

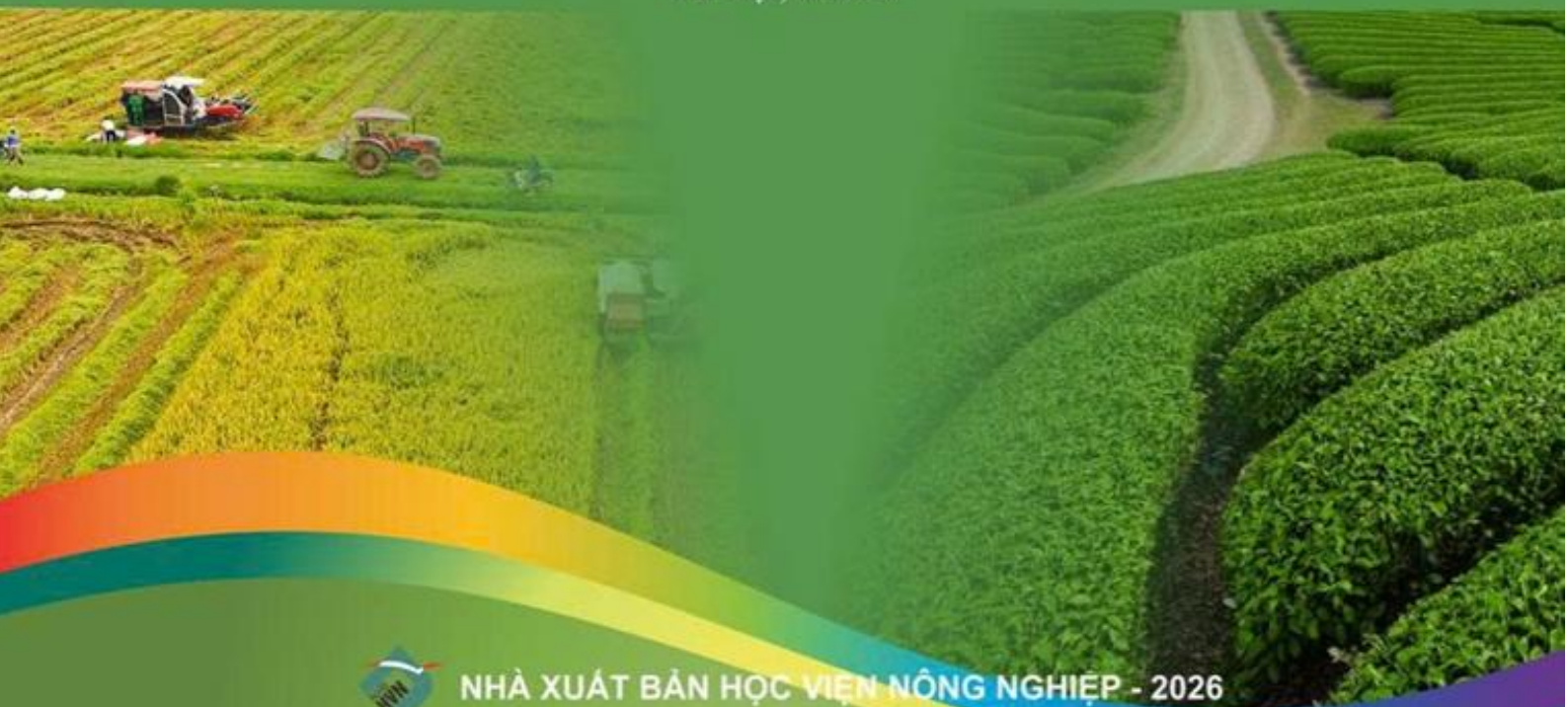
HỌC VIỆN NÔNG NGHIỆP VIỆT NAM



KỶ YẾU
HỘI THẢO KHOA HỌC QUỐC GIA
**MÔI TRƯỜNG NÔNG NGHIỆP,
NÔNG THÔN VÀ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG
LẦN THỨ 3**

Proceedings of The Third National Scientific Conference
on Agricultural Environment, Rural and Sustainable Development

Hà Nội, 6/2026



NHÀ XUẤT BẢN HỌC VIỆN NÔNG NGHIỆP - 2026

HỌC VIỆN NÔNG NGHIỆP VIỆT NAM



KỶ YẾU HỘI THẢO KHOA HỌC QUỐC GIA

**MÔI TRƯỜNG NÔNG NGHIỆP, NÔNG THÔN
VÀ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG
LẦN THỨ 3**

**Proceedings of The Third National Scientific Conference
on Agricultural Environment, Rural and Sustainable Development**

Hà Nội, 6/2026

NHÀ XUẤT BẢN HỌC VIỆN NÔNG NGHIỆP - 2026

LỜI MỞ ĐẦU

Phát triển nông nghiệp, nông thôn luôn là ưu tiên hàng đầu của Đảng và Nhà nước, đóng vai trò là “bệ đỡ” vững chắc cho nền kinh tế và bảo đảm ổn định xã hội. Trong kỷ nguyên vươn mình của dân tộc, mục tiêu xây dựng “Nông nghiệp sinh thái, nông thôn hiện đại, nông dân thông minh” đã trở thành kim chỉ nam cho quá trình đổi mới. Tuy nhiên, thực tiễn năm qua cho thấy ngành nông nghiệp đang phải đối mặt với những thách thức ngày càng phức tạp do tác động cực đoan của biến đổi khí hậu, áp lực từ quá trình đô thị hóa dẫn đến sự thu hẹp đất canh tác, ô nhiễm rác thải nhựa và sự suy giảm đa dạng sinh học. Đặc biệt, yêu cầu về giảm phát thải khí nhà kính theo cam kết Net Zero vào năm 2050 và việc hình thành thị trường tín chỉ carbon đang đặt ra những tiêu chuẩn mới, đòi hỏi sự thay đổi căn bản trong tư duy quản lý và sản xuất để bảo đảm tính bền vững cho hệ sinh thái nông thôn Việt Nam.

Hội thảo Khoa học Quốc gia “*Môi trường Nông nghiệp, Nông thôn và Phát triển bền vững*” lần thứ 3 được tổ chức tại Học viện Nông nghiệp Việt Nam nhằm tạo diễn đàn chuyên sâu để các nhà khoa học, nhà quản lý và doanh nghiệp cùng thảo luận, tìm kiếm giải pháp cho những vấn đề cấp bách này. Nội dung hội thảo năm nay tập trung vào ba trụ cột chính: (i) Quản lý môi trường nông thôn, trọng tâm các nghiên cứu là đánh giá hiện trạng chất lượng nước, tồn dư kháng sinh, chất thải rắn sinh hoạt khu vực nông thôn từ đó đưa ra các giải pháp nâng cao nhận thức bảo vệ môi trường, hoàn thiện chính sách quy hoạch, quản lý môi trường trong bối cảnh chuyển đổi số; (ii) Công nghệ và giải pháp môi trường, giới thiệu các ứng dụng một số công nghệ cao, kinh tế tuần hoàn để xử lý phụ phẩm nông nghiệp và giảm thiểu ô nhiễm. Các nghiên cứu đã tập trung đề xuất giải pháp để xử lý chất thải nông nghiệp không những giúp giảm thiểu ô nhiễm mà còn tối ưu hoá giá trị tài nguyên, giải quyết bài toán về bất cân xứng giữa phát sinh chất thải và công tác quản lý hiện nay; (iii) Nông nghiệp sinh thái và nông thôn xanh, nghiên cứu nhấn mạnh các mô hình canh tác thích ứng và quản trị rủi ro với biến đổi khí hậu. Các nghiên cứu đã giới thiệu việc ứng dụng công nghệ IoT mở ra hướng đi mới cho nông nghiệp thông minh. Những nội dung này không chỉ phản ánh xu thế chuyển đổi xanh toàn cầu mà còn trực tiếp giải quyết các bài toán thực tiễn mà nông nghiệp Việt Nam đang đối mặt.

Sự thành công của hội thảo các năm qua là minh chứng cho tinh thần trách nhiệm và sự cộng tác chặt chẽ giữa Học viện Nông nghiệp Việt Nam, Khoa Tài nguyên và Môi trường cùng các cơ quan, ban ngành và đội ngũ các nhà khoa học tâm huyết trong việc kiến tạo nông thôn bền vững, sản xuất nông nghiệp phát thải thấp, góp phần vươn mình cùng dân tộc trong kỷ nguyên mới.

Ban tổ chức trân trọng cảm ơn sự quan tâm, chỉ đạo của Lãnh đạo Học viện Nông nghiệp Việt Nam; Khoa Tài nguyên và Môi trường; sự đồng hành, hỗ trợ của các đơn vị tài trợ; cùng những đóng góp học thuật có giá trị của các tác giả. Các công trình nghiên cứu được trình bày tại hội thảo có chất lượng chuyên môn cao, đã được xuất bản Kỷ yếu có chỉ số ISBN. Chúng tôi kỳ vọng rằng các tri thức, cách tiếp cận và mô hình được chia sẻ sẽ góp phần thúc đẩy quá trình chuyển đổi theo hướng sản xuất xanh, giảm phát thải, nâng cao hiệu quả và phát triển bền vững.

Chúc Hội thảo Khoa học Quốc gia “*Môi trường nông nghiệp, nông thôn và Phát triển bền vững*” lần thứ 3 thành công tốt đẹp!

BAN TỔ CHỨC HỘI THẢO

BAN TỔ CHỨC

TT	Họ và tên	Đơn vị
1	GS.TS. Nguyễn Thị Lan	Giám đốc Học viện, Trưởng ban
2	GS.TS. Trần Đức Viên	Chủ tịch Hội đồng Khoa học và đào tạo Học viện, Phó Trưởng ban
3	PGS.TS. Trần Trọng Phương	Trưởng khoa Tài nguyên và Môi trường, Phó Trưởng ban
4	PGS.TS. Võ Hữu Công	Phó Trưởng khoa Tài nguyên và Môi trường, Phó Trưởng ban
5	PGS.TS. Cao Trường Sơn	Khoa Tài nguyên và Môi trường, Ủy viên, Thư ký
6	PGS.TS. Nguyễn Thị Hồng Hạnh	Khoa Tài nguyên và Môi trường, Ủy viên
7	TS. Trịnh Quang Huy	Khoa Tài nguyên và Môi trường, Ủy viên
8	PGS.TS. Đinh Thị Hải Vân	Khoa Tài nguyên và Môi trường, Ủy viên
9	PGS.TS. Nguyễn Thị Bích Yên	Khoa Tài nguyên và Môi trường, Ủy viên
10	TS. Đinh Hồng Duyên	Khoa Tài nguyên và Môi trường, Ủy viên

NHÀ KHOA HỌC THAM GIA PHẢN BIỆN

TT	Họ và tên	Đơn vị
1	PGS.TS. Võ Hữu Công	Khoa Tài nguyên và Môi trường
2	TS. Trịnh Quang Huy	Khoa Tài nguyên và Môi trường
3	TS. Nguyễn Ngọc Tú	Khoa Tài nguyên và Môi trường
4	TS. Đào Thị Thuỳ Linh	Khoa Tài nguyên và Môi trường
5	TS. Lý Thị Thu Hà	Khoa Tài nguyên và Môi trường
6	PGS. TS. Ngô Thanh Sơn	Khoa Tài nguyên và Môi trường
7	TS. Nông Hữu Dương	Khoa Tài nguyên và Môi trường
8	PGS.TS. Nguyễn Thanh Lâm	Khoa Tài nguyên và Môi trường
9	PGS.TS. Đinh Thị Hải Vân	Khoa Tài nguyên và Môi trường
10	PGS.TS. Cao Trường Sơn	Khoa Tài nguyên và Môi trường
11	TS. Nguyễn Thị Hồng Ngọc	Khoa Tài nguyên và Môi trường
12	TS. Nguyễn Thị Hương Giang	Khoa Tài nguyên và Môi trường
13	PGS. TS. Ngô Thế Ân	Khoa Tài nguyên và Môi trường
14	PGS.TS. Nguyễn Thị Bích Yên	Khoa Tài nguyên và Môi trường
15	TS. Phan Thị Thúy	Khoa Tài nguyên và Môi trường
16	TS. Phan Thị Hải Luyến	Khoa Tài nguyên và Môi trường

TT	Họ và tên	Đơn vị
17	PGS.TS. Nguyễn Thị Hồng Hạnh	Khoa Tài nguyên và Môi trường
18	TS. Đoàn Thị Thúy Ái	Khoa Tài nguyên và Môi trường
19	PGS.TS. Lê Thị Thu Hương	Khoa Tài nguyên và Môi trường
20	TS. Hán Thị Phương Nga	Khoa Tài nguyên và Môi trường
21	TS. Hoàng Hiệp	Khoa Tài nguyên và Môi trường
22	TS. Nguyễn Thị Hiền	Khoa Tài nguyên và Môi trường
23	TS. Đinh Hồng Duyên	Khoa Tài nguyên và Môi trường
24	PGS.TS. Nguyễn Thị Minh	Khoa Tài nguyên và Môi trường
25	TS. Nguyễn Thế Bình	Khoa Tài nguyên và Môi trường
26	TS. Nguyễn Xuân Hoà	Khoa Tài nguyên và Môi trường
27	TS. Vũ Thị Hoàn	Khoa Tài nguyên và Môi trường
28	TS. Vũ Thị Huyền	Khoa Công nghệ thực phẩm

BAN THƯ KÝ

TT	Họ và tên	Đơn vị
1	PGS.TS. Đinh Thị Hải Vân	Khoa Tài nguyên và Môi trường, Trưởng ban
2	PGS.TS. Lê Thị Thu Hương	Khoa Tài nguyên và Môi trường, Thành viên
3	TS. Phan Thị Hải Luyến	Khoa Tài nguyên và Môi trường, Thành viên
4	TS. Nguyễn Thị Hồng Ngọc	Khoa Tài nguyên và Môi trường, Thành viên
5	ThS. Nguyễn Thị Thu Hà (B)	Khoa Tài nguyên và Môi trường Thành viên

MỤC LỤC

ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG MÔI TRƯỜNG ĐẤT, NƯỚC TRONG NUÔI TRỒNG THỦY SẢN TẠI VÙNG BÃI BỒI VEN BIỂN ĐỀ BÌNH MINH, TỈNH NINH BÌNH <i>Đinh Hồng Duyên, Lò Văn Sơn, Hồ Thị Thoàn</i>	2
ÁP DỤNG CHỈ SỐ WQI ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG NƯỚC SÔNG BẮC HUNG HẢI <i>Dương Thị Huyền, Nguyễn Tuyết Lan, Phan Thị Hải Luyến</i>	14
ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG HỒ SƠ BÁO CÁO ĐỀ XUẤT GIẤY PHÉP MÔI TRƯỜNG TẠI TỈNH BẮC NINH <i>Trịnh Quang Huy, Nguyễn Ngọc Tú</i>	24
TỔNG QUAN VỀ HIỆN TRẠNG VÀ XU HƯỚNG QUẢN LÝ TỒN LƯU KHÁNG SINH TRONG MÔI TRƯỜNG NƯỚC Ở VIỆT NAM <i>Nguyễn Ngọc Trâm, Lý Quang Việt, Hồ Thị Thúy Hằng</i>	39
ĐÁNH GIÁ NGUỒN, NGUY CƠ GÂY Ô NHIỄM ĐẤT TRÊN ĐỊA BÀN 28 XÃ, PHƯỜNG CỦA THÀNH PHỐ CẦN THƠ <i>Nguyễn Quang Học, Nguyễn Bá Lâm, Nguyễn Quang Huy</i>	53
NÂNG CAO NHẬN THỨC BẢO VỆ MÔI TRƯỜNG CHO LAO ĐỘNG NÔNG THÔN QUA GIÁO DỤC NGHỀ NGHIỆP <i>Lò Việt Tuyền, Đào Thanh Huyền, Trần Xuân Hoàng, Nguyễn Văn Huân</i>	66
SỰ BẤT CÂN XÚNG GIỮA PHÁT SINH VÀ NĂNG LỰC QUẢN LÝ CHẤT THẢI RẮN CHĂN NUÔI: NGHIÊN CỨU TẠI TỈNH PHÚ THỌ <i>Phan Thị Hải Luyến, Phạm Thị Hương Giang, Trần Duy Tùng, Lê Văn Tiến, Võ Hữu Công</i> ..	76
ĐÁNH GIÁ THỰC TRẠNG VÀ NHẬN THỨC CỦA NGƯỜI DÂN TRONG CÔNG TÁC QUẢN LÝ RÁC THẢI SINH HOẠT TẠI KHU DU LỊCH TAM ĐẢO, TỈNH PHÚ THỌ <i>Vũ Thị Hoàn, Ngô Trung Thành, Nguyễn Đức Long</i>	86
ĐÁNH GIÁ HIỆN TRẠNG MÔI TRƯỜNG NÔNG THÔN THÀNH PHỐ HÀ NỘI GIAI ĐOẠN 2021-2025 <i>Đinh Thị Hải Vân, Nguyễn Thị Thu Hà</i>	99
TỔNG QUAN VÀ ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ CÁC MÔ HÌNH TỔ CHỨC SẢN XUẤT RỪNG VÀ TRANG TRẠI (FFPOs) TRONG BỐI CẢNH BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU TẠI VIỆT NAM <i>Hồ Thị Thoàn, Đinh Hồng Duyên, Đỗ Thị Hương, Nguyễn Thị Vịnh</i>	111
TÀI CHÍNH XANH CHO NÔNG NGHIỆP CÔNG NGHỆ CAO HƯỚNG TỚI NET ZERO Ở VIỆT NAM <i>Nguyễn Đình Đáp, Nguyễn Thị Huyền Thu</i>	123

NÔNG NGHIỆP HỮU CƠ-HƯỚNG ĐI BỀN VỮNG GIẢM PHÁT THẢI, PHÁT TRIỂN NÔNG NGHIỆP CÔNG NGHỆ CAO TẠI VIỆT NAM

Nguyễn Đình Đáp, Dương Thị Oanh 135

ÁP DỤNG MÔ HÌNH SUS-TAS ĐÁNH GIÁ CÁC NHÂN TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN PHÁT TRIỂN DU LỊCH SINH THÁI TẠI TỈNH QUẢNG NINH

Nguyễn Thủy Chung, Vũ Minh Trang 146

BƯỚC ĐẦU ĐÁNH GIÁ HÀM LƯỢNG MỘT SỐ KIM LOẠI (As, Cd, Cr, Fe, Mn) TRONG MẪU NƯỚC MƯA THU THẬP TẠI PHƯỜNG NẾN, TỈNH BẮC NINH

Hoàng Thị Thu Hà, Lê Như Đa, Nguyễn Thị Trang, Nguyễn Thị Mai Hương, Đoàn Thị Oanh, Lê Thu Thủy, Dương Thị Thủy, Nguyễn Thị Ánh Hoàng, Dương Thị Huyền, Lê Thị Phương Quỳnh 155

ĐÁNH GIÁ CÔNG TÁC QUẢN LÝ CHẤT THẢI CỦA HAI MÔ HÌNH CHĂN NUÔI LỢN TRÊN ĐỊA BÀN XÃ ĐÔNG ANH, THÀNH PHỐ HÀ NỘI

Vũ Lê Dũng, Nguyễn Thị Như Thủy, Nguyễn Khánh Linh 168

NHÂN TỐ ẢNH HƯỞNG TỚI NUÔI TRỒNG THỦY SẢN KHU VỰC VEN BIỂN KIM ĐÔNG - BÌNH MINH, TỈNH NINH BÌNH

Nguyễn Thị Thu Hà, Cao Thị Thanh Nga, Nguyễn Thị Bích Nguyệt

KHOẢNG CÁCH GIỮA NHẬN THỨC VÀ HÀNH VI: ĐIỀU GÌ THỨC ĐẨY TẦN SUẤT SỬ DỤNG BAO BÌ NHỰA THỰC PHẨM?

Nguyễn Thị Hương Giang, Lại Thị Thu Ngọc, Lê Bảo Khánh Linh, Nguyễn Lê Nhật Minh, Lại Văn Mạnh, Trần Công Chính 192

TĂNG CƯỜNG CÔNG TÁC QUẢN LÝ MÔI TRƯỜNG LÀNG NGHỀ TRÊN ĐỊA BÀN CỤM XÃ HOÀI ĐỨC-AN KHÁNH, THÀNH PHỐ HÀ NỘI

Nguyễn Thị Hải Ninh, Trịnh Đắc Chuyên, Phan Thị Thu Phương 202

ĐÁNH GIÁ HIỆN TRẠNG PHÁT SINH RÁC THẢI NHỰA SINH HOẠT TRÊN ĐỊA BÀN XÃ GIA LÂM. NGHIÊN CỨU TRƯỜNG HỢP TẠI TRÂU QUỲ, CỐ BI VÀ ĐÀ TỐN

Nguyễn Thị Bích Hà 212

KIỂM TOÁN MÔI TRƯỜNG TRONG BỐI CẢNH CHÍNH QUYỀN HAI CẤP Ở VIỆT NAM: KHOẢNG TRỐNG THỂ CHẾ VÀ ĐỀ XUẤT MÔ HÌNH KIỂM TOÁN LÃNH THỎ

Nguyễn Thị Bích Nguyệt, Trần Minh, Trịnh Thị Tuyết Dung 224

HIỆN TRẠNG CÔNG TÁC QUẢN LÝ VÀ XỬ LÝ CHẤT THẢI RẮN SINH HOẠT TẠI TỈNH HƯNG YÊN

Nguyễn Xuân Hòa, Bùi Thị Linh, Tạ Tuyết Thái, Hà Văn Tú 237

ADSORPTIVE REMOVAL OF TETRACYCLINE USING ACTIVATED CARBON DERIVED FROM SAWDUST BIOMASS

Le Thi Phuong Thao, Nguyen Van Hai, Dang Thi Minh Hue, Nguyen Van Dam, Doan Thi Thuy Ai, Nguyen Thi Lan Anh, La Duc Duong, Nguyen Thi Hoai Phuong 249

SỬ DỤNG MÔ HÌNH HỒI QUY TOBIT ĐỂ XÁC ĐỊNH GIỚI HẠN AN TOÀN CỦA CADIMI (Cd) TRONG NƯỚC TƯỚI CHO RAU XÀ LÁCH TRỒNG TRÊN ĐẤT PHÙ SA SÔNG HỒNG <i>Nguyễn Thị Giang, Ngô Thị Dung, Ngô Thanh Sơn, Vũ Thị Xuân, Nguyễn Thị Hằng Nga</i>	261
HỆ NANO POLYME MANG DỊCH CHIẾT LÁ TRỨNG CUỐC CÓ KHẢ NĂNG ỨC CHẾ VIRUS <i>Lê Thị Thu Hương, Ngô Thị Thương.....</i>	271
XÂY DỰNG VÀ THẨM ĐỊNH PHƯƠNG PHÁP UPLC-MS/MS XÁC ĐỊNH ĐA DƯ LƯỢNG KHÁNG SINH NHÓM FLUOROQUINOLON TRONG NƯỚC AO NUÔI THỦY SẢN <i>Hoàng Hiệp, Nguyễn Đức Lương, Phạm Công Đạt, Nguyễn Thị Vân Anh, Nguyễn Thủy Linh, Hồ Thị Liên, Đoàn Thị Thúy Ái.....</i>	282
CHẾ TẠO HỆ XÚC TÁC MnO_2/Al_2O_3 ỨNG DỤNG XỬ LÝ CHẤT HỮU CƠ TRONG NƯỚC THẢI SẢN XUẤT TINH BỘT SẴN <i>Nguyễn Thị Hồng Hạnh, Ngô Thị Thương, Chu Thị Thanh, Hán Thị Phương Nga, Nguyễn Thị Thanh Mai.....</i>	294
VẬT LIỆU HYDROXIT LỚP KÉP TRONG XỬ LÝ NƯỚC THẢI: CẤU TRÚC, TÍNH CHẤT VÀ TIỀM NĂNG ỨNG DỤNG <i>Hán Thị Phương Nga, Nguyễn Thị Hồng Hạnh, Phùng Thị Vinh.....</i>	303
ĐIỀU CHẾ XÚC TÁC QUANG DẠNG NỖI TiO_2 /SÉT NUNG VÀ ĐÁNH GIÁ HOẠT TÍNH QUANG XÚC TÁC PHÂN HỦY 2,4-DICHLOROPHENOXYACETIC ACID TRONG NƯỚC <i>Hoàng Hiệp, Phạm Công Đạt, Nguyễn Thị Hiền, Đặng Viết Quang.....</i>	317
XÂY DỰNG VÀ THẨM ĐỊNH PHƯƠNG PHÁP LC-MS/MS XÁC ĐỊNH AURAMINE O TRONG VỎ SÀU RIÊNG VÀ KHẢ NĂNG PHÁT TÁN RA MÔI TRƯỜNG <i>Đoàn Thị Thúy Ái, Nguyễn Đức Lương, Hoàng Hiệp.....</i>	331
ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ HẤP PHỤ ĐA KIM LOẠI CỦA LỖI NGÔ BIẾN TÍNH AXIT VÀ KIỀM TRONG NƯỚC THẢI GIẢ ĐỊNH <i>Nguyễn Thị Vân Anh, Nguyễn Đức Lương</i>	342
ẢNH HƯỞNG CỦA PHÂN Ủ TỪ PHỤ PHẨM TRỨNG GÀ VỚI CÁC CHẾ PHẨM VI SINH KHÁC NHAU ĐẾN SINH TRƯỞNG VÀ NĂNG SUẤT RAU CẢI MÈO TẠI GIA LÂM, HÀ NỘI <i>Phan Thị Thủy</i>	353
KHẢO NGHIỆM KHẢ NĂNG XỬ LÝ NƯỚC THẢI SINH HOẠT BẰNG CÔNG NGHỆ BÃI LỌC TRỒNG CÂY <i>Đinh Tiến Dũng, Vũ Phạm Thái, Lê Thị Hương, Trần Thị Huyền Trang, Nguyễn Thị Thu Hà.....</i>	363
KHẢO SÁT HIỆU QUẢ VÀ ẢNH HƯỞNG CỦA ĐÔNG KEO TỤ TRONG XỬ LÝ NƯỚC HỒ NÔNG <i>Trần Văn Hà, Antonio Cavalcante Pereira, Nguyễn Thị Thu Hà, Đoàn Thị Thái Yên, Hoàng Thị Thu Hương</i>	374

THỬ NGHIỆM XỬ LÝ NƯỚC HỒ BẰNG MÔ HÌNH LỌC SINH HỌC

Nguyễn Thị Thu Hương, Nguyễn Trường Phú, Nguyễn Bích Hạnh, Nguyễn Thị Thu Hà . 385

NGHIÊN CỨU DIỄN BIẾN CHẤT LƯỢNG NƯỚC Ở CÁC HỆ THỐNG KÊNH VÀ GIẢI PHÁP QUẢN LÝ CHẤT LƯỢNG NƯỚC THÍCH ỨNG VỚI BẢO VỆ NGUỒN LỢI THỦY SẢN Ở VƯỜN QUỐC GIA TRÀM CHIM

Lê Diễm Kiều, Lê Nhật Bản, Phạm Quốc Nguyên..... 396

SƠ BỘ THÀNH PHẦN HÓA THỰC VẬT VÀ HOẠT TÍNH SINH HỌC CỦA MỘT SỐ CAO CHIẾT TỪ LÁ VÀ QUẢ SUNG (*Ficus racemosa*)

Nguyễn Thị Hiền 410

TỔNG HỢP KALI FERRATE Fe(VI) VÀ ỨNG DỤNG TRONG XỬ LÝ NƯỚC THẢI

Đỗ Thế Văn, Võ Hữu Công..... 422

PHÂN LẬP VÀ TUYỂN CHỌN GIỐNG VI SINH VẬT XỬ LÝ VỎ QUẢ SÀU RIÊNG

Nguyễn Thị Minh, Hoàng Thị Linh..... 436

TỐI ƯU HÓA ĐIỀU KIỆN CHIẾT POLYPHENOL VÀ KHẢ NĂNG KHÁNG OXI HÓA TỪ VỎ THÂN CÂY TÔ MỘC (*Caesalpinia sappan* L.)

Vũ Thị Huyền, Lê Thị Thu Trang, Võ Hữu Công..... 447

TẬN DỤNG PHÉ THẢI NÔNG NGHIỆP PHỤC VỤ CHO TRỒNG TRỌT

Võ Đình Long, Phạm Thị Lý Hoài, Võ Hữu Công..... 458

TUYỂN CHỌN VI SINH VẬT NỘI SINH TỪ VÙNG SINH THÁI ĐẤT CHUA MẶN LÀM GIỐNG SẢN XUẤT CHẾ PHẨM VI SINH VẬT

Nguyễn Tú Diệp, Nguyễn Thị Minh..... 467

ĐÁNH GIÁ BIẾN ĐỘNG KHÔNG GIAN - THỜI GIAN CỦA CHẤT LƯỢNG NƯỚC LƯU VỰC SÔNG MÃ GIAI ĐOẠN 2019-2024

Nguyễn Thị Hồng Ngọc, Trần Anh Quân 476

BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU VÀ HỆ THỐNG TRỒNG TRỌT: CƠ CHẾ TÁC ĐỘNG ĐẾN SINH LÝ, MÙA VỤ, NĂNG SUẤT VÀ CHẤT LƯỢNG NÔNG SẢN TRONG BỐI CẢNH VIỆT NAM

Nguyễn Thị Bích Yên, Phan Thị Hải Luyến, Phan Thị Thúy, Ngô Thế Ân..... 489

HIỆN TRẠNG SỐC KHÍ HẬU, SỐC SINH HỌC VÀ MỨC ĐỘ PHƠI NHIỄM CỦA NÔNG HỘ TRONG CANH TÁC NÔNG NGHIỆP TẠI MIỀN TRUNG VIỆT NAM

Phan Thị Hải Luyến, Ngô Thế Ân, Dương Thị Huyền..... 504

BIẾN ĐỘNG THẨM PHỦ VÀ SỬ DỤNG ĐẤT VỚI RỦI RO NGẬP LỤT: TIẾP CẬN GIS CHO KHU VỰC PHÍA BẮC

Ngô Thế Ân, Phan Thị Hải Luyến..... 515

NGHIÊN CỨU ĐỀ XUẤT GIỚI HẠN MỨC TIÊU THỤ NHIÊN LIỆU ĐỐI VỚI XE CƠ GIỚI
MỚI NHẪM HƯỚNG TỚI THỰC HIỆN ĐÓNG GÓP DO QUỐC GIA TỰ QUYẾT ĐỊNH
(NDC) CỦA VIỆT NAM

Nguyễn Ngọc Tú, Trịnh Quang Huy, Đinh Trọng Khang..... 523

PHÂN TÍCH PHÂN BỐ NGUỒN PHÁT THẢI KHÔNG KHÍ TẠI TỈNH BẮC NINH GIAI
ĐOẠN 2021-2025

Trịnh Quang Huy, Nguyễn Ngọc Tú..... 536

QUẢN LÝ RỦI RO MÔI TRƯỜNG VÀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU TẠI VIỆT NAM: QUAN ĐIỂM
MÔI TRƯỜNG, XÃ HỘI VÀ QUẢN TRỊ

*Huỳnh Văn Bình, Huỳnh Bảo Trang, Trịnh Phước Nguyên, Phạm Thị Như, Nguyễn Trương
Quang Huy..... 549*

CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN HÀNH VI SỬ DỤNG XE ĐIỆN NHẪM GIẢM PHÁT THẢI
PM2.5: TIẾP CẬN LÝ THUYẾT HÀNH VI HOẠCH ĐỊNH (TPB) MỞ RỘNG TẠI HÀ NỘI

*Nguyễn Hồng Quân, Nguyễn Hương Giang, Trần Thanh Hoàng, Nguyễn Thị Thu Hương
..... 560*

MỘT SỐ KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU CẢI TIẾN NHÀ MÀNG, NHÀ LƯỚI TÍCH HỢP CÔNG
NGHỆ IOT PHỤC VỤ TRỒNG HOA, QUẢ, RAU AN TOÀN GẮN VỚI DU LỊCH SINH
THÁI, TRẢI NGHIỆM TẠI TỈNH HƯNG YÊN

Vũ Văn Chát, Nguyễn Tuấn Anh..... 581

CÔNG NGHỆ GEOAI VÀ ỨNG DỤNG TRONG GIÁM SÁT MÔI TRƯỜNG..... 593

Võ Chí Mỹ, Nguyễn Quốc Long, Võ Ngọc Dũng

ĐÁNH GIÁ TÍNH BỀN VỮNG CỦA THƯƠNG MẠI LÚA GẠO DƯỚI GÓC NHÌN TÀI
NGUYÊN NƯỚC

Nguyễn Thị Thu Hương, Phạm Ngọc Kiên..... 602

GIẢI PHÁP NÂNG CAO NHÂN LỰC THỰC HIỆN CÔNG TÁC QUẢN LÝ RỦI RO MÔI
TRƯỜNG VÀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU XÃ ĐẠI HOÀNG, TỈNH NINH BÌNH

Nguyễn Thị Thanh Hué..... 618

ĐÁNH GIÁ NGUY CƠ MƯA AXIT VÀ TÁC ĐỘNG TIỀM TÀNG ĐẾN ĐẤT CANH TÁC
NÔNG NGHIỆP Ở VIỆT NAM

Doãn Hà Phong..... 628

ĐÁNH GIÁ BIẾN ĐỔI CÁC CHỈ SỐ KHÍ HẬU CỰC ĐOẠN TẠI VÙNG ĐÔNG BẮC VIỆT
NAM

Trần Anh Quân..... 644

ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ SỬ DỤNG HÀM BIOGAS TRONG CHĂN NUÔI LỢN TẠI TÂN
LĨNH, BA VÌ, HÀ NỘI

Phan Thị Thúy, Nguyễn Tuyết Lan..... 663

VỊ TRÍ VÀ VAI TRÒ CỦA CÁC TÁC NHÂN CHÍNH TRONG NÔNG NGHIỆP TUẦN HOÀN
TẠI VIỆT NAM: TRƯỜNG HỢP NGHIÊN CỨU TẠI TỈNH THỪA THIÊN HUẾ VÀ
NAM ĐỊNH

Nguyễn Thanh Lâm, Cao Trường Sơn 672

ĐÁNH GIÁ HIỆN TRẠNG SỬ DỤNG TÚI NILON TRONG MỘT SỐ SIÊU THỊ Ở THÀNH
PHỐ ĐÀ NẴNG

Trần Thị Thu Hương, Vũ Thị Thu Vân, Nguyễn Mai Hoa, Đỗ Thị Hải, Đỗ Cao Cường... 685

ÁP DỤNG MÔ HÌNH KINH TẾ TUẦN HOÀN TRONG SẢN XUẤT DƯA LƯỚI - PHÂN TÍCH
HIỆU QUẢ KINH TẾ VÀ TÍNH BỀN VỮNG

Vũ Thị Lan Anh, Trần Thị Ngọc, Nguyễn Thị Hồng..... 694

ĐÁNH GIÁ PHÁT TRIỂN KINH TẾ THEO KHÔNG GIAN DỰA TRÊN DỮ LIỆU ẢNH SÁNG
BAN ĐÊM: NGHIÊN CỨU TRƯỜNG HỢP TỈNH CAO BẰNG, VIỆT NAM

Phan Thị Mai Hoa, Trần Thị Phương Dung 706

ĐỘNG LỰC MÊ-TAN TRONG HỒ NƯỚC NGỌT: QUÁ TRÌNH, CƠ CHẾ ĐIỀU KHIỂN VÀ
Ý NGHĨA KHÍ HẬU

Nguyễn Thị Khánh Huyền..... 717

PHÁT THẢI VÀ GIẢI PHÁP GIẢM KHÍ NHÀ KÍNH TRONG CANH TÁC LÚA TẠI VÙNG
ĐỒNG BẰNG SÔNG HỒNG

*Bùi Thị Phương Loan, Đỗ Thanh Định, Mai Văn Trịnh, Đinh Quang Hiếu Nguyễn Thị Mai
Chi, Đinh Thị Hải Vân, Lê Thị Hương..... 732*

PHÁP LUẬT VỀ ĐIỆN NĂNG LƯỢNG TÁI TẠO Ở VIỆT NAM TRONG BỐI CẢNH THỰC
HIỆN CAM KẾT NET ZERO 2050

Dư Văn Toán, Phạm Thị Bắc Hà 747

ĐÁNH GIÁ PHÁT TRIỂN KINH TẾ THEO KHÔNG GIAN DỰA TRÊN DỮ LIỆU ÁNH SÁNG BAN ĐÊM: NGHIÊN CỨU TRƯỜNG HỢP TỈNH CAO BẰNG, VIỆT NAM

Phan Thị Mai Hoa^{1,2*}, Trần Thị Phương Dung³

¹*Trường Đại học Mỏ - Địa chất*

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

³*Trường Đại học Thủy Lợi*

*Tác giả liên hệ: phanthimaihoa@humg.edu.vn; phanthimaihoa.humg@gmail.com

Ngày nhận bài: 1/4/2026

Ngày chấp nhận đăng: 12/5/2026

TÓM TẮT

Nghiên cứu sử dụng dữ liệu ánh sáng ban đêm (NTL) từ cảm biến VIIRS Day/Night Band (DNB) do NOAA (Cơ quan quản lý Đại dương và Khí quyển Quốc gia Hoa Kỳ) cung cấp để đánh giá phân bố và biến động phát triển kinh tế theo không gian tại tỉnh Cao Bằng giai đoạn 2014 -2025. Dữ liệu được xử lý, chuẩn hóa và tổng hợp theo đơn vị hành chính cấp xã trong môi trường GIS nhằm xây dựng các chỉ số cường độ và tăng trưởng kinh tế tương đối. Kết quả cho thấy giá trị NTL trung bình tăng phổ biến từ khoảng 15-50%, trong đó một số khu vực trung tâm ghi nhận mức tăng trên 50%. Phát triển kinh tế phân bố không đồng đều, tập trung tại thành phố Cao Bằng và dọc các trục giao thông chính, hình thành cấu trúc không gian dạng tuyến rõ rệt, trong khi các khu vực miền núi xa trung tâm duy trì giá trị NTL thấp (<0.15) và tăng trưởng hạn chế (<20%). Phân tích hồi quy cho thấy mối quan hệ dương có ý nghĩa thống kê giữa NTL và mật độ giao thông và chợ ($R^2 \approx 0,891$). Kết quả khẳng định hiệu quả của dữ liệu NTL trong phân tích kinh tế không gian ở quy mô địa phương, đồng thời cung cấp cơ sở định lượng cho định hướng đầu tư hạ tầng và quản lý môi trường tại các khu vực miền núi.

Từ khóa: Ánh sáng ban đêm, phát triển kinh tế không gian, GIS, hạ tầng, Cao Bằng.

Assessing Spatial Economic Development Using Nighttime Light Data in Cao Bang Province, Vietnam

ABSTRACT

This study utilizes Nighttime Light (NTL) data derived from the VIIRS Day/Night Band (DNB), provided by the National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), to assess the spatial distribution and temporal dynamics of economic development in Cao Bang Province during the period 2014-2025. The data were processed, normalized, and aggregated at the commune level within a GIS environment to construct indicators representing the intensity and relative growth of economic activities. The results indicate a widespread increase in mean NTL values ranging from approximately 15% to 50%, with several central areas exhibiting growth exceeding 50%. Economic development shows a clear spatial disparity, concentrating in Cao Bang City and along major transportation corridors, forming a distinct linear spatial pattern, while remote mountainous areas maintain low NTL values (<0.15) and limited growth (<20%). Regression analysis reveals statistically significant positive relationships between NTL and both transport density and market density ($R^2 \approx 0,891$). These findings confirm the effectiveness of NTL data for spatial economic analysis at the local scale and provide quantitative evidence to support infrastructure investment planning and environmental management in mountainous regions.

Keywords: Nighttime lights, spatial economic development, GIS, infrastructure, Cao Bang.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong bối cảnh chuyển đổi số và ứng dụng công nghệ trong quản lý môi trường ngày càng được thúc đẩy, việc đánh giá phân bố không gian của hoạt động kinh tế đóng vai trò quan trọng trong định hướng quy hoạch phát triển bền vững, đặc biệt tại các khu vực miền núi và nông thôn. Tuy nhiên, hệ thống dữ liệu thống kê truyền thống như GDP hoặc thu nhập thường được công bố ở quy mô tổng hợp (cấp tỉnh hoặc quốc gia), còn hạn chế về độ phân giải không gian và tính cập nhật, dẫn đến khó khăn trong việc phân tích chi tiết và hỗ trợ ra quyết định quản lý theo lãnh thổ.

Trong những năm gần đây, dữ liệu ánh sáng ban đêm (Nighttime Lights-NTL) từ vệ tinh, đặc biệt từ cảm biến VIIRS, đã được sử dụng như một chỉ báo gián tiếp để mô tả cường độ hoạt động kinh tế và các quá trình đô thị hóa. Các nghiên cứu gần đây cho thấy NTL có khả năng phản ánh tương đối tốt phân bố hoạt động kinh tế, đặc biệt tại các khu vực thiếu dữ liệu thống kê, đồng thời cung cấp thông tin chi tiết theo không gian và thời gian (Fontaine & cs., 2025), từ đó hỗ trợ hiệu quả cho các nghiên cứu liên ngành giữa kinh tế, môi trường và quy hoạch. Ngoài ra, dữ liệu NTL còn được sử dụng để phân tích động lực tăng trưởng, cấu trúc không gian kinh tế và các biến động liên quan đến hạ tầng và tiếp cận thị trường (Behrens, 2024). Tuy nhiên, nhiều nghiên cứu cũng chỉ ra rằng mối liên hệ giữa NTL và các chỉ số kinh tế có thể thay đổi theo quy mô không gian và loại hình kinh tế, đồng thời NTL có xu hướng phản ánh tốt hơn các hoạt động gắn với hạ tầng và chiếu sáng, nhưng hạn chế trong các khu vực nông thôn hoặc mật độ dân cư thấp (Guo & cs., 2025).

Mặc dù vậy, phần lớn các nghiên cứu hiện nay tập trung ở quy mô quốc gia hoặc vùng rộng lớn, trong khi các nghiên cứu ở quy mô địa phương, đặc biệt tại các khu vực miền núi như miền Bắc Việt Nam, còn tương đối hạn chế. Bên cạnh đó, nhiều nghiên cứu chủ yếu dừng lại ở việc phân tích mối tương quan giữa NTL và các chỉ số kinh tế tổng hợp, mà chưa xem xét đầy đủ mối liên hệ giữa phân bố ánh sáng ban đêm với các yếu tố hạ tầng như giao thông, chợ hoặc khả năng tiếp cận thị trường, vốn có thể ảnh hưởng đến tổ chức không gian phát triển nhưng khó khẳng định theo quan hệ nhân quả trực tiếp.

Đối với tỉnh Cao Bằng, một tỉnh miền núi có địa hình phức tạp và mức độ phát triển không đồng đều, việc phân tích cấu trúc không gian của hoạt động kinh tế có ý nghĩa quan trọng đối với quy hoạch và đầu tư hạ tầng. Tuy nhiên, các nghiên cứu ứng dụng dữ liệu viễn thám, đặc biệt là NTL, trong phân tích kinh tế không gian tại khu vực này còn hạn chế.

Mặc dù dữ liệu ánh sáng ban đêm đã được ứng dụng rộng rãi trong nghiên cứu kinh tế không gian, vẫn tồn tại một số khoảng trống nghiên cứu đáng chú ý. Thứ nhất, phần lớn các nghiên cứu tập trung ở quy mô quốc gia hoặc vùng, trong khi các phân tích chi tiết ở quy mô địa phương, đặc biệt tại khu vực miền núi, còn hạn chế. Thứ hai, mối quan hệ giữa NTL và các yếu tố hạ tầng chưa được làm rõ một cách đầy đủ trong bối cảnh không gian cụ thể. Thứ ba, sự khác biệt giữa cường độ và quy mô phát triển kinh tế trong phân tích NTL chưa được xem xét một cách hệ thống.

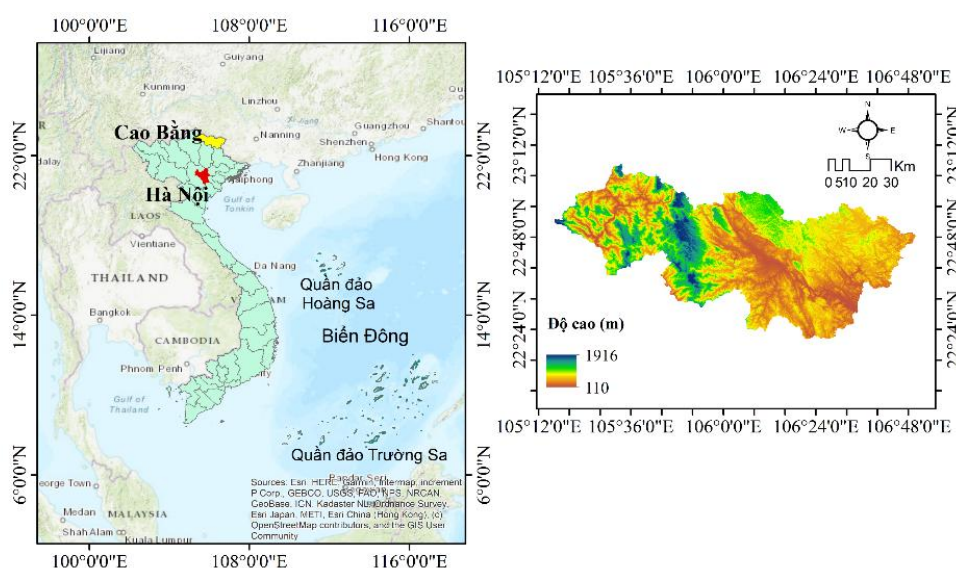
Từ những khoảng trống trên, nghiên cứu này nhằm: (i) phân tích phân bố không gian của hoạt động kinh tế tương đối dựa trên dữ liệu NTL; (ii) đánh giá biến động phát triển giai đoạn 2014-2025; và (iii) xem xét mối liên hệ giữa NTL và một số yếu tố hạ tầng như giao thông và chợ. Thông qua đó, nghiên cứu cung cấp bằng chứng thực nghiệm về khả năng ứng dụng NTL ở quy

mô địa phương, đồng thời đóng góp cơ sở khoa học cho công tác quy hoạch và phát triển bền vững tại các khu vực miền núi.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vùng nghiên cứu

Khu vực nghiên cứu là tỉnh Cao Bằng, thuộc vùng miền núi phía Bắc Việt Nam, nằm trong khoảng $22^{\circ}21'-23^{\circ}07'$ vĩ độ Bắc và $105^{\circ}16'-106^{\circ}50'$ kinh độ Đông. Tỉnh có diện tích khoảng 6.700 km², dân số khoảng 530.000 người và mật độ dân số thấp (~75-80 người/km²) (Cục thống kê-Bộ Tài chính, 2021). Địa hình chủ yếu là núi cao và karst, bị chia cắt mạnh, dẫn đến sự phân bố không đồng đều của dân cư và hoạt động kinh tế. Khí hậu nhiệt đới gió mùa với lượng mưa trung bình năm khoảng 1.400-1.800 mm (Tran Thi Mai Anh & cs., 2025).



Hình 1. Vùng nghiên cứu tại Tỉnh Cao Bằng, Việt Nam

Hoạt động kinh tế tập trung chủ yếu tại thành phố Cao Bằng và dọc các tuyến giao thông chính, trong khi các khu vực vùng sâu có mức độ phát triển thấp hơn (Nguyen Tran Tuan, 2024). Đặc điểm này tạo ra sự phân hóa không gian rõ rệt, phù hợp để phân tích bằng dữ liệu ánh sáng ban đêm (NTL). Trong bối cảnh mật độ dân cư thấp và đô thị hóa hạn chế, NTL chủ yếu phản ánh các cụm phát triển và hành lang kinh tế, do đó là chỉ báo hữu ích cho phân tích hoạt động kinh tế tương đối, nhưng cần thận trọng khi diễn giải ở các khu vực nông nghiệp.

2.2. Dữ liệu và phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu sử dụng dữ liệu ánh sáng ban đêm (Nighttime Light-NTL) từ sản phẩm VIIRS Day/Night Band (DNB) annual composites do NOAA (Cơ quan quản lý Đại dương và Khí quyển Quốc gia Hoa Kỳ) cung cấp, giai đoạn 2014-2025, với độ phân giải không gian khoảng 500 m. Dữ liệu này được sử dụng nhằm giảm ảnh hưởng của biến động ngắn hạn theo tháng. Các nguồn nhiễu như ánh sáng tạm thời (cháy rừng, khí đốt) và giá trị bất thường đã được loại bỏ thông qua

bộ dữ liệu đã hiệu chỉnh của nhà cung cấp; đồng thời các giá trị âm được gán bằng 0 trước khi phân tích (Zhao & cs., 2019).

Dữ liệu được chuyển về hệ tọa độ WGS84 / UTM Zone 48N và đồng bộ với ranh giới hành chính cấp xã và cấp huyện theo năm 2023 (Cục Thống kê). Các chỉ số NTL được tính toán trên đơn vị hành chính thông qua phương pháp thống kê theo vùng trong môi trường GIS (Li & Zhou, 2017).

Để giảm độ lệch phân bố, dữ liệu NTL được biến đổi logarit (Gibson & Boe-Gibson, 2021):

$$NTL_{log} = \ln(NTL + 1) \quad (1)$$

Trong đó NTL là giá trị bức xạ ánh sáng ban đêm gốc tại mỗi pixel, NTL_{log} là giá trị sau biến đổi logarit, và hằng số 1 được cộng thêm nhằm tránh trường hợp giá trị bằng 0.

Tiếp theo, dữ liệu được chuẩn hóa theo phương pháp min-max để đưa về cùng thang đo, phục vụ so sánh giữa các đơn vị không gian (Han & cs., 2012):

$$NTL_{norm} = \frac{NTL_i - NTL_{min}}{NTL_{max} - NTL_{min}} \quad (2)$$

Trong đó NTL_i là giá trị ánh sáng tại pixel thứ i, NTL_{min} và NTL_{max} lần lượt là giá trị nhỏ nhất và lớn nhất của toàn bộ tập dữ liệu, còn là giá trị đã chuẩn hóa trong khoảng từ 0 đến 1.

Trên cơ sở dữ liệu đã chuẩn hóa, các chỉ số NTL được xây dựng nhằm phản ánh mức độ phát triển kinh tế theo không gian (Henderson & cs., 2012). Giá trị trung bình ánh sáng ban đêm (Mean NTL) trên một đơn vị không gian được xác định theo công thức:

$$\text{Mean NTL} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n L_i \quad (3)$$

Trong đó L_i là giá trị ánh sáng tại pixel thứ i trong đơn vị phân tích và nnn là tổng số pixel thuộc đơn vị hành chính tương ứng. Chỉ số này phản ánh cường độ trung bình của hoạt động kinh tế.

Tổng giá trị ánh sáng ban đêm (Sum NTL) được tính như sau:

$$\text{Sum NTL} = \sum_{i=1}^n L_i \quad (4)$$

Trong đó L_i là giá trị ánh sáng tại pixel thứ i. Chỉ số này phản ánh quy mô tổng thể của hoạt động kinh tế trong mỗi đơn vị không gian.

Tốc độ tăng trưởng ánh sáng ban đêm được sử dụng để đánh giá sự biến động kinh tế theo thời gian và được xác định theo công thức:

$$\text{Tốc độ tăng trưởng} = \frac{NTL_{2025} - NTL_{2014}}{NTL_{2014}} \times 100\% \quad (5)$$

Trong đó NTL_{2025} và NTL_{2014} lần lượt là giá trị ánh sáng ban đêm tại hai thời điểm nghiên cứu. Chỉ số này phản ánh mức độ gia tăng hoặc suy giảm của hoạt động kinh tế theo thời gian (Zhao & cs., 2020).

Các chỉ số Mean NTL, Sum NTL và Tốc độ tăng trưởng được tổng hợp theo đơn vị hành chính cấp huyện và cấp xã thông qua phương pháp thống kê theo vùng trong môi trường GIS. Đồng thời, phân tích vùng đệm được áp dụng để đánh giá sự thay đổi của cường độ ánh sáng theo khoảng cách đến trung tâm hành chính, qua đó làm rõ cấu trúc không gian của phát triển kinh tế.

Để phân tích mối liên hệ giữa NTL và hạ tầng, nghiên cứu sử dụng hai biến: (i) mật độ giao thông (tổng chiều dài đường/km², dữ liệu từ OpenStreetMap 2024) và (ii) mật độ chợ (số điểm chợ trong bán kính 1 km và 3 km quanh trung tâm đơn vị hành chính).

Trong đó, dữ liệu vị trí chợ được thu thập từ hai nguồn chính gồm dữ liệu từ bản đồ quy hoạch tỉnh Cao Bằng năm 2024 với các đối tượng được gắn nhãn chợ và kiểm chứng bổ sung thông qua ảnh vệ tinh độ phân giải cao từ Google Earth. Các điểm chợ được chuẩn hóa về cùng hệ tọa độ và loại bỏ các đối tượng trùng lặp hoặc không hoạt động. Mật độ chợ được xác định bằng phương pháp phân tích vùng đệm, trong đó số lượng điểm chợ được tính trong bán kính 1 km và 3 km xung quanh trung tâm hình học của mỗi đơn vị hành chính cấp xã.

Tổng số đơn vị quan sát là 56 xã. Mỗi quan hệ giữa NTL và hạ tầng được kiểm định bằng mô hình hồi quy log-log:

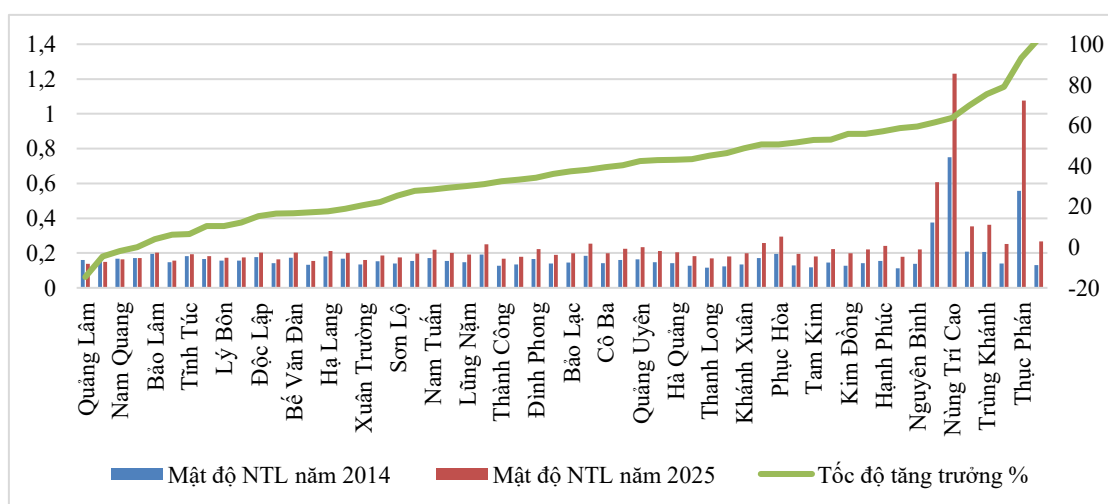
$$\ln NTL_i = \beta_0 + \beta_1 \ln(RD_i) + \beta_2 \ln(MD_i) + \varepsilon_i(6)$$

Trong đó, NTL_i là giá trị trung bình ánh sáng ban đêm, RD_i là mật độ giao thông, MD_i là mật độ chợ, β_0 là hệ số chặn, β_1, β_2 là hệ số hồi quy, và ε_i là sai số. Các tham số được ước lượng bằng phương pháp bình phương tối thiểu (OLS). Mô hình được đánh giá thông qua hệ số xác định R^2 , đánh giá chất lượng mô hình (AIC-Akaike Information Criterion), và sai số bình phương trung bình (RMSE), kiểm định DW (Durbin-Watson) (Wooldridge, 2016).

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. Phân bố không gian và biến động phát triển kinh tế

Kết quả phân tích dữ liệu ánh sáng ban đêm (NTL) cho thấy sự khác biệt rõ rệt về cường độ và tốc độ tăng trưởng kinh tế giữa các đơn vị hành chính trên địa bàn tỉnh Cao Bằng (Hình 2, hình 3). Giá trị NTL năm 2025 dao động chủ yếu trong khoảng 0,08-0,30, trong đó các khu vực trung tâm như Tân Giang, Hợp Giang và Sông Bằng đạt giá trị cao hơn rõ rệt (khoảng 0,20-0,30), trong khi nhiều xã miền núi như Quảng Lâm, Nam Quang và Bảo Lạc chỉ đạt khoảng 0,08-0,15 (Hình 2).



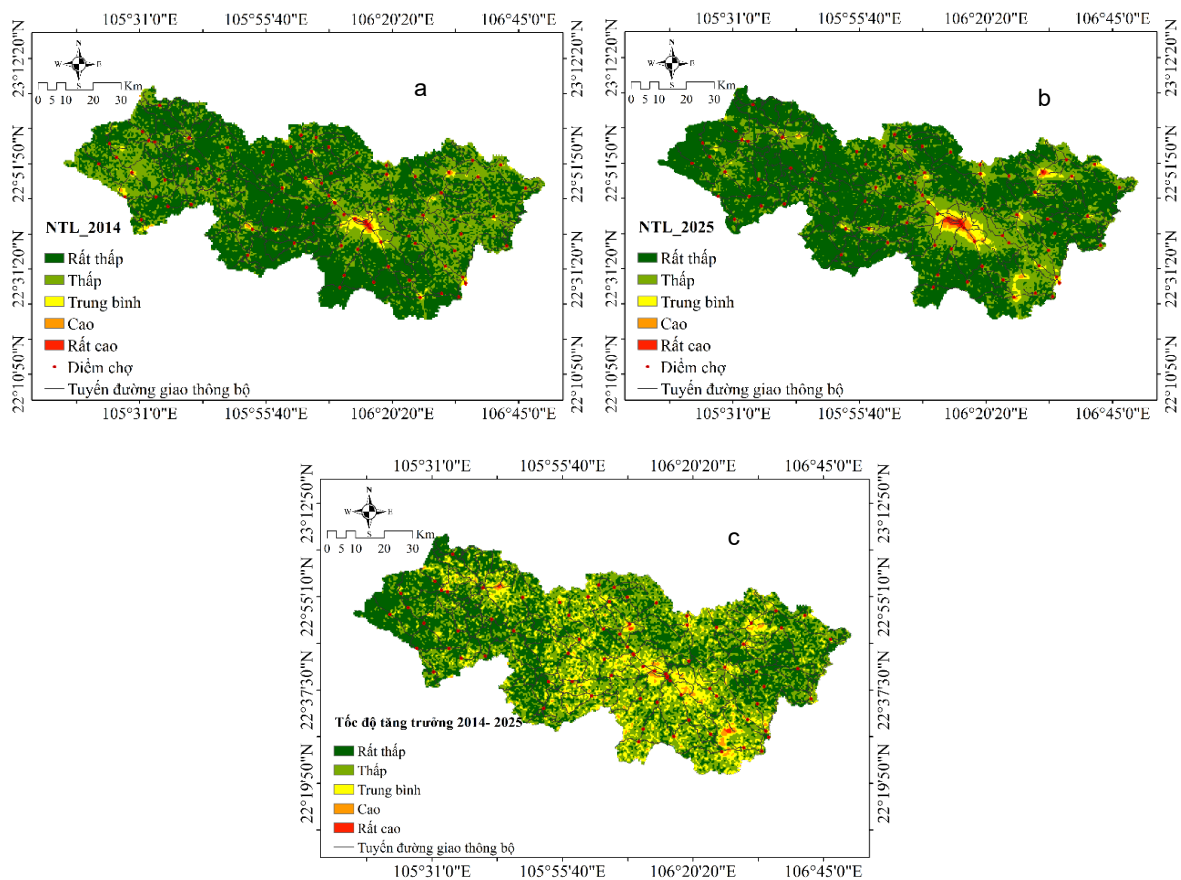
Hình 2. Biểu đồ so sánh mật độ NTL theo đơn vị hành chính và tốc độ tăng trưởng (%)

Một số khu vực như Quảng Lâm, Nam Quang và Bảo Lâm thể hiện giá trị NTL trung bình và tốc độ tăng trưởng thấp, có thể được xem là các ngoại lệ không gian trong mô hình phân bố

kinh tế. Tuy nhiên, hiện tượng này không phải là phản ánh sự suy giảm phát triển kinh tế, mà chủ yếu liên quan đến đặc điểm không gian và khả năng phản ánh của dữ liệu NTL. Các khu vực này đặc trưng bởi địa hình núi cao, dân cư phân tán và mức độ đô thị hóa thấp; hoạt động kinh tế chủ yếu là nông lâm nghiệp và phi chính thức nên không tạo ra tín hiệu chiếu sáng mạnh. Kết quả này phù hợp với nhận định của Guo & cs. (2025) về hạn chế của dữ liệu NTL trong phản ánh hoạt động kinh tế tại các khu vực nông nghiệp và mật độ dân cư thấp (Guo & cs., 2025).

Ngoài ra, với độ phân giải khoảng 500 m của dữ liệu VIIRS, các thay đổi kinh tế quy mô nhỏ hoặc phân tán có thể không được ghi nhận đầy đủ. Hiệu ứng “nền thấp” cũng góp phần làm giảm tốc độ tăng trưởng tương đối, khi giá trị ban đầu đã ở mức rất thấp.

Nhìn chung, giá trị NTL tại khu vực trung tâm cao hơn khoảng 2-2,5 lần so với các khu vực ngoại vi, phản ánh sự phân hóa đáng kể về cường độ hoạt động kinh tế theo không gian.

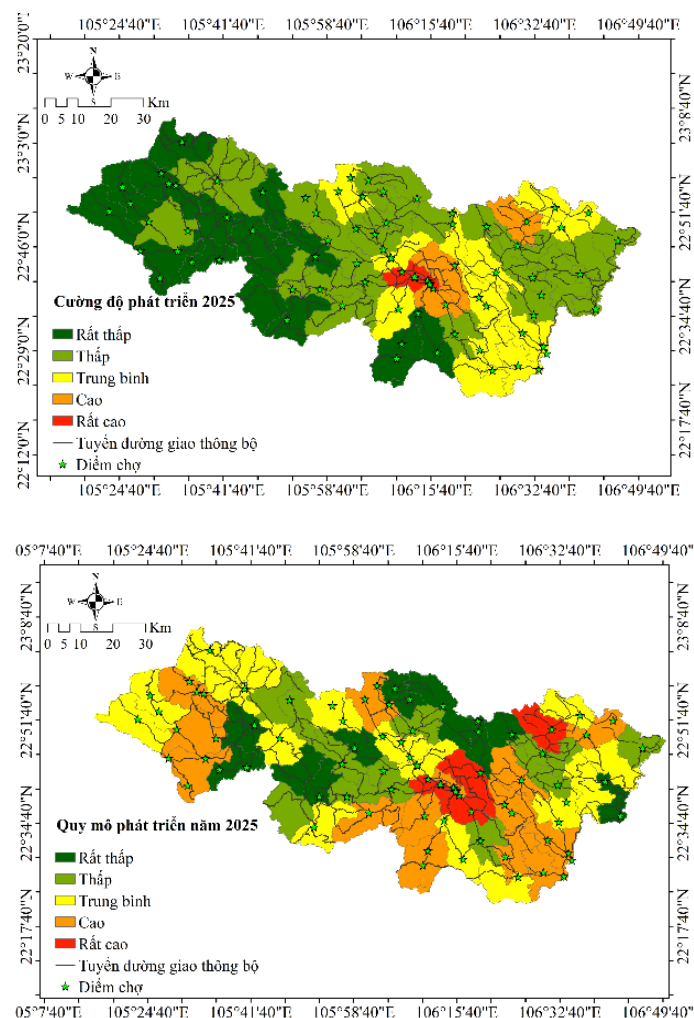


Hình 3. (a) Bản đồ phân bố không gian cường độ ánh sáng ban đêm năm 2014; (b) năm 2025 và (c) Bản đồ tốc độ tăng trưởng ánh sáng ban đêm giai đoạn 2014-2025 tại tỉnh Cao Bằng

Về biến động theo thời gian, tốc độ tăng trưởng NTL giai đoạn 2014-2025 có sự phân bố không đồng đều giữa các đơn vị hành chính (Hình 3c). Phần lớn các xã có mức tăng trưởng trong khoảng 10-50%, cho thấy xu hướng phát triển chung trên toàn tỉnh (Hình 2). Tuy nhiên, một số khu vực ghi nhận mức tăng trưởng cao hơn đáng kể, vượt 60% và thậm chí trên 90%, điển hình

như Nguyễn Huệ, Nước Hai và Trùng Khánh. Ngược lại, một số khu vực như Bảo Lâm và Nguyên Bình có mức tăng trưởng thấp ($<10\%$), phản ánh động lực phát triển còn hạn chế.

Phân tích kết hợp giữa giá trị tuyệt đối và tốc độ tăng trưởng cho thấy hai xu hướng đáng chú ý. Thứ nhất, các khu vực trung tâm có giá trị NTL cao nhưng tốc độ tăng trưởng trung bình, phản ánh trạng thái phát triển ổn định và đã đạt mức bão hòa tương đối. Thứ hai, một số khu vực có tốc độ tăng trưởng cao nhưng giá trị NTL tuyệt đối vẫn thấp, cho thấy hiệu ứng “tăng trưởng từ nền thấp”, trong đó chỉ cần gia tăng nhỏ về cường độ ánh sáng cũng dẫn đến tỷ lệ tăng trưởng lớn.



Hình 4. Phân bố cường độ phát triển (Mean NTL) và quy mô phát triển kinh tế (Sum NTL) năm 2025 tại tỉnh Cao Bằng

Hình 4 thể hiện rõ sự khác biệt giữa cường độ phát triển kinh tế (Mean NTL) và quy mô phát triển (Sum NTL) tại tỉnh Cao Bằng năm 2025, qua đó phản ánh hai khía cạnh bổ sung của cấu trúc không gian kinh tế. Trước hết, bản đồ cường độ phát triển kinh tế cho thấy cường độ phát triển kinh tế có xu hướng tập trung cao tại khu vực trung tâm, đặc biệt là thành phố Cao Bằng và các vùng lân cận, nơi xuất hiện các giá trị “cao” và “rất cao”. Các khu vực này đồng thời nằm gần các trục giao thông chính, cho thấy vai trò quan trọng của khả năng tiếp cận trong việc gia tăng mật

độ hoạt động kinh tế. Ngược lại, phần lớn khu vực phía tây và tây bắc duy trì mức “thấp” và “rất thấp”, phản ánh cường độ phát triển hạn chế do điều kiện địa hình chia cắt và mức độ kết nối hạ tầng thấp.

Trong khi đó, bản đồ quy mô phát triển kinh tế thể hiện quy mô tổng thể của hoạt động kinh tế có xu hướng mở rộng hơn về không gian. Nhiều khu vực có giá trị trung bình không cao nhưng vẫn đạt mức “trung bình” hoặc “cao” về tổng giá trị NTL, cho thấy sự tồn tại của các vùng có quy mô hoạt động kinh tế tương đối lớn nhưng phân bố phân tán, mật độ thấp. Điều này đặc biệt rõ tại các khu vực ven trung tâm hoặc dọc theo các hành lang phát triển, nơi có sự tích lũy ánh sáng từ nhiều nguồn nhỏ lẻ.

So sánh hai bản đồ cho thấy một đặc điểm quan trọng: cường độ và quy mô phát triển không hoàn toàn trùng khớp về không gian. Các khu vực trung tâm thể hiện đồng thời giá trị cao ở cả hai chỉ số, đóng vai trò là cực tăng trưởng. Ngược lại, một số khu vực ngoại vi có quy mô tương đối nhưng cường độ thấp, phản ánh mô hình phát triển phân tán.

Tổng thể, kết quả cho thấy cấu trúc phát triển kinh tế tại Cao Bằng năm 2025 mang đặc trưng “trung tâm-hành lang-phân tán”, trong đó hạ tầng giao thông đóng vai trò định hướng lan tỏa không gian. Sự khác biệt giữa Mean NTL và Sum NTL cung cấp thông tin quan trọng trong việc phân biệt giữa khu vực phát triển tập trung và khu vực phát triển theo chiều rộng, qua đó hỗ trợ hiệu quả cho định hướng quy hoạch và phân bổ đầu tư hạ tầng.

3.2. Mối liên hệ giữa phát triển kinh tế và hạ tầng

Kết quả hồi quy tại bảng 1 cho thấy các yếu tố hạ tầng có khả năng giải thích mạnh mẽ sự phân bố không gian của ánh sáng ban đêm (NTL), với hệ số xác định đạt $R^2 = 0,891$ và R^2 hiệu chỉnh = 0,887. Điều này cho thấy mô hình có mức độ phù hợp cao và phần lớn biến động của NTL được giải thích bởi các biến hạ tầng được xem xét.

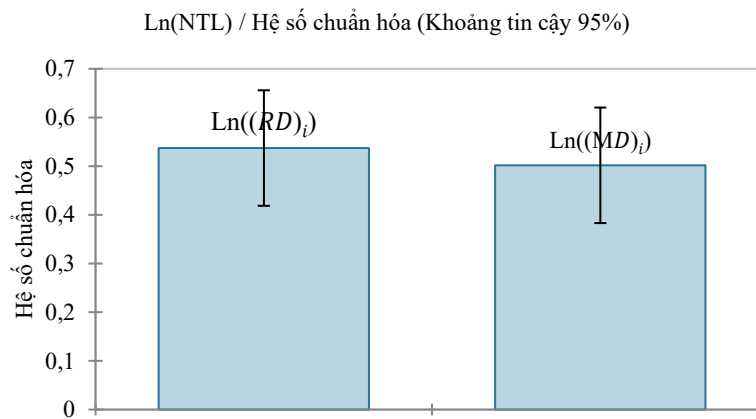
Phương trình hồi quy log-log được xác định như sau:

$$\ln(NTL) = 0,106 \cdot \ln(RD_i) + 1,288 \cdot \ln(MD_i) \quad (7)$$

Trong đó, các hệ số hồi quy được diễn giải như hệ số co giãn. Cụ thể, khi mật độ giao thông tăng 1%, giá trị NTL trung bình tăng khoảng 0,106%, trong khi khi mật độ các điểm chợ tăng 1%, NTL tăng khoảng 1,288%, trong điều kiện các yếu tố khác không đổi. Kết quả này cho thấy các điểm kinh tế địa phương có tác động trực tiếp và mạnh hơn đến cường độ hoạt động kinh tế (cụ thể hoạt động kinh doanh tại chợ) so với hạ tầng giao thông.

Bảng 1. Kết quả hồi quy giữa NTL và các yếu tố hạ tầng

R^2	0,891
R^2 hiệu chỉnh	0,887
RMSE	0.022
Kiểm định DW	1.729
AIC	-425.033



Hình 5. Hệ số hồi quy chuẩn hóa của các biến hạ tầng trong mô hình Ln(NTL)

Phân tích hệ số hồi quy chuẩn hóa củng cố nhận định này, khi cả hai biến đều có tác động dương và có ý nghĩa thống kê (khoảng tin cậy 95%), với mức độ ảnh hưởng tương đối tương đương ($\beta^* \approx 0,50-0,54$) tại hình 5. Tuy nhiên, khoảng tin cậy của hai biến có sự chồng lấn, cho thấy sự khác biệt về mức độ ảnh hưởng không mang tính thống kê rõ rệt, mà phản ánh vai trò bổ sung giữa khả năng kết nối không gian và sự tập trung hoạt động kinh tế.

Ngoài ra, các chỉ tiêu đánh giá mô hình cho thấy sai số dự báo ở mức thấp (RMSE = 0,022), trong khi kiểm định Durbin-Watson (DW = 1,729) không phát hiện tự tương quan phần dư đáng kể. Ngoài ra, các tiêu chí lựa chọn mô hình như AIC đạt giá trị âm lớn, cho thấy mô hình đạt được sự cân bằng tốt giữa độ phù hợp và độ phức tạp.

4. THẢO LUẬN

Kết quả nghiên cứu cho thấy cấu trúc phát triển kinh tế tại tỉnh Cao Bằng có thể được đặc trưng bởi mô hình “trung tâm-hành lang-ngoại vi”, phản ánh vai trò kết hợp của khả năng tiếp cận hạ tầng và sự tập trung của các hoạt động kinh tế địa phương. Trong đó, hệ thống giao thông đóng vai trò nền tảng trong việc tăng cường kết nối không gian, trong khi các điểm kinh tế như chợ và trung tâm dịch vụ đóng vai trò là các hạt nhân thể hiện rõ cường độ hoạt động kinh tế thông qua tín hiệu ánh sáng ban đêm.

Mối quan hệ chặt chẽ giữa NTL và mật độ giao thông cho thấy khả năng tiếp cận là yếu tố quan trọng trong việc định hình cấu trúc không gian của phát triển kinh tế, phù hợp với các nghiên cứu trước đây về vai trò của hạ tầng trong thúc đẩy liên kết vùng. Tuy nhiên, mặc dù mật độ chợ có hệ số hồi quy thấp hơn, nhưng vẫn cho thấy mức độ giải thích cao, phản ánh rằng các điểm tập trung hoạt động thương mại có khả năng biểu hiện trực tiếp hơn trong dữ liệu NTL so với hạ tầng giao thông mang tính hỗ trợ gián tiếp.

Sự khác biệt về tốc độ tăng trưởng giữa các khu vực có thể được giải thích bởi các yếu tố kinh tế-xã hội đặc thù. Tại các khu vực có mức tăng trưởng cao, sự phát triển gắn liền với mở rộng du lịch và dịch vụ địa phương, đặc biệt tại các khu vực như Trùng Khánh, nơi có các điểm du lịch nổi bật như Thác Bản Giốc. Theo các báo cáo gần đây, lượng khách du lịch tại Cao Bằng tăng hơn

50% trong giai đoạn 2021-2025 và tổng doanh thu du lịch tăng mạnh, góp phần thúc đẩy hoạt động kinh tế và gia tăng cường độ ánh sáng ban đêm (Báo điện tử Cao Bằng, 2025).

Bên cạnh đó, sự phát triển của các hoạt động thương mại và dịch vụ cũng đóng vai trò quan trọng, phù hợp với xu hướng tăng trưởng chung của ngành bán lẻ và dịch vụ tại Việt Nam (Cục thống kê, 2024). Các khu vực có mật độ chợ cao thường gắn với mức độ hoạt động kinh tế lớn hơn, phản ánh rõ trong dữ liệu NTL.

Ngược lại, các khu vực có tốc độ tăng trưởng thấp chủ yếu là các huyện miền núi xa trung tâm, nơi hạn chế về kết nối giao thông và ít được hưởng lợi từ các hành lang phát triển kinh tế. Các nghiên cứu về quy hoạch vùng cho thấy sự chênh lệch này có liên quan đến mức độ kết nối và vị trí trong hệ thống hành lang kinh tế.

Tuy nhiên, việc sử dụng dữ liệu NTL cũng tồn tại một số hạn chế. Thứ nhất, NTL chủ yếu phản ánh các hoạt động kinh tế gắn với chiếu sáng và hạ tầng, do đó có thể đánh giá thấp các hoạt động nông nghiệp hoặc kinh tế phi chính thức. Thứ hai, sự tồn tại của tự tương quan không gian có thể ảnh hưởng đến kết quả hồi quy, làm tăng mức độ ý nghĩa thống kê của các biến giải thích. Thứ ba, sự khác biệt trong hành vi sử dụng năng lượng và đặc điểm chiếu sáng giữa các khu vực có thể gây sai lệch trong việc diễn giải NTL như một chỉ báo kinh tế.

Do đó, các kết quả trong nghiên cứu cần được tiếp cận theo hướng phân tích mối liên hệ không gian, thay vì suy diễn quan hệ nhân quả trực tiếp. Trong tương lai, việc tích hợp dữ liệu NTL với các chỉ số kinh tế-xã hội truyền thống và áp dụng các mô hình kinh tế lượng không gian sẽ góp phần nâng cao độ tin cậy và khả năng diễn giải của nghiên cứu.

5. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã chứng minh rằng dữ liệu ánh sáng ban đêm là một công cụ hiệu quả trong việc phân tích phân bố và biến động phát triển kinh tế theo không gian tại các khu vực miền núi có hạn chế về dữ liệu thống kê. Thông qua việc tích hợp dữ liệu NTL đa thời gian với phân tích GIS và mô hình hồi quy, nghiên cứu đã làm rõ cấu trúc không gian của phát triển kinh tế tại tỉnh Cao Bằng, với đặc trưng nổi bật là sự tập trung tại khu vực trung tâm và lan tỏa theo các hành lang giao thông.

Ngoài ra, kết quả nghiên cứu gợi ý rằng việc ưu tiên đầu tư vào hạ tầng giao thông và các điểm giao dịch kinh tế tại các khu vực có tiềm năng nhưng còn hạn chế về kết nối có thể góp phần thu hẹp chênh lệch phát triển không gian, đặc biệt tại các vùng miền núi.

Kết quả cũng cho thấy mối liên hệ chặt chẽ giữa hoạt động kinh tế và hệ thống hạ tầng, khẳng định vai trò của khả năng tiếp cận trong việc định hình cấu trúc phát triển không gian. Tuy nhiên, những hạn chế liên quan đến khả năng phản ánh của NTL và ảnh hưởng của các yếu tố không gian cần được xem xét thận trọng.

Trong tương lai, việc kết hợp dữ liệu viễn thám với các nguồn dữ liệu kinh tế-xã hội và áp dụng các phương pháp phân tích không gian nâng cao sẽ góp phần cải thiện độ chính xác và giá trị ứng dụng của các nghiên cứu trong lĩnh vực này.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được hỗ trợ bởi Đề tài khoa học và công nghệ cấp Cơ sở, Trường Đại học Mở - Địa chất năm 2026, mã số T26-37.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Behrens, K. (2024). Casualties of border changes: evidence from nighttime lights and plant exit. *Economic Policy*. 39(118): 359-406.
- Fontaine, I., Hermet, F., & Lucic, N. (2025). Are nightlight data a relevant proxy for economic activity in small island developing states? *Economics Letters*. 253: 112375.
- Gibson, J., & Boe-Gibson, G. (2021). Nighttime lights and county-level economic activity in the United States: 2001 to 2019. *Remote Sensing*. 13(14): 2741.
- Guo, X., Lin, T., Zheng, Y., Ng, M., Zhang, J., Geng, H., Jia, Z., Lin, J., Chen, Y., & Han, H. (2025). Scale effects of the spatiotemporal relationship between nighttime light and population activity intensity: a case study in Shanghai, China. *GIScience & Remote Sensing*. 62(1): 2600717.
- Han, J., Kamber, M., & Pei, J. (2012). Data mining: Concepts and. *Techniques*, Waltham: Morgan Kaufmann Publishers: 2012-2013.
- Henderson, J. V., Storeygard, A., & Weil, D. N. (2012). Measuring economic growth from outer space. *American economic review*. 102(2): 994-1028.
- Cục thống kê-Bộ Tài chính (2024). Báo cáo tình hình kinh tế-xã hội tháng 01 năm 2024. Truy cập từ <https://www.nso.gov.vn/bai-top/2024/01/bao-cao-tinh-hinh-kinh-te-xa-hoi-thang-01-nam-2024/> ngày 29/3/2026.
- Li, X., & Zhou, Y. (2017). Urban mapping using DMSP/OLS stable night-time light: a review. *International Journal of Remote Sensing*. 38(21): 6030-6046.
- Báo điện tử Cao Bằng. (2025). Toàn tỉnh Cao Bằng đón trên 2,5 triệu lượt khách du lịch. Truy cập từ <https://baocaobang.vn/toan-tinh-don-tren-2-5-trieu-luot-khach-du-lich-3181722.html> ngày 29/3/2026.
- Cục thống kê-Bộ Tài chính. (2021). *Complete results of the 2019 Population and Housing Census in Cao Bang Province*. Cao Bang Provincial Statistics Office. Truy cập từ <https://thongkecaobang.gso.gov.vn> ngày 29/3/2026.
- Tran Thi Mai Anh, Eitzinger, J., & Duong Anh Quan. (2025). Land suitability classifications in response to ecological requirements of *Panax notoginseng* in Vietnam. *Journal of Agrometeorology*. 27(3): 377-380.
- Nguyen Tran Tuan (2024). Comparing the process of converting land use purposes between socio-economic regions in Vietnam from 2007 to 2020. *Environmental & Socio-economic Studies*. 12(3): 51-62.
- Wooldridge, J. M. (2016). *Introductory econometrics a modern approach*. South-Western cengage learning.
- Zhao, M., Zhou, Y., Li, X., Cheng, W., Zhou, C., Ma, T., Li, M., & Huang, K. (2020). Mapping urban dynamics (1992-2018) in Southeast Asia using consistent nighttime light data from DMSP and VIIRS. *Remote Sensing of Environment*. 248: 111980.
- Zhao, M., Zhou, Y., Li, X., Zhou, C., Cheng, W., Li, M., & Huang, K. (2019). Building a series of consistent night-time light data (1992-2018) in Southeast Asia by integrating DMSP-OLS and NPP-VIIRS. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*. 58(3): 1843-1856.

đầu. Để thực hiện hiệu quả, quy hoạch cần cụ thể hơn. Ví dụ, để phát triển điện gió ngoài khơi, Quy hoạch không gian biển đóng vai trò chiến lược, quan trọng. Kèm theo đó các vấn đề điện từ BESS, hydrogen, ammoniac xanh.

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Năng lượng đóng vai trò tiền đề cho sự phát triển của mỗi quốc gia và năng lượng tái tạo đóng vai trò trung tâm trong lộ trình đạt mục tiêu net zero như cam kết quốc tế Việt Nam đã đưa ra. Cùng với tiềm năng về tài nguyên năng lượng tái tạo, và khung pháp lý dần được hoàn thiện, Việt Nam đang dần định hình và hình thành thị trường điện năng lượng tái tạo. Bài báo chưa phân tích đầy đủ bối cảnh quốc tế về điện NLTT đã biết các hợp tác quốc tế về mua bán điện NLTT với các nước láng giềng như Lào, Trung Quốc, Singapo, Malaixia với Việt Nam và sự tiến bộ mới của công nghệ NLTT mới như BESS, hydrogen xanh, mạng lưới điện liên ASEAN, xuyên Đông Á

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Bộ Nông nghiệp và Môi trường (2025). Kỳ yếu diễn đàn kinh tế biển năm 2025.
- Bộ TNMT (2022). Báo cáo kỹ thuật. NDC đóng góp do quốc gia tự quyết định cập nhật năm 2022. 206 trang
- COP28 (2023). Global Renewables and Energy Efficiency Pledge. <https://www.cop28.com/en/global-renewables-and-energy-efficiency-pledge>
- Cục Năng lượng Đan Mạch. https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Globalcooperation/hvdc_for_pdp8_support_eng0107.pdf
- Dhir R. (2025). Understanding Nonrenewable Resources: Definition, Features, and Examples. <https://www.investopedia.com/terms/n/nonrenewableresource.asp#:~:text=Nonrenewable%20resources%20are%20natural%20substances,%2C%20natural%20gas%2C%20and%20coal.>
- Dư Văn Toán, Phạm Thanh Đâm & Phạm Quốc Sỹ (2023). Hiện trạng điện gió ngoài khơi và định hướng phát triển tại Việt Nam. Năng lượng Việt Nam.
- IEA (2024), *Greenhouse gas emissions from energy data explorer*, <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/greenhouse-gas-emissions-from-energy-data-explorer>
- IRENA (2009). Conference on the establishment of the international renewable energy. <https://www.irena.org/-/media/Irena/Files/Official-documents/IRENA-Statute/IRENAstatuteenIRENAFCStatutesignedinBonn26012009incldeclarationonfurtherauthenticversions.pdf>
- Janet L. Sawin (2004). Mainstreaming renewable energy in 21st century, World Watch Paper.
- McKinsey & Company (2022). Charting a path for Vietnam to achieve its net-zero goals. By harnessing opportunities across sectors-particularly in power-Vietnam could potentially accelerate decarbonization to achieve netzero emissions by 2050. <https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/business%20functions/sustainability/our%20insights/charting%20a%20path%20for%20vietnam%20to%20achieve%20its%20net%20zero%20goals/charting-a-path-for-vietnam-to-achieve-its-net-zero-goals-f.pdf>
- Nguyễn Huy Hoạch (2026). Nguồn điện LNG, điện gió ngoài khơi Việt Nam năm 2026 - Cơ hội, rủi ro và phép thử thể chế. Xem thêm tại: <https://nangluongvietnam.vn/nguon-dien-lng-dien-gio-ngoai-khoi-viet-nam-nam-2026-co-hoi-rui-ro-va-phep-thu-the-che-35671.html>.
- Nguyễn Huy Hoạch. Nguồn điện LNG, điện gió ngoài khơi Việt Nam năm 2026 - cơ hội, rủi ro và phép thử thể chế. Năng lượng Việt Nam.
- Phạm Thị Bắc Hà (2025). Pháp luật Việt Nam về phát triển điện gió ngoài khơi: Thực trạng và đề xuất. Tạp chí luật học.
- Phạm Thị Bắc Hà (2025). Phát triển điện gió ngoài khơi - Pháp luật quốc tế, pháp luật của một số quốc gia và kinh nghiệm đối với Việt Nam, Đề tài khoa học cấp Trường, Trường Đại học Luật Hà Nội.
- Tập đoàn điện lực Việt Nam - EVN (2025). Tiềm năng điện sinh khối tại Việt Nam. Truy cập từ <https://www.evn.com.vn/d/vi-VN/news/Tiem-nang-dien-sinh-khoi-tai-Viet-Nam-60-17-501116> ngày 26/4/2026.
- UN (2023). What is renewable energy? <https://www.un.org/en/climatechange/what-is-renewable-energy>

- United Nations (2025). *Chapter V “The energy transformation challenge”*, <https://www.un.org/development/desa/dpad/wp-content/uploads/sites/45/Chapter5.pdf>
- United Nations, *For a livable climate: Net-zero commitments must be backed by credible action*, <https://www.un.org/en/climatechange/net-zero-coalition>
- Viện Năng lượng (2020). Phân tích HVDC cho Việt Nam. Phân tích lưới cao áp một chiều trong QHĐ8.
- Viện Năng lượng (2024). Mô hình hóa lưới điện cho kịch bản phát thải ròng bằng không. Báo cáo cơ sở cho Báo cáo Triển vọng năng lượng Việt Nam.

NHÀ XUẤT BẢN HỌC VIỆN NÔNG NGHIỆP

Trâu Quỳ - Gia Lâm - Hà Nội

Điện thoại: 0243. 876. 0325 - 024. 6261. 7649

Email: nxb@vnua.edu.vn

www.nxb.vnua.edu.vn

Chịu trách nhiệm xuất bản

ThS. ĐỖ LÊ ANH

Biên tập

Giám đốc, Tổng biên tập

TRẦN THỊ HOÀI ANH

Thiết kế bìa

ĐÀO THỊ HƯƠNG

Chế bản vi tính

TRẦN THỊ HOÀI ANH

ISBN: 978-604-924-827-6

NXBHVNN-2024

In 40 cuốn, khổ 21 × 29,5cm tại Công ty TNHH In Ánh Dương.

Địa chỉ: Bình Minh - Trâu Quỳ - Gia Lâm - Hà Nội.

Số đăng ký kế hoạch xuất bản: 2834-2024/CXBIPH/11-131/ĐHNN.

Số quyết định xuất bản: 54/QĐ-NXB-HVN ngày 15 tháng 08 năm 2024.

In xong và nộp lưu chiểu: quý II năm 2026.