám đốc; 03 phó giám đốc; 05 trưởng phòng điều hành 05 nhiệm vụ quan trọng là: (1) Tính toán và điều chỉnh cân bằng 3 đại lượng:

$NPV \gg 0$; $L_c \gg 0$, $G_t \leq G_{t_{max}}$; (2) Phòng an ninh: quản lý giám sát về chính trị và tính bảo tồn nguyên vẹn của khu di sản; (3) Phòng kỹ thuật công nghệ: chuyên tổ chức giải quyết các sự cố và nâng cấp chất lượng; (4) Phòng tổ chức điều hành: hoạt động tham quan của du khách và điều vận các phương tiện ô tô thuyền bè đưa đón khách; (5) Phòng truyền thông.

6. Nguyên tắc quản lý du lịch bền vững khu di sản gồm 2 nội dung:

- Khai thác lợi ích kinh tế tối đa theo hướng phát triển bền vững:

+ Luôn giữ được cân bằng động tương quan giữa các đại lượng NPV (lợi ích ròng); sức chịu tải (L_c).

+ Luôn coi lưu lượng khách là biến số còn NPV và L_c là hàm số: $NPV = f(D_k)$; $L_c = f(D_k)$.

- Bảo vệ nghiêm ngặt tính bảo tồn nguyên thủy của khu di sản: không làm thay đổi mất đi tính bảo tồn nguyên thủy của phong cảnh trong các hang động và rừng nguyên thủy: (1) không làm cáp treo vào hang Sơn Đòong; (2) không đập phá các di chỉ địa chất độc đáo trong các hang Phong Nha, và Thiên Đường; (3) không làm đường ô tô vào rừng nguyên sinh mà chỉ làm đường đi bộ hẹp lát đá hoặc gỗ lim, nếu đường dốc phải có tay vịn.

KIẾN NGHỊ

1. Việc tính toán sức chịu tải và phân tích chi phí lợi ích phải được thực hiện hàng năm để kịp thời điều chỉnh lưu lượng du khách, nâng cấp cơ sở hạ tầng, đa dạng hoá các loại hình du lịch, xử lý giảm thiểu các sự cố môi trường và tăng sức chịu tải các đối tượng môi trường du lịch tăng lợi nhuận đến mức tối đa.

2. Cần thành lập đội cảnh sát môi trường trực thuộc sở công an tỉnh Quảng Bình hoạt động độc lập với Ban quản lý Vườn. Đội này có chức năng giám sát bảo vệ nghiêm ngặt tính bảo tồn của di sản.

3. Chính quyền cấp Trung Ương và Địa phương cần tập trung đầu tư, mở rộng các cơ sở hạ tầng du lịch, thu hút các nhà đầu tư khách sạn chuyên nghiệp, nâng cấp chất lượng dịch vụ, khuyến khích đầu tư thêm các điểm vui chơi, giải trí. Qua đó giúp nâng cao trải nghiệm du lịch và thu hút thêm khách du lịch trong nước và quốc tế, tăng thời gian lưu trú của khách so với hiện nay.

4. Ban Quản lý Vườn Quốc gia cần nâng cấp hệ thống quản lý và giám sát khách du lịch theo hướng hiện đại, cập nhật các công nghệ mới phục vụ kiểm soát số lượng du khách tham quan hàng động ví dụ như giám sát số lượng khách du lịch thông qua số lượng thiết bị truy cập wifi, giám sát hành vi du khách bằng A.I camera, công nghệ theo dõi du khách tham quan GPS-tracking phục vụ du lịch sinh thái, trekking, v.v. Việc này là cần thiết nhằm nâng cao hiệu quả quản lý và ứng phó kịp thời cho các sự cố xảy ra trong quá trình tham quan du lịch trong khu vực Vườn quốc gia Phong Nha - Kẻ Bàng.

5. Để điều hành và điều chỉnh hiệu quả sức chịu tải cho các thành phần nằm trong địa hệ sinh thái Phong Nha - Kẻ Bàng, khu vực này cần được đầu tư thêm các trạm quan trắc tự động chất lượng môi trường nước và không khí (đây là tham số đầu vào quan trọng cho việc tính toán sức chịu tải toàn bộ địa hệ sinh thái) thông tin quan trắc sẽ được truyền trực tiếp đến Ban quản lý vườn cũng như Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Quảng Bình và Bộ Tài nguyên và Môi trường để phục vụ công tác quản lý.

6. Cần đầu tư xây dựng hệ thống thu gom rác thải, nhà máy xử lý chất thải nhằm nâng cao sức chịu tải cho các thành phần tự nhiên của địa hệ sinh thái Phong Nha - Kẻ Bàng. Bên cạnh đó, khuyến khích sử dụng năng lượng xanh, giao thông xanh để phục vụ du khách tham quan khu vực Phong Nha - Kẻ Bàng, chuyển đổi hệ thống xe đưa đón, thuyền bè chở khách tham quan sang sử dụng điện, hướng tới nền kinh tế phát thải carbon thấp, phục vụ mục tiêu phát triển du lịch bền vững.

PHẦN PHỤ LỤC

SỐ LIỆU PHÂN TÍCH CÁC MÔI TRƯỜNG: ĐẤT, NƯỚC VÀ KHÔNG KHÍ KHU VỰC PHONG NHA-KẼ BÀNG

1. Phụ lục 1. Số liệu phân tích các chất gây ô nhiễm môi trường nước mặt (tải lượng tiêu cực A) được thu thập trên sông Son đoạn chảy qua khu du lịch Phong Nha – Kẻ Bàng

Thứ tự	A	pH	Chất rắn lơ lửng (mg/l)	BOD ₅ (mg/l)	COD (mg/l)	Fe ⁺² (mg/l)	P ₂ O ₅ (mg/l)	NH ₄ (mg/l)	Toạ độ (X,Y)
1	A1	7,55	9	4,18	6,5	0,03	0,05	0,03	(17.6130244;106.3057624)
2	A2	6,60	7	4,24	6,40	0,02	0,04	0,06	(17.6126791;106.3064256)
3	A3	7,40	10	4,5	6,10	0,05	0,05	0,02	(17.6100489;106.3022625)
4	A4	7,30	8	4,3	6,70	0,04	0,03	0,04	(17.6125486;106.3044074)
5	A5	7,44	7	4,5	6,80	0,02	0,06	0,04	(17.6119366;106.3027022)
6	A6	6,98	11	4,4	6,50	0,03	0,05	0,03	(17.6088720;106.3000921)
7	A7	7,34	9	4,6	6,30	0,06	0,04	0,03	(17.6028541;106.2951616)
8	A8	7,40	6	4,5	6,10	0,04	0,05	0,02	(17.6000211;106.2895054)
9	A9	7,76	9	4,1	6,80	0,03	0,07	0,09	(17.5947772;106.2840381)
10	A10	6,40	8	3,2	6,40	0,02	0,04	0,06	(17.5833232;106.2814710)
11	A11	7,21	14	5,1	6,70	0,06	0,033	0,051	(17.5835454;106.2767127)

12	A12	7,46	12	4,8	6,90	0,05	0,08	0,09	(17.5773173;106.2553715)
13	A13	7,88	17	5,3	5,60	0,06	0,043	0,088	(17.5742018;106.2524319)
14	A14	7,15	12	4,5	6,25	0,042	0,012	0,058	(17.5627735;106.2409852)
15	A15	7,40	7	4,56	6,85	0,02	0,062	0,046	(17.5576418;106.2385312)

2. Phụ lục 2. Bảng số liệu phân tích các chất gây ô nhiễm môi trường nước dưới đất (tải lượng tiêu cực A) được thu thập tại khu vực Phong Nha – Kẻ Bàng

TT	A	pH	Độ cứng	Chất rắn hoà tan (mg/l)	Pera-ganat (mg/l)	Clorua (mg/l)	Sulpha t (mg/l)	Amoni (tính theo N) (mg/l)	Nitrit (tính theo N) (mg/l)	Sắt (mg/l)	Asen (mg/l)	Cadmi (mg/l)	Chì (mg/l)	Toạ độ (X,Y)
1	A1	6,49	115,00	162,30	4,00	14,80	24,00	0,03	0,01	0,03	0,00	0,00	0,00	(17.6120725; 106.3118160)
2	A2	6,10	125,00	152,70	6,40	12,60	25,00	0,04	0,00	0,06	0,00	0,00	0,01	(17.6102572; 106.3114465)
3	A3	6,57	113,00	156,20	4,21	17,20	29,00	0,02	0,01	0,04	0,01	0,00	0,01	(17.6110865; 106.3058855)
4	A4	7,30	183,00	129,00	3,84	18,00	64,00	0,04	0,01	0,06	0,00	0,00	0,01	(17.6122066; 106.3050045)
5	A5	7,44	7,00	4,50	6,80	12,60	81,00	0,04	0,01	0,04	0,00	0,00	0,00	(17.6109610; 106.3041173)

6	A6	6,98	11,00	4,40	6,50	17,90	39,00	0,03	0,01	0,04	0,01	0,00	0,00	(17.6100500; 106.3088741)
7	A7	7,34	9,00	4,60	6,30	14,10	32,00	0,03	0,00	0,04	0,00	0,00	0,01	(17.6102136; 106.3026727)
8	A8	7,40	6,00	4,50	6,10	28,20	61,00	0,02	0,01	0,06	0,00	0,00	0,00	(17.6096534; 106.3025839)
9	A9	7,76	9,00	4,10	6,80	30,60	65,00	0,09	0,01	0,06	0,00	0,00	0,01	(17.6072361; 106.3064498)
10	A1 0	6,40	8,00	3,20	6,40	15,60	59,00	0,06	0,01	0,03	0,01	0,00	0,00	(17.6063659; 106.3006783)
11	A1 1	7,21	14,00	5,10	6,70	44,60	49,00	0,05	0,01	0,06	0,00	0,00	0,01	(17.6029429; 106.2938718)
12	A1 2	7,46	12,00	4,80	6,90	12,50	57,00	0,09	0,00	0,04	0,01	0,00	0,00	(17.5988032; 106.2936525)
13	A1 3	7,88	17,00	5,30	5,60	49,10	64,00	0,09	0,00	0,04	0,00	0,00	0,01	(17.5929235; 106.2839760)
14	A1 4	7,15	12,00	4,50	6,25	36,50	36,00	0,06	0,01	0,05	0,01	0,00	0,00	(17.5839651; 106.2750482)
15	A1 5	7,40	7,00	4,56	6,85	38,90	46,00	0,05	0,01	0,05	0,01	0,00	0,00	(17.5831207; 106.2711847)

3. Phụ lục 3. Bảng số liệu phân tích các chất gây ô nhiễm môi trường không khí (tải lượng tiêu cực A) được thu thập tại khu vực Phong Nha – Kẻ Bàng

Thứ tự	A	Tổng bụi lơ lửng (mg/m ³)	Bụi PM ₁₀ (mg/m ³)	SO ₂ (mg/m ³)	NO ₂ (mg/m ³)	Toạ độ (X,Y)
--------	---	---------------------------------------	---	--------------------------------------	--------------------------------------	--------------

1	A1	0,06	0,00021	0,0003	0,0002	(17.6108870;106.3191837)
2	A2	0,036	0,00032	0,0007	0,0004	(17.6084967;106.3146973)
3	A3	0,045	0,00045	0,0004	0,0005	(17.6112548;106.3071551)
4	A4	0,067	0,00054	0,0005	0,00047	(17.6092168;106.3050033)
5	A5	0,069	0,00078	0,0003	0,00032	(17.6047607;106.3003233)
6	A6	0,076	0,00033	0,0005	0,00049	(17.6022115;106.2986762)
7	A7	0,064	0,00012	0,0002	0,00087	(17.6003581;106.2960177)
8	A8	0,087	0,00034	0,0005	0,00037	(17.5991089;106.2936363)
9	A9	0,093	0,00066	0,0002	0,00076	(17.5972967;106.2892163)
10	A10	0,04	0,00092	0,0006	0,00089	(17.5833318;106.2824728)
11	A11	0,048	0,00059	0,0006	0,00099	(17.5841972;106.2769066)
12	A12	0,057	0,00044	0,0008	0,00064	(17.5795891;106.2840520)
13	A13	0,032	0,00023	0,0003	0,00051	(17.5761156;106.2537355)
14	A14	0,072	0,00021	0,0004	0,00065	(17.5818314;106.2556509)

15	A15	0,064	0,00091	0,0008	0,00066	(17.5579775;106.2384020)
----	-----	-------	---------	--------	---------	--------------------------

4. Phụ lục 4. Bảng số liệu phân tích các chất gây ô nhiễm môi trường đất (tải lượng tiêu cực A) được thu thập trong khu vực vùng lõi Phong Nha – Kẻ Bàng, có cùng toạ độ lấy mẫu với các mẫu nước dưới đất

Thứ tự	A	Tổng DDT (mg/kg)	Dieldrin (mg/kg)	Endrin (mg/kg)	Aldrin (mg/kg)	Heptachol (mg/kg)	Toạ độ (X,Y)
1	A1	0,004	0,001	0,001	0,005	0,002	(17.6120725;106.3118160)
2	A2	0,003	0,000	0,000	0,007	0,007	(17.6102572;106.3114465)
3	A3	0,002	0,003	0,000	0,005	0,009	(17.6110865;106.3058855)
4	A4	0,002	0,005	0,001	0,010	0,009	(17.6122066;106.3050045)
5	A5	0,005	0,005	0,008	0,003	0,004	(17.6109610;106.3041173)
6	A6	0,001	0,003	0,001	0,008	0,004	(17.6100500;106.3088741)
7	A7	0,003	0,008	0,001	0,007	0,006	(17.6102136;106.3026727)

8	A8	0,001	0,010	0,000	0,008	0,009	(17.6096534;106.3025839)
9	A9	0,004	0,004	0,001	0,010	0,009	(17.6072361;106.3064498)
10	A10	0,001	0,007	0,001	0,009	0,009	(17.6063659;106.3006783)
11	A11	0,005	0,003	0,000	0,006	0,004	(17.6029429;106.2938718)
12	12	0,006	0,009	0,001	0,006	0,007	(17.5988032;106.2936525)
13	A13	0,002	0,010	0,001	0,008	0,007	(17.5929235;106.2839760)
14	A14	0,001	0,009	0,001	0,006	0,008	(17.5839651;106.2750482)
15	A15	0,006	0,006	0,000	0,004	0,010	(17.5831207;106.2711847)

DANH MỤC CÔNG TRÌNH KHOA HỌC CỦA TÁC GIẢ LIÊN QUAN ĐẾN LUẬN ÁN

1. Le Nam, Tran Nghi, Hoang Phan Hai Yen, Do Thi Ngoc Thuy, Trinh Hoai Thu, Tran Thi Thuy Huong, Nguyen Dinh Thai, Luong Thi Thanh Vinh, Nguyen Thi Hoai, Mai Phuong Ngoc (2021). Cost-benefit analysis of the exploitation of natural resources for master planning to the coastal zone of Quang Binh province, Vietnam. *Adjunct Proceedings of the 35th EnviroInfo Conference*. Berlin, Germany, September 27-29, 2021, ISBN 978-3-8440-8329-3, ISSN 1616-0886, Page 43-54.

2. Trần Nghi, Tạ Hòa Phương, Đào Bùi Din, Đặng Văn Bào, Đinh Xuân Thành, Nguyễn Thị Huyền Trang, Lê Nam (2023). Lịch sử địa chất hàng động và những giá trị di sản tiêu biểu của Vườn quốc gia Phong Nha – Kẻ Bàng. *VNU Journal of Science: Earth and Environmental Sciences*, Vol. 39, No. 4 (2023) 16-31.

3. Le Nam, Tran Nghi, Dinh Xuan Thanh, Trinh Hoai Thu, Nguyen Dinh Thai, Tran Thi Thuy Huong, Dao Bui Din (2023). Formula for assessing the loading capacity of the tourism environment and results of applying the World Natural Heritage Phong Nha – Ke Bang area, Vietnam. *Proceedings of the Sixth International Scientific Conference*. Earth and Environmental Sciences, Mining for digital transformation, green development and response to global change, ISBN: 978-604-67-2826-9, Page 152-164.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tài liệu tiếng Việt

1. Ban Quản lý vườn quốc gia Phong Nha - Kẻ Bàng (2021), Báo cáo quản lý rừng bền vững vườn Quốc gia Phong Nha - Kẻ Bàng giai đoạn 2021 – 2030.
2. Báo cáo “Phân tích chi phí lợi ích của các phương án quản lý chất thải ven biển tại Vịnh Hạ Long giai đoạn 2011-2020”.
3. Dương Thị Thủy, Nguyễn Thị Hà Thành, Trương Quang Hải (2022), “Đánh giá sức chứa du lịch các bãi biển ở thành phố Đồng Hới tỉnh Quảng Bình”, *Tạp chí Khoa học* 19(11), 1854.
4. Nguyễn Thế Chinh và cộng sự (2021), “Các phương pháp lượng giá thiệt hại ô nhiễm không khí của Việt Nam”, *Tạp chí Kinh tế và Môi trường*.
5. Trần Tiến Dũng (2007), *Phát triển du lịch bền vững Phong Nha - Kẻ Bàng*, Luận án Tiến sĩ, Đại học Kinh tế Quốc dân Hà Nội.
6. Dự án xây dựng nhà máy xi măng Sông Gianh, xã Tiên Hoá, huyện Tuyên Hoá, tỉnh Quảng Bình.
7. Nguyễn Văn Hoàng (2012), “Đánh giá sức tải trong hoạt động du lịch-sự cần thiết cho quy hoạch và quản lý phát triển du lịch biển”, *Tạp chí Khoa học* (38), 76.
8. Luật Du lịch 2017, Điều 3 khoản 14.
9. Ngân hàng Thế giới (2021), Đánh giá tác động kinh tế của ô nhiễm không khí đối với sức khỏe ở Việt Nam.
10. Trần Nghi, Tạ Hoà Phương, Nguyễn Quang Mỹ, Vũ Văn Phái, Đặng Văn Bào, Phan Duy Ngà (2004), “Tính đa dạng địa chất, địa mạo cấu thành di sản Thiên Nhiên Thế giới Phong Nha-Kẻ Bàng”, *TC Địa chất* số 282/5-6, 2004.
11. Trần Nghi (2006), Đánh giá sức chịu tải tới hạn của hệ sinh thái môi trường Tự nhiên - Xã hội khu di sản thiên nhiên thế giới Phong Nha - Kẻ Bàng tỉnh Quảng Bình, đề xuất mô hình phát triển bền vững kinh tế du lịch, Đại học quốc gia Hà Nội.

12. Trần Nghi (2018). Địa chất trầm tích Việt Nam, *NXB Đại học Quốc gia Hà Nội*, 510tr.
13. Trần Nghi et al., 2019. Biến động các địa hệ trong Holocen ở khu vực đới bờ châu thổ Sông Hồng. *VNU. Journal of Earth and Environmental Science*. Vol. 35; No-1 (2019) 1-10.
14. Trần Nghi (chủ biên) và nnk. (2021), *Atlas trầm tích Việt Nam*, NXB Đại học Quốc gia Hà Nội, 1000 tr.
15. Trần Nghi, Tạ Hòa Phương, Đặng Văn Bào, Lê Nam (2023), “Lịch sử địa chất hang động và những giá trị di sản tiêu biểu của Vườn Quốc gia Phong Nha – Kẻ Bàng”, *VNU Journal of Science: Earth and Environmental Sciences* Vol. 39, No. 4 (2023) 16-31.
16. Quyết định số 147/QĐ-TTg của Thủ tướng Chính phủ: Phê duyệt Chiến lược phát triển du lịch Việt Nam đến năm 2030.
17. Tổng cục Môi trường, Bộ Tài nguyên và Môi trường (Các năm), Tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN) về quan trắc môi trường.
18. Nguyễn Công Thành và cộng sự (2020), “Estimating economic benefits associated with air quality improvements in Hanoi City: An application of a choice experiment”, *Science of the Total Environment*.
19. Trung tâm quan trắc tài nguyên và môi trường tỉnh Quảng Bình (2020), Báo cáo quan trắc môi trường năm 2020 của tỉnh Quảng Bình.
20. Trương Sỹ Vinh (2019), “Đánh giá sức chịu tải môi trường du lịch của vườn Quốc gia Cúc Phương”, *Tạp chí Khoa học biến đổi khí hậu* Số 12 tháng 12 năm 2019.
21. Viện Kinh tế và Chính sách (2016), Dự báo tình hình kinh tế xã hội 5 năm 2016-2020.

Tài liệu tiếng Anh

22. Bahaire, T. and Elliott-White, M. (1999), “Community participation in tourism planning and development in the historic city of York, England”, *Current Issues in Tourism* 2(2-3), pp.243-276.

23. Costanza, R., d'Arge, R., De Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., ... & Van Den Belt, M. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387(6630), 253-260.
24. Dovjicov A.E. (1971), *Geology of Northern Vietnam*, Science and Technology Presss, Hanoi, 580 pp (in Vietnamese).
25. Eagles, P. F., McCool, S. F., & Haynes, C. D. (2002). *Sustainable tourism in protected areas: Guidelines for planning and management* (No. 8). Iucn.
26. Lindberg, K. and McCool, S.F. (1998), "A critique of environmental carrying capacity as a means of managing the effects of tourism development", *Environmental conservation* 25(4), pp.291-292.
27. Ly, T. P., & Nguyen, T. H. H. (2017). Application of carrying capacity management in Vietnamese national parks. *Asia Pacific Journal of Tourism Research*, 22(10), 1005-1020.
28. Ly, T.P. and Nguyen, T.H.H. (2017), "Application of carrying capacity management in Vietnamese national parks", *Asia Pacific Journal of Tourism Research* 22(10), pp.1005-1020.
29. Manning, R. (2001), "Visitor experience and resource protection: A framework for managing the carrying capacity of National Parks", *Journal of Park & Recreation Administration* 19(1).
30. Mathieson, A. and Wall, G. (1982), *Tourism, economic, physical and social impacts*, Longman.
31. McCool, S.F. and Lime, D.W. (2001), "Tourism carrying capacity: tempting fantasy or useful reality?", *Journal of sustainable tourism* 9(5), pp.372-388.
32. Nam Le, Nghi Tran, Thai, N.Đ. (2021), "Cost-benefit analysis of the exploitation of natural resources for master planning to the coastal zone of Quang Binh province, Vietnam", *Adjunct Proceedings of the 35th EnviroInfo Conference* Berlin, Germany, September 27-29, 2021.
33. Nam Le, Nghi Tran, Thanh, D.X, Thu, T.H (2023), "Formula for assessing the loading capacity of the tourism environment and results of applying the World

- Natural Heritage Phong Nha – Ke Bang area, Vietnam”, *Proceedings of the Sixth International Scientific Conference, Earth and Environmental Sciences, Mining for digital transformation, green development and response to global change*.
34. Nguyen Huu Hung, Pham Kim Ngan, Nguyen Dinh Hong, Nguyen Duc Khoa. Doan Nhat Truong (1996), “Discover of Frasni-Famen limestone (Upper Devon) in Quy Dat, Binh Tri Thien area”, *Journal of Earth Sciences* No. 4/2, 1996, 27-28 (in Vietnamese).
 35. Nguyen Quang Trung (1996), *Map of Geology and Minerals of Mahaxay-Dong Hoi*, General Department of Geology and Mineral Resource, Hanoi, 1996.
 36. Pedersen, A. (2002), *Managing tourism at world heritage sites: A practical manual for world heritage site managers*, Published by UNESCO World Heritage Centre.
 37. Scott, D., Gössling, S. and Hall, C.M. (2012) *Tourism and climate change: Impacts, adaptation and mitigation*. London etc.: Routledge.
 38. Sharpley, R. (2000), “Tourism and sustainable development: Exploring the theoretical divide”, *Journal of Sustainable tourism* 8(1), pp.1-19.
 39. Shi-dong, L., Rui-hong, S. and Jun, G. (2009), “Research on Tourism Environmental Carrying Capacity of ChongMing Island”, *International Conference on Environmental Science and Information Application Technology* Vol. 3, pp. 177-181, IEEE.
 40. Stankey, G.H., Cole, D.N., Lucas, R.C., Petersen, M.E. and Frissell, S.S. (1985), *The limits of acceptable change (LAC) system for wilderness planning*, The limits of acceptable change (LAC) system for wilderness planning., (INT-176).
 41. Sunlu U (2003), “Environmental impacts of tourism”. In: Camarda D. (ed.), Grassini L. (ed.). *Local resources and global trades: Environments and agriculture in the Mediterranean region* Bari: CIHEAM, p. 263-270 (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 57)

42. Tansley, A. G. (1935). The use and abuse of vegetational concepts and terms. *Ecology*, 16(3), 284-307.
43. Tran Nghi et al. (2003), *World natural heritage – Phong Nha - Ke Bang, Quang Binh, Vietnam*, General Department of Geology and Mineral Resource, Hanoi (in Vietnamese).
44. Tran Nghi et al. (2018), *Sedimentary Geology of Vietnam*, Vietnam National University Presss, Hanoi, 510p (in Vietnamese).
45. Tran Nghi et al. (2021), *Atlas of Sedimentary rocks of Vietnam*, Vietnam National University Presss, Hanoi, 1000p (in Vietnamese).
46. Tran Nghi, Dang Mai, Ta Hoa Phuong, Dinh Xuan Thanh, Nguyen Dinh Thai, Nguyen Thanh Lan, Nguyen Thi Hong (2011), “Projections for Quang Binh tourism and solutions for a sustainable economic development”, *VNU journal of Science, Earth Sciences* 3, Tr151-160.
47. Tran Nghi, Nguyen Thanh Lan, Nguyen Dinh Thai, Dang Mai, Dinh Xuan Thanh (2007), “Tourism carrying capacity assessment for Phong Nha – Ke Bang and Dong Hoi, Quang Binh Province”, *VNU Journal of Science, Earth Science* 2, Tr80-87.
48. Tran Nghi, Ta Hoa Phuong, Vu Van Phai, Dinh Xuan Thanh, Nguyen Thanh Lan, Nguyen Dinh Thai, Nguyen Thi Hong (2011), “Adventurous tourism-a potetial realm of world Natural Heritage - National Park Phong Nha - Ke Bang”, *VNU journal of Science, Earth Sciences* 2, Tr77-88.
49. Torres-Delgado, A., & Saarinen, J. (2017). Using indicators to assess sustainable tourism development: A review. *New research paradigms in tourism geography*, 31-47.
50. Wagar, J.A. (1964), “The carrying capacity of wild lands for recreation”, *Forest Science* 10(supply2), pp.a0001-24.