



KHOA HỌC ĐỊA LÝ VIỆT NAM

**KHOA HỌC ĐỊA LÝ HƯỚNG TỚI MỤC TIÊU
VĂN MINH SINH THÁI VÀ ĐẠT MỨC PHÁT THẢI RÒNG
BẰNG 0 TẠI VIỆT NAM**

**“Geographical Science Toward Ecological Civilization
and Net-Zero Emission in Vietnam”**

**KỶ YẾU HỘI NGHỊ KHOA HỌC ĐỊA LÝ
TOÀN QUỐC LẦN THỨ XV**

Proceedings of the 15th National Conference on Geography Science



NHÀ XUẤT BẢN TRI THỨC

ĐƠN VỊ TỔ CHỨC HỘI NGHỊ

- Hội Địa lý Việt Nam
- Trường Đại học Khoa học Xã hội và Nhân văn, ĐHQGTPHCM
- Hội Địa lý Thành phố Hồ Chí Minh

BAN TỔ CHỨC HỘI NGHỊ

I. Đồng Trưởng ban:

- GS.TS. Nguyễn Cao Huân - Chủ tịch Hội Địa lý Việt Nam
- GS.TS. Ngô Thị Phương Lan - Hiệu trưởng Trường ĐH KHXH&NV, ĐHQG-HCM

II. Phó trưởng ban:

- GS.TSKH. Phạm Hoàng Hải - Phó Chủ tịch kiêm Tổng thư ký Hội Địa lý Việt Nam
- TS. Phan Thanh Định - Phó Hiệu trưởng Trường ĐH KHXH&NV, ĐHQG-HCM

III. Các ủy viên:

- PGS.TS Ngô Thị Thu Trang - Trưởng khoa Khoa Địa lý, Trường ĐH KHXH&NV, ĐHQG-HCM
- GS.TS Trương Quang Hải - Phó Chủ tịch Hội Địa lý Việt Nam
- PGS.TS Lại Vĩnh Cẩm - Phó Chủ tịch Hội Địa lý Châu Á
- PGS.TS Đặng Văn Bào - Chủ tịch Hội Đệ tử - Địa mạo Việt Nam
- PGS.TS Đào Đình Châm - Chủ tịch Hội Khoa học và Kỹ thuật biển Việt Nam
- PGS.TS Châu Nguyễn Xuân Quang - Phó Viện trưởng Viện MT&TN, ĐQG-HCM
- PGS.TS Lâm Quang Vinh - Trưởng ban Ban KH&CN, ĐHQG-HCM
- TS. Lê Thanh Hòa - Trưởng khoa Khoa Đô thị, Trường ĐH KHXH&NV, ĐHQG-HCM
- GS.TS Nguyễn Đăng Hội - Viện trưởng Viện Sinh thái nhiệt đới, Trung tâm nhiệt đới Việt - Nga, Bộ Quốc phòng
- TS. Nguyễn Song Tùng - Viện trưởng Viện Địa lý Nhân văn và Phát triển bền vững, Viện Hàn lâm KHCN VN
- PGS.TS Ngô Văn Giới - Chủ tịch Hội đồng trường, Trường ĐH Khoa học, ĐH Thái Nguyên
- TS. Nguyễn Mạnh Hà - Phó Viện trưởng Viện Các Khoa học Trái đất, Viện Hàn lâm KHCN VN
- PGS.TS Lưu Thế Anh - Viện trưởng Viện Tài nguyên và Môi trường, ĐHQG-HN
- PGS.TS Trần Viết Khanh - Phó Chủ tịch Hội Địa lý Việt Nam
- TS. Nguyễn Văn Thảo - Trưởng hội Hội Địa lý Hải Phòng
- GS.TS Nguyễn Mạnh Khải - Trưởng khoa Khoa Môi trường, Trường ĐHKHTN, ĐHQGHN
- PGS.TS Bùi Quang Thành - Trưởng khoa Khoa Địa lý, Trường ĐHKHTN, ĐHQG-HN
- PGS.TS Nguyễn Quyết Chiến - Trưởng khoa Khoa Địa lý, Trường ĐHSP Hà Nội.
- PGS.TS Nguyễn Phương Liên - Trưởng khoa Khoa Địa lý, Trường ĐH sư phạm, Đại học Thái Nguyên
- PGS.TS Phạm Anh Tuấn - Trưởng hội Hội Địa lý Tây Bắc

21. PGS.TS Nguyễn Thị Trang Thanh - Trưởng khoa Khoa Địa lý, Trường Đại học Vinh
22. TS. Phan Tuấn Anh - Trưởng hội Hội Địa lý Quảng Trị
23. PGS.TS Nguyễn Hoàng Sơn - Phó Chủ tịch Hội Địa lý Việt Nam, Trưởng hội Hội Địa lý Thừa Thiên Huế
24. TS. Đỗ Đăng Độ - Trưởng khoa Khoa Địa lý, Trường ĐHSP, ĐH Huế
25. TS. Nguyễn Thanh Tường - Trưởng khoa Khoa Địa lý, Trường ĐHSP, ĐH Đà Nẵng
26. PGS.TS Lương Thị Vân - Trưởng hội Hội Địa lý Quy Nhơn
27. PGS.TS Phùng Thái Dương - Trưởng hội Hội Địa lý Đồng Tháp

BAN TỔ CHỨC ĐỊA PHƯƠNG

I. Đồng Trưởng ban:

1. TS. Trần Anh Tiến - Trưởng phòng Phòng ĐN&QLKH, Trường ĐH KHXH&NV, ĐHQG-HCM
2. PGS.TS Ngô Thị Thu Trang - Trưởng khoa Khoa Địa lý, Trường ĐH KHXH&NV, ĐHQG-HCM

II. Phó trưởng ban:

1. TS. Nguyễn Thanh Hải - Phó Trưởng khoa Khoa Địa lý, Trường ĐH KHXH&NV, ĐHQG-HCM

III. Các ủy viên:

1. TS. Phạm Thanh Duy - Trưởng phòng Phòng ĐN&QLKH, Trường ĐH KHXH&NV, ĐHQG-HCM
2. ThS. Dương Văn Tú - Trưởng phòng Phòng Kế hoạch - Tài chính, Trường ĐH KHXH&NV, ĐHQG-HCM
3. ThS. Nguyễn Thảo Chi - Trưởng phòng Phòng ĐN&QLKH, Trường ĐH KHXH&NV, ĐHQG-HCM
4. ThS. Mai Thị Kim Khánh - Phó Trưởng phòng Phòng ĐN&QLKH, Trường ĐH KHXH&NV, ĐHQG-HCM
5. TS. Lê Thanh Hòa - Trưởng khoa Khoa Đô thị học, Trường ĐH KHXH&NV, ĐHQG-HCM
6. TS. Nguyễn Thị Bình - Trưởng khoa Khoa Địa Lý, Trường Đại học Sư Phạm TP. HCM
7. GS.TS Nguyễn Mạnh Khải - Trưởng khoa Khoa Môi trường, Trường ĐHKHTN, ĐHQG-HN
8. TS. Trần Thị Huyền - Giảng viên Khoa Địa lý, Trường ĐH KHXH&NV, ĐHQG-HCM
9. ThS. Võ Thị Kim Hiệp - Công Ty TNHH Đắc Tín Quận Tân Bình, TP. HCM

BAN NỘI DUNG

I. Trưởng ban

1. GS.TS. Nguyễn Cao Huân - Chủ tịch Hội Địa lý Việt Nam

II. Phó Trưởng ban

1. GS.TSKH. Phạm Hoàng Hải - Phó Chủ tịch kiêm Tổng thư ký Hội Địa lý Việt Nam
2. PGS.TS Ngô Thị Thu Trang - Trưởng khoa Khoa Địa lý, Trường ĐH KHXH&NV, ĐHQG-HCM

III. Các ủy viên:

1. GS.TS Trương Quang Hải - Phó Chủ tịch Hội Địa lý Việt Nam
2. GS.TS Đỗ Thị Minh Đức - Phó Chủ tịch Hội Địa lý Việt Nam
3. GS.TS Trần Đức Thanh - Viện Tài nguyên và Môi trường biển, Viện Hàn lâm KHCN VN
4. GS.TS Nguyễn Khanh Vân - Viện Các Khoa học Trái đất, Viện HLKHCNVN
5. GS.TS Nguyễn Đăng Hội - Viện trưởng Viện Sinh thái nhiệt đới, Trung tâm nhiệt đới Việt – Nga, Bộ Quốc phòng
6. GS.TS Nguyễn Mạnh Khải - Trưởng khoa Khoa Môi trường, Trường ĐHKHTN, ĐHQGHN
7. TS. Lê Thanh Hòa - Trưởng khoa Khoa Đô thị, Trường ĐH KHXH&NV, ĐHQG-HCM
8. TS. Phạm Gia Trân - Giảng viên Khoa Địa lý, Trường - ĐH KHXH&NV, ĐHQG-HCM
9. TS. Lê Đức Tuấn - Chủ nhiệm bộ môn, Khoa Địa lý, Trường ĐH KHXH&NV, ĐHQG-HCM
10. TS. Nguyễn Thanh Hải - Phó Trưởng Khoa Địa lý, Trường ĐH KHXH&NV, ĐHQG-HCM
11. PGS.TS Lại Vĩnh Cẩm - Phó Chủ tịch Hội Địa lý Châu Á
12. PGS.TS Đào Đình Châm Chủ tịch Hội Khoa học và Kỹ thuật biển Việt Nam
13. PGS.TS Đặng Văn Bào - Chủ tịch Hội Đệ tứ - Địa mạo Việt Nam
14. PGS.TS Nguyễn Thế Anh - Viện trưởng Viện Tài nguyên và Môi trường, ĐHQG-HN
15. PGS.TS Bùi Quang Thành - Trưởng khoa Khoa Địa lý, Trường ĐHKHTN, ĐHQG-HN
16. PGS.TS Nguyễn Quyết Chiến - Trưởng khoa Khoa Địa lý, Trường ĐHSP Hà Nội
17. TS. Nguyễn Song Tùng - Viện trưởng Viện Địa lý Nhân văn và Phát triển bền vững, Viện Hàn lâm KHCN VN
18. TS. Nguyễn Văn Thảo - Trưởng hội Hội Địa lý Hải Phòng
19. PGS.TS Trần Viết Khanh - Phó Chủ tịch Hội Địa lý Việt Nam
20. PGS.TS Nguyễn Phương Liên - Trưởng khoa Khoa Địa lý, Trường ĐH Sư phạm, Đại học Thái Nguyên
21. PGS.TS Ngô Văn Giới - Chủ tịch Hội đồng trường, Trường ĐH Khoa học, ĐH Thái Nguyên
22. PGS.TS Phạm Anh Tuấn - Trưởng hội Hội Địa lý Tây Bắc
23. PGS.TS Nguyễn Thị Trang Thanh - Trưởng khoa Khoa Địa lý, Trường Đại học Vinh
24. TS. Phan Tuấn Anh - Trưởng hội Hội Địa lý Quảng Trị

- 25. PGS.TS Nguyễn Hoàng Sơn - Phó Chủ tịch Hội Địa lý Việt Nam, Trưởng hội Hội Địa lý Thừa Thiên Huế
- 26. TS. Đỗ Đăng Độ - Trưởng khoa Khoa Địa lý, Trường ĐHSP, ĐH Huế
- 27. TS. Nguyễn Thanh Tường - Trưởng khoa Khoa Địa lý, Trường ĐHSP, ĐH Đà Nẵng
- 28. PGS.TS Lương Thị Vân - Trưởng hội Hội Địa lý Quy Nhơn
- 29. PGS.TS Nguyễn Hữu Xuân - Trường Đại học Quy Nhơn
- 30. PGS.TS Phùng Thái Dương - Trưởng hội Hội Địa lý Đồng Tháp
- 31. TS. Nguyễn Thị Bình - Trưởng khoa Khoa Địa lý, Trường Đại học Sư Phạm TPHCM

IV. Thư ký nội dung:

TS. Nguyễn Mạnh Hà

ThS. Hoàng Bắc

BAN THƯ KÝ - HẬU CẦN

I. Trưởng ban

ThS. Nguyễn Quang Việt - Khoa Địa lý, Trường ĐH KHXH&NV, ĐHQG-HCM

II. Phó Trưởng ban

TS. Vũ Thị Bắc - Giảng viên Khoa Địa lý, Trường ĐH KHXH&NV, ĐHQG-HCM

III. Các ủy viên:

1. TS. Nguyễn Thị Phụng Châu - Chủ nhiệm bộ môn, Khoa Địa lý, Trường ĐH KHXH&NV, ĐHQG-HCM
2. TS. Trần Thị Huyền - Giảng viên Khoa Địa lý, Trường ĐH KHXH&NV, ĐHQG-HCM
3. ThS. Nguyễn Thị Phương Dung - Giảng viên Khoa Địa lý, Trường ĐH KHXH&NV, ĐHQG-HCM
4. ThS. Nguyễn Thị Thu Hiền - Giảng viên Khoa Địa lý, Trường ĐH KHXH&NV, ĐHQG-HCM
5. ThS. Lê Chi Lâm - Giảng viên Khoa Địa lý, Trường ĐH KHXH&NV, ĐHQG-HCM
6. ThS. Ngô Tùng Lâm - Giảng viên Khoa Địa lý, Trường ĐH KHXH&NV, ĐHQG-HCM
7. ThS. Nguyễn Thị Oanh - Giảng viên Khoa Địa lý, Trường ĐH KHXH&NV, ĐHQG-HCM
8. ThS. Trần Thị Đoàn Trinh - Giảng viên Khoa Địa lý, Trường ĐH KHXH&NV, ĐHQG-HCM
9. ThS. Nguyễn Thị Hằng - Chuyên viên Khoa Địa lý, Trường ĐH KHXH&NV, ĐHQG-HCM
10. CN. Nguyễn Lê Bảo Hạnh - Chuyên viên Khoa Địa lý, Trường ĐH KHXH&NV, ĐHQG-HCM
11. CN. Lưu Tuấn Anh - Chuyên viên Phòng KH-TC, Trường ĐH KHXH&NV, ĐHQG-HCM
12. CN. Nguyễn Đức Thắng - Chuyên viên Phòng ĐN&QLKH, Trường ĐH KHXH&NV, ĐHQG-HCM
13. PGS.TS Nguyễn Thu Nhung - Viện Các Khoa học Trái đất, Viện Hàn lâm KHCN VN
14. TS. Nguyễn Mạnh Hà - Viện Các Khoa học Trái đất, Viện Hàn lâm KHCN VN
15. TS. Nguyễn Văn Hồng - Viện Các Khoa học Trái đất, Viện Hàn lâm KHCN VN
16. ThS. Hoàng Bắc - Viện Các Khoa học Trái đất, Viện Hàn lâm KHCN VN
17. PGS. TS Nguyễn Hữu Duy - Khoa Địa lý, Trường ĐHKHTN, ĐHQGHN
18. TS Phạm Thị Phương Nga - Khoa Địa lý, Trường ĐHKHTN, ĐHQGHN

LỜI NÓI ĐẦU

Địa lý học là ngành khoa học tổng hợp, có tính đa ngành và liên ngành sâu rộng, nghiên cứu đặc trưng và mối quan hệ tương tác giữa con người và thiên nhiên trong một hệ thống mở, luôn vận động và biến đổi theo không gian và thời gian. Cùng với sự phát triển mạnh mẽ của khoa học – công nghệ, địa lý học hiện đại gắn kết ngày càng chặt chẽ với công nghệ số, hệ thống thông tin địa lý (GIS), viễn thám, trí tuệ nhân tạo (AI) và các công cụ phân tích dữ liệu không gian, góp phần nâng cao hiệu quả nghiên cứu, dự báo và quản lý lãnh thổ phục vụ phát triển bền vững. Tại Việt Nam, khoa học Địa lý đã và đang được củng cố, phát triển mạnh mẽ cả về lý luận, phương pháp và ứng dụng thực tiễn, với sự tham gia tích cực của các viện nghiên cứu, trường đại học, cơ quan quản lý, tổ chức kinh tế và xã hội. Nhiều công trình nghiên cứu đã đóng góp thiết thực cho công tác quy hoạch, sử dụng hợp lý tài nguyên, bảo vệ môi trường và phát triển không gian kinh tế – xã hội của đất nước. Sự phát triển của khoa học Địa lý ở Việt Nam gắn liền và đồng hành với sự lớn mạnh của Hội Địa lý Việt Nam.

Hội Địa lý Việt Nam là tổ chức xã hội – nghề nghiệp của các nhà địa lý trên phạm vi cả nước, có vai trò kết nối, hỗ trợ và thúc đẩy các hoạt động nghiên cứu, đào tạo, ứng dụng khoa học Địa lý vào thực tiễn phát triển. Hội luôn đồng hành cùng các cơ quan, tổ chức và địa phương trong việc định hướng phát triển lãnh thổ theo hướng bền vững, văn minh sinh thái, kinh tế xanh, kinh tế tuần hoàn, hướng tới mục tiêu phát thải ròng bằng 0, đồng thời góp phần đảm bảo an ninh và quốc phòng trên đất liền, vùng biển và hải đảo của Tổ quốc.

Tiếp nối thành công của Hội nghị Khoa học Địa lý toàn quốc lần thứ XV, năm 2025 Hội Địa lý Việt Nam phối hợp với Trường Đại học Khoa học Xã hội và Nhân văn – Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh tổ chức Hội nghị Khoa học Địa lý toàn quốc lần thứ XV với chủ đề “Khoa học Địa lý hướng tới mục tiêu văn minh sinh thái và đạt mức phát thải ròng bằng 0 tại Việt Nam”. Hội nghị lần thứ XV được tổ chức trong bối cảnh đất nước đang đẩy mạnh chuyển đổi xanh, chuyển đổi số, hội nhập quốc tế sâu rộng, hướng tới mục tiêu đạt mức phát thải bằng “0” vào năm 2050, đồng thời triển khai chiến lược sắp xếp, sáp nhập các đơn vị hành chính nhằm tinh gọn bộ máy, nâng cao hiệu lực quản lý và hiệu quả phát triển lãnh thổ. Những biến đổi này đặt ra nhiều vấn đề khoa học và thực tiễn mới đối với công tác tổ chức không gian, phát triển vùng, quản lý tài nguyên – môi trường và đảm bảo an ninh sinh thái quốc gia, đòi hỏi khoa học Địa lý tiếp tục đổi mới tư duy, phương pháp và công cụ nghiên cứu để đáp ứng yêu cầu phát triển bền vững của đất nước.

Hội nghị Khoa học Địa lý toàn quốc lần thứ XV không chỉ là dịp để đội ngũ các nhà khoa học, nhà quản lý, giảng viên và nghiên cứu sinh trong lĩnh vực địa lý trao đổi học thuật, chia sẻ các kết quả nghiên cứu mới mà còn là diễn đàn quan trọng để xác định tầm nhìn, định hướng chiến lược và nhiệm vụ trọng tâm của khoa học Địa lý Việt Nam trong giai đoạn phát triển mới – gắn với các yêu cầu của phát triển bền vững, văn minh sinh thái, Net-Zero và thúc đẩy chuyển đổi lãnh thổ theo hướng xanh và thông minh.

Sau hơn một năm chuẩn bị, Ban Tổ chức Hội nghị đã nhận được gần 280 báo cáo khoa học. Qua quá trình phản biện nghiêm túc, 241 báo cáo có chất lượng tốt đã được lựa chọn đăng trong Kỷ yếu Hội nghị Khoa học Địa lý toàn quốc lần thứ XV. Các công trình được chia thành năm lĩnh vực lớn, phản ánh đầy đủ phạm vi và chiều sâu của khoa học Địa lý Việt Nam trong bối cảnh hiện nay, gồm: i) Các vấn đề lý luận và thực tiễn của khoa học Địa lý Việt Nam; ii) Khoa học Địa lý với văn minh sinh thái và mục tiêu phát thải

ròng bằng 0; iii) Công nghệ số – Địa lý tài nguyên và môi trường; iv) Địa lý du lịch trong chuyển đổi xanh; v) Đào tạo và giáo dục địa lý trong bối cảnh mới.

Kỷ yếu Hội nghị Địa lý toàn quốc lần thứ XV gồm hai tập: QUYỂN I (127 báo cáo) và QUYỂN II (114 báo cáo). Bên cạnh các công trình tiếp tục phát triển các hướng nghiên cứu truyền thống của ngành, Hội nghị lần này ghi nhận nhiều kết quả mới có giá trị thực tiễn cao trong khai thác, sử dụng hợp lý và hiệu quả tài nguyên, bảo vệ thiên nhiên – môi trường, phòng tránh và giảm nhẹ thiên tai, cùng với việc ứng dụng mạnh mẽ công nghệ số phục vụ mục tiêu phát triển xanh, kinh tế tuần hoàn và đạt mức phát thải ròng bằng 0 tại Việt Nam. Đặc biệt, Hội nghị có hơn 10 báo cáo mang tính chiến lược, tầm nhìn và định hướng phát triển khoa học Địa lý Việt Nam đến năm 2050 trong bối cảnh mới; đồng thời, nhiều báo cáo tập trung vào đổi mới chương trình, phương pháp dạy học địa lý và ứng dụng công nghệ số trong bối cảnh cải cách hành chính, chuyển đổi số toàn diện của ngành giáo dục. Những kết quả này không chỉ góp phần khẳng định vai trò của khoa học Địa lý trong nghiên cứu và thực tiễn phát triển quốc gia, mà còn mở ra những hướng tiếp cận mới, hiện đại và bền vững cho khoa học Địa lý Việt Nam trong kỷ nguyên xanh – số.

Ban Tổ chức Hội nghị tin tưởng rằng, với sự tham gia nhiệt tình và trách nhiệm của các viện nghiên cứu, trường đại học, cơ sở đào tạo cùng đội ngũ các nhà khoa học, giảng viên và cán bộ quản lý từ mọi miền đất nước, Hội nghị Khoa học Địa lý toàn quốc lần thứ XV sẽ thành công tốt đẹp. Hội nghị không chỉ là dịp để nhìn lại, đánh giá đầy đủ những thành tựu nghiên cứu và đào tạo của ngành Địa lý trong sự nghiệp xây dựng và bảo vệ Tổ quốc, mà còn là cơ hội để rút ra nhiều bài học kinh nghiệm quý báu trong nghiên cứu, đào tạo và ứng dụng thực tiễn, góp phần đưa các kết quả nghiên cứu địa lý vào đời sống kinh tế – xã hội của đất nước một cách thiết thực và hiệu quả hơn. Nhân dịp này, Ban Tổ chức Hội nghị xin trân trọng cảm ơn Lãnh đạo Hội Địa lý Việt Nam, Ban Giám đốc Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh, Ban Giám hiệu Trường Đại học Khoa học Xã hội và Nhân văn, Khoa Địa lý, Hội Địa lý Thành phố Hồ Chí Minh cùng các sở, ban, ngành của Thành phố; đồng thời gửi lời cảm ơn chân thành tới các Khoa Địa lý thuộc các trường đại học trong cả nước, chủ nhiệm các đề tài nghiên cứu, các nhà tài trợ và đặc biệt là toàn thể các nhà địa lý, hội viên Hội Địa lý Việt Nam đã quan tâm, hỗ trợ, đóng góp kinh phí và nhiệt tình tham gia, góp phần quan trọng vào thành công của Hội nghị.

**ĐỒNG TRƯỞNG BAN CỔ VẤN TỔ CHỨC HỘI NGHỊ
CHỦ TỊCH HỘI ĐỊA LÝ VIỆT NAM**



GS.TS. NGUYỄN CAO HUÂN

MỤC LỤC

CÁC VẤN ĐỀ LÝ LUẬN VÀ THỰC TIỄN
CỦA KHOA HỌC ĐỊA LÝ VIỆT NAM

128.	ĐẶC ĐIỂM TỰ NHIÊN VÀ ẢNH HƯỞNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU ĐẾN KHU VỰC ĐỒNG THÁP MƯỜI	1
	Phùng Thái Dương, Nguyễn Thị Bình, Huỳnh Thị Kiều Trâm, Phan Văn Tuấn, Thái Văn Vũ, Nguyễn Thị Mỹ Tâm, Trần Thái Huy	
129.	CƠ SỞ LÝ LUẬN VÀ THỰC TIỄN NGHIÊN CỨU RÁC THẢI VEN BIỂN DỰA TRÊN TIẾP CẬN ĐỊA MẠO	10
	Nguyễn Thị Yến, Đỗ Thị Ngân ¹ , Đặng Kinh Bắc ¹ , Phạm Thị Phương Nga, Nguyễn Thị Diệu Linh	
130.	PHÂN TÍCH ĐẶC ĐIỂM CÁC YẾU TỐ TỰ NHIÊN TRONG THÀNH TẠO CẢNH QUAN HUYỆN NHƯ XUÂN, TỈNH THANH HÓA	19
	Vũ Văn Duẩn	
131.	DIỄN BIẾN HẠN KHÍ TƯỢNG Ở TỈNH HOÀ BÌNH GIAI ĐOẠN 1980-2020	26
	Nguyễn Thị Thu Hiền, Trần Linh Chi, Đặng Gia Bảo	
132.	ĐẶC ĐIỂM PHÂN HOÁ CẢNH QUAN LƯU VỰC SÔNG CÁI PHAN RANG ĐOẠN CHẢY QUA CÁC PHƯỜNG, XÃ PHÍA NAM TỈNH KHÁNH HOÀ	34
	Nguyễn Đăng Độ, Mai Thành Bằng	
133.	ĐÁNH GIÁ BIẾN ĐỘNG CỦA SỐ NGÀY CÓ NGUY CƠ SỐC NHIỆT TẠI TỈNH BẮC GIANG TRONG BỐI CẢNH BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU	43
	Nguyễn Thị Phương Hằng, Đào Ngọc Hùng ¹ , Nguyễn Hoàng Long ¹ , Nguyễn Quyết Chiến ¹ , Trần Thị Tuyền, Nguyễn Dương Thảo	
134.	SỰ THAY ĐỔI NHIỆT ĐỘ BỀ MẶT VÀ CÁC YẾU TỐ KHÍ TƯỢNG DƯỚI ẢNH HƯỞNG CỦA DAO ĐỘNG EL NIÑO PHƯƠNG NAM (ENSO) TẠI MIỀN NAM VIỆT NAM	54
	Hà Tuấn Cường, Trần Hà Phương	
135.	ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG NƯỚC SÔNG ASAHI, NHẬT BẢN DỰA VÀO CHỈ SỐ CHẤT LƯỢNG NƯỚC (WQI) ...	65
	Trần Thị Minh Tâm, Nguyễn Hoàng Sơn, Nguyễn Đăng Độ, Lê Anh Toại	
136.	HIỆN TRẠNG, NGUYÊN NHÂN VÀ CÁC GIẢI PHÁP PHÒNG CHỐNG LŨ QUÉT Ở TỈNH LÀO CAI	79
	Phạm Hương Giang, Kiều Quốc Lập, Nghiêm Ngọc Ánh	
137.	NGHIÊN CỨU CƠ SỞ KHOA HỌC XÂY DỰNG BỘ TIÊU CHÍ ĐÁNH GIÁ MỨC ĐỘ SUY THOÁI HỆ SINH THÁI ĐẤT NGẬP NƯỚC	88
	Nguyễn Đình Đáp	
138.	PHÂN TÍCH SỰ THAY ĐỔI THẨM XANH ĐÔ THỊ VÙNG ĐỘNG LỰC KINH TẾ HUYỆN LONG THÀNH, TỈNH ĐỒNG NAI	100
	Nguyễn Thị Phương Châu	
139.	ỨNG DỤNG MÔ HÌNH PSR ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG KHÔNG KHÍ QUẬN THANH XUÂN, THÀNH PHỐ HÀ NỘI TRONG GIAI ĐOẠN 2020-2024	110
	Đặng Thị Ngọc, Nguyễn Thị Ngọc Anh	

140.	ĐÁNH GIÁ TIỀM NĂNG SỬ DỤNG CÁC NHÓM ĐẤT TỈNH QUẢNG TRỊ	122
	Lê Đức Trung, Đào Đình Sâm, Bùi Anh Tuấn, Nguyễn Hoàng Sơn	
141.	ỨNG XỬ SINH KẾ ĐỂ THÍCH ỨNG VỚI SỰ THAY ĐỔI ĐỘ MẶN VÙNG CỬA SÔNG HẬU – NGHIÊN CỨU KHU VỰC CÙ LAO DUNG	132
	Bùi Quốc Nguyên, Cấn Thu Văn, Nguyễn Thanh Hải	
	KHOA HỌC ĐỊA LÝ VỚI VĂN MINH SINH THÁI VÀ MỤC TIÊU ĐẠT MỨC PHÁT THẢI RÒNG BẰNG 0	
142.	ĐÁNH GIÁ TÍNH BỀN VỮNG CHO MỘT SỐ LOẠI HÌNH SỬ DỤNG ĐẤT TRONG SẢN XUẤT NÔNG NGHIỆP TẠI XÃ MƯỜNG KIM TỈNH LAI CHÂU	145
	Mai Xuân Thiện, Vũ Như Ngọc, Ngô Văn Giới	
143.	HIỆU QUẢ SỬ DỤNG LAO ĐỘNG Ở VÙNG ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG	156
	Nguyễn Thị Bình	
144.	PHÁT TRIỂN DU LỊCH TỈNH THANH HÓA GIAI ĐOẠN 2010 - 2024	165
	Nguyễn Thị Dung, Trịnh Thị Phan	
145.	PHÁT TRIỂN NÔNG NGHIỆP XANH Ở TỈNH NGHỆ AN	175
	Nguyễn Thị Trang Thanh, Nguyễn Thị Hoài, Hoàng Phan Hải Yến	
146.	SỬ DỤNG TÀI NGUYÊN HỢP LÝ, GÓP PHẦN PHÁT TRIỂN DU LỊCH HƯỚNG TỚI NET ZERO TẠI BẾN TRE	183
	Nguyễn Thu Cúc	
147.	ĐÁNH GIÁ TIỀM NĂNG PHÁT TRIỂN DU LỊCH BỀN VỮNG THEO TIÊU CHUẨN CỦA (GSTC) CỤM ĐÔNG HÒA, TỈNH PHÚ YÊN (ĐẮK LẮK), VIỆT NAM	192
	Trần Quốc Nhuận, Đoàn Thị Mỹ Dung, Lê Đàm Ngọc Tú, Nguyễn Thụy Ái Trinh, Đoàn Thị Như Hoa, Nguyễn Thị Ngạn	
148.	PHÁT TRIỂN DU LỊCH BỀN VỮNG CỤM SÔNG CẦU, TỈNH ĐẮK LẮK, VIỆT NAM: THỰC TRẠNG VÀ GIẢI PHÁP	199
	Trần Quốc Nhuận, Đoàn Thị Mỹ Dung, Lê Đàm Ngọc Tú, Nguyễn Thụy Ái Trinh, Đoàn Thị Như Hoa, Nguyễn Thị Ngạn	
149.	Ý NGHĨA VÀ ĐỊNH HƯỚNG ĐƯA VĂN HÓA ẤM THỰC TRUYỀN THỐNG VÙNG ĐÔNG TỈNH ĐẮK LẮK PHỤC VỤ PHÁT TRIỂN DU LỊCH	207
	Trần Quốc Nhuận, Nguyễn Văn Hưng, Đoàn Thị Mỹ Dung, Đỗ Thị Minh Trang, Lê Đàm Ngọc Tú, Nguyễn Thụy Ái Trinh	
150.	CHUYỂN DỊCH CƠ CẤU KINH TẾ TỈNH LÂM ĐỒNG THEO HƯỚNG PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG - TỪ LÝ LUẬN ĐẾN THỰC TIỄN	216
	Vũ Thị Bắc	
151.	COMMUNITY-BASED TOURISM IN DIEN BIEN PROVINCE: POTENTIAL, CURRENT STATUS AND DEVELOPMENT ORIENTATIONS	226
	Tran Thi Hong Nhung	

152. NGÀNH THỦY SẢN TẠI HUYỆN ĐẢO PHÚ QUÝ, TỈNH BÌNH THUẬN: TIỀM NĂNG, HIỆN TRẠNG VÀ ĐỊNH HƯỚNG PHÁT TRIỂN.....	237
Trần Thị Hồng Nhung	
153. ĐỀ XUẤT MỘT SỐ GIẢI PHÁP PHÁT TRIỂN DU LỊCH VĂN HÓA TỈNH BẠC LIÊU	247
Trịnh Văn Thơm, Lê Văn Hiệu¹, Quách Phong Phú	
154. THỰC TRẠNG NHU CẦU DU LỊCH HỌC TẬP CỦA SINH VIÊN TRƯỜNG SƯ PHẠM, TRƯỜNG ĐẠI HỌC CẦN THƠ	256
Trịnh Văn Thơm, Huỳnh Hoàng Khả¹, Nguyễn Trương Thùy Trang	
155. BƯỚC ĐẦU TIẾP CẬN LAO ĐỘNG NỀN TẢNG TRONG NGÀNH DỊCH VỤ GỌI XE CÔNG NGHỆ TẠI ĐÔNG NAM Á.....	273
Phạm Đỗ Văn Trung, Trương Nhân Minh	
156. PHÁT TRIỂN DU LỊCH BỀN VỮNG VÙNG MIỀN NÚI PHÍA TÂY TỈNH NGHỆ AN: TIỀM NĂNG, THÁCH THỨC VÀ GIẢI PHÁP	281
Trương Thị Như Nguyệt	
157. ĐÁNH GIÁ TIỀM NĂNG TỰ NHIÊN PHỤC VỤ PHÁT TRIỂN DU LỊCH SINH THÁI TỈNH ĐỒNG THÁP.....	291
Trương Thị Thanh Tuyền	
158. CHẤT LƯỢNG VÀ HIỆU QUẢ SỬ DỤNG LAO ĐỘNG CỦA THÀNH PHỐ ĐÀ NẴNG VÀ TỈNH QUẢNG NAM TRƯỚC KHI SÁP NHẬP ĐƠN VỊ HÀNH CHÍNH CẤP TỈNH.....	300
Trương Văn Cảnh, Phạm Viết Văn Minh¹, Nguyễn Đức Tôn	
159. THỰC TRẠNG CHẤT LƯỢNG DỊCH VỤ DU LỊCH CỦA ĐIỂM DU LỊCH CỘNG ĐỒNG BẢN LÁC, XÃ MAI HẠ, TỈNH PHÚ THỌ	310
Vũ Thị Mai Hương, Xa Thị Huệ	
160. CHUYỂN ĐỔI NÔNG NGHIỆP TẠI TỈNH AN GIANG TRONG BỐI CẢNH BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU.....	321
Vũ Thị Bắc, Nguyễn Thanh Ngọc Vy	
161. GIẢI PHÁP NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG LAO ĐỘNG TẠI KHU VỰC BẾN CÁT, THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH TRONG BỐI CẢNH CÁCH MẠNG CÔNG NGHIỆP 4.0.....	329
Phạm Thành Công, Nguyễn Thị Bình	
162. PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG CHUỖI GIÁ TRỊ CÂY DỪA BẾN TRE THÍCH ỨNG VỚI BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU HIỆN NAY.....	338
Tạ Thị Thanh Thủy, Phạm Thị Tâm¹, Nguyễn Khắc Nguyên Tâm	
163. PHÂN TÍCH THỰC TRẠNG PHÁT TRIỂN DU LỊCH Ở LÀNG CỔ ĐƯỜNG LÂM, SƠN TÂY, HÀ NỘI.....	346
Tô Thị Hồng Nhung, Trần Thị Xuân Mỹ	
164. ĐÁNH GIÁ CÁC NHÂN TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN SỰ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG CÂY SẦU RIÊNG TẠI KHU VỰC ĐẠ HUOAI, TỈNH LÂM ĐỒNG	358
Nguyễn Thị Hường, Hoàng Thị Việt Hà	

165. NGHIÊN CỨU THỰC TRẠNG PHÁT TRIỂN CÁC NGÀNH KINH TẾ TẠI XÃ DUYÊN THÁI, HUYỆN THƯỜNG TÍN, THÀNH PHỐ HÀ NỘI.....	368
Nguyễn Thị Hải Yến, Lê Thị Hạnh Liên¹, Đào Thị Lưu¹, Phí Thị Thu Hoàng	
166. PHÁT TRIỂN MÔ HÌNH KINH TẾ SINH THÁI VÙNG ĐẤT NGẬP NƯỚC CẦN GIỜ GẮN VỚI MỤC TIÊU PHÁT THẢI RÒNG BẰNG 0 (NET ZERO).....	377
Nguyễn Thị Oanh, Ngô Thị Thu Trang¹, Trần Minh Tiến, Nguyễn Cao Huân, Phạm Xuân Hậu	
167. PHÁT TRIỂN KINH TẾ TUẦN HOÀN TRONG CHUỖI GIÁ TRỊ SẢN XUẤT CÀ PHÊ TẠI TỈNH GIA LAI GẮN VỚI MỤC TIÊU PHÁT THẢI RÒNG BẰNG 0 (NET ZERO).....	388
Nguyễn Thị Oanh, Phan Thanh Định¹, Trần Minh Tiến, Vũ Ngọc Hùng	
168. APPROACH TO SCORING FOR TOURISM PROJECTS IN ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT IN VIETNAM.....	396
Nguyen Thanh Tuong, Doan Thi Thong	
169. BẢO TỒN VÀ PHÁT TRIỂN LÀNG NGHỀ GẮN VỚI DU LỊCH: NGHIÊN CỨU TRƯỜNG HỢP LÀNG NGHỀ GIẤY BẢN DÌA TRÊN TẠI XÃ QUẢNG UYÊN, TỈNH CAO BẰNG.....	410
Mã Kim Chi, Phạm Thị Ngọc Quỳnh	
170. PHÁT TRIỂN NÔNG NGHIỆP BỀN VỮNG Ở ĐẮK NÔNG TRONG BỐI CẢNH BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU: TỪ GÓC NHÌN SINH THÁI.....	420
Trần Thị Thanh Thủy	
171. CÁC NHÂN TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN SỰ PHÁT TRIỂN VÀ PHÂN BỐ CÂY CÔNG NGHIỆP LÂU NĂM Ở TỈNH ĐIỆN BIÊN.....	431
Trần Việt Hoàng, Lê Mỹ Dung	
172. TĂNG CƯỜNG BẢO TỒN DI SẢN THIÊN NHIÊN VÙNG ĐÔNG NAM BỘ: HIỆN TRẠNG VÀ GIẢI PHÁP CHÍNH SÁCH.....	443
Ngô Xuân Quý, Phạm Hạnh Nguyên, Trương Quang Hải	
173. LANDSCAPE ASSESSMENT FOR ECOTOURISM DEVELOPMENT IN THE COMMUNES: CHO RA, BA BE, PHUC LOC, THUONG MINH, AND DONG PHUC, THAI NGUYEN PROVINCE.....	454
Dinh Hoang Duong	
174. DU LỊCH XANH - HƯỚNG PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG CỦA DU LỊCH TẠI HUYỆN ĐẢO CÔ TÔ, TỈNH QUẢNG NINH.....	473
Bùi Thị Cẩm Tú	
175. NGHIÊN CỨU THỰC TRẠNG CÁC MÔ HÌNH NÔNG NGHIỆP ĐÔ THỊ TẠI THỊ TRẤN CAO PHONG, TỈNH HÒA BÌNH (CŨ).....	480
Phạm Ánh Hồng, Nguyễn Thị Hà Thành	
176. PHÂN HÓA KHÔNG GIAN HOẠT ĐỘNG KINH DOANH DU LỊCH TỈNH HÀ NAM.....	492
Dương Thị Thủy, Nguyễn Phúc Anh Khuê, Trương Quang Hải	
177. XÂY DỰNG CHÍNH SÁCH LIÊN QUAN ĐẾN DI CƯ TRONG BỐI CẢNH BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU VÀ RỦI RO MÔI TRƯỜNG: NHỮNG THÁCH THỨC VÀ KHUYẾN NGHỊ TỪ GÓC NHÌN QUỐC TẾ.....	506
Trần Thị Đoàn Trinh	

178. TIẾP CẬN KHUNG LÝ THUYẾT DPSIR TRONG ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG CỦA PHÁT TRIỂN KINH TẾ - XÃ HỘI ĐẾN HOẠT ĐỘNG SINH KẾ - MÔI TRƯỜNG VEN BIỂN TẠI CẦN GIỜ, THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH515
Ngô Thị Thu Trang, Bùi Huỳnh Đức
179. APPROACH TO STRATEGIC ENVIRONMENTAL ASSESSMENT IN SUSTAINABLE TOURISM DEVELOPMENT PLANNING IN VIETNAM528
Nguyen Thanh Tuong, Nguyen Thi Thu Hien¹, Doan Thi Thong
180. HIỆN TRẠNG MÔI TRƯỜNG ĐẶC KHU CÔN ĐẢO, THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH545
Đặng Thương Huyền
181. XÂY DỰNG HỆ THỐNG CẤP NƯỚC BỀN VỮNG CHO VÙNG VEN BIỂN ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG: CHIẾN LƯỢC TÍCH HỢP ĐA NGUỒN - NƯỚC MƯA, NƯỚC MẶT, NƯỚC DƯỚI ĐẤT554
Đặng Hòa Vĩnh, Dương Bá Mẫn¹, Đào Đình Châm
182. NGHIÊN CỨU TAI BIẾN ĐỊA CHẤT: SẠT LỎ ĐẤT Ở TỈNH LÂM ĐỒNG568
Hoàng Thị Kiều Oanh, Nguyễn Mai Ngọc Thư
183. HIỆN TRẠNG Ô NHIỄM KHÔNG KHÍ Ở THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH579
Hoàng Thị Kiều Oanh, Lê Nhật Nam, Nguyễn Phúc Linh, Trần Nguyên Thuận, Võ Anh Tiến
184. THE STATUS OF FARM HOUSEHOLD LIVELIHOOD CAPITALS IN MO CAY BAC DISTRICT, BEN TRE PROVINCE IN THE CONTEXT OF TRANSFORMATION589
Huynh Pham Dung Phat, Phan Van Phu¹, Pham Thi Huyen Trang
185. HIỆN TRẠNG VÀ GIẢI PHÁP PHÁT TRIỂN HỆ THỐNG GIAO THÔNG ĐƯỜNG BỘ THÀNH PHỐ TÂN AN, TỈNH LONG AN (CŨ)597
Huỳnh Phẩm Dũng Phát, Trần Quốc Trung
186. PHÁT TRIỂN DU LỊCH CỘNG ĐỒNG Ở VIỆT NAM TRONG BỐI CẢNH MỚI: THỰC TRẠNG, CƠ HỘI VÀ THÁCH THỨC603
Lê Văn Hương, Nguyễn Thị Hằng
187. ĐÁNH GIÁ THỰC TRẠNG QUẢN LÝ NHÀ NƯỚC ĐỐI VỚI THẮNG CẢNH BÀU TRẮNG611
Lê Văn Thắng, Đinh Kiệm, Nguyễn Đình Huy, Lê Thị Phương Vỹ
188. LẬP BẢN ĐỒ DỄ BỊ TỔN THƯƠNG CỦA CÁC HỆ SINH THÁI DO TÁC ĐỘNG CỦA THỜI TIẾT CỰC ĐOAN Ở VÙNG TÂY NGUYÊN631
Lê Thị Thu Hiền, Hoàng Lưu Thu Thủy¹, Vương Văn Vũ¹, Nguyễn Ngọc Thắng¹, Phạm Hà Linh¹, Vũ Thị Kim Dung¹, Nguyễn Thị Thu Huyền
189. MỘT SỐ GIÁ TRỊ ĐỊA CHẤT, ĐỊA MẠO MỚI PHÁT HIỆN Ở DI SẢN THẾ GIỚI XUYỀN BIÊN GIỚI VƯỜN QUỐC GIA PHONG NHA KÈ BÀNG - VƯỜN QUỐC GIA HIN NẬM NÔ640
Mai Thành Tân, Vũ Thị Minh Nguyệt¹, La Thế Phúc, Hoàng Văn Thà¹, Trần Thị Thúy Vân¹, Lương Thị Tuất
190. CHẤT LƯỢNG ĐẤT SẢN XUẤT NÔNG NGHIỆP TẠI HUYỆN BẠCH THÔNG, TỈNH BẮC KẠN (CŨ)648
Nguyễn Đức Thành, Vương Hồng Nhật, Nguyễn Phương Thảo, Trần Thị Nhung, Nguyễn Thị Thu Hiền, Lại Vĩnh Cẩm, Lưu Thế Anh

191.	ỨNG DỤNG PHƯƠNG PHÁP MCDM DỰA TRÊN GIS ĐỂ LỰA CHỌN VỊ TRÍ BÃI CHÔN LẤP RÁC THẢI TẠI CAO NGUYÊN MỘC CHÂU, TỈNH SƠN LA.....	653
	Nguyễn Thị Phương Thảo, Phạm Anh Tuấn¹, Nguyễn Thị Hồng Nhung¹, Hà Vi Lương Thảo	
192.	ẢNH HƯỞNG CỦA QUÁ TRÌNH PHONG HÓA VÀ XÂM THỰC BIỂN ĐẾN HÌNH THÁI ĐỊA MẠO VÀ SỰ PHÁT TRIỂN CỦA THẨM RÊU TẠI BÃI RÊU NAM Ô, ĐÀ NẴNG - VIỆT NAM.....	672
	Nguyễn Thị Thu Hiền, La Dương Hải, Đỗ Quang Thiên, Hoàng Hoa Thám	
193.	PHÂN TÍCH, ĐỊNH HƯỚNG SỬ DỤNG CẢNH QUAN TỈNH QUẢNG TRỊ PHỤC VỤ PHÁT TRIỂN KINH TẾ - XÃ HỘI BỀN VỮNG.....	684
	Nguyễn Văn Hồng, Vương Hồng Nhật¹, Nguyễn Mạnh Hà¹, Nguyễn Đức Thành¹, Nguyễn Phương Thảo¹, Trần Thị Nhung¹, Nguyễn Thị Thu Hiền¹, Nguyễn Thu Nhung¹, Trần Thị Thúy Vân¹, Hoàng Bắc	
194.	LỰA CHỌN VÀ XÁC ĐỊNH TRỌNG SỐ CHO CÁC CHỈ THỊ TRONG ĐÁNH GIÁ TÍNH ĐỀ BỊ TỔN THƯƠNG ĐẾN CÂY CHÈ TỈNH THÁI NGUYÊN.....	694
	Trần Thị Mùi, Vương Văn Vũ¹, Võ Trọng Hoàng¹, Phạm Thị Lý¹, Phạm Thị Cúc¹, Hoàng Thái Bình¹, Nguyễn Đức Thành¹, Nguyễn Thanh Bình¹, Nguyễn Quang Thành¹, Trần Xuân Hoàng, Hoàng Lưu Thu Thủy	
195.	TÁC ĐỘNG CỦA HOANG MẠC HÓA ĐẾN BIẾN ĐỘNG SỬ DỤNG ĐẤT TỈNH BÌNH THUẬN QUA CÁC DẤU HIỆU CHỈ THỊ.....	703
	Phạm Quang Vinh, Nguyễn Thanh Bình¹, Phạm Hà Linh	
196.	NGHIÊN CỨU THỰC TRẠNG QUẢN LÝ PHÁT TRIỂN NHÀ Ở XÃ HỘI TẠI THÀNH PHỐ HÀ NỘI.....	709
	Phạm Thị Phin	
197.	NGHIÊN CỨU THỰC TRẠNG HOANG HÓA ĐẤT ĐAI VÀ BẤT ĐỘNG SẢN VÙNG VEN THÀNH PHỐ HÀ NỘI.....	719
	Phạm Thị Phin	
198.	XÂY DỰNG BẢN ĐỒ ĐỊA HÓA ĐƠN VÀ ĐA NGUYÊN TỐ KHU VỰC CAO BẰNG - LẠNG SƠN - QUẢNG NINH.....	729
	Phan Thị Thanh Hằng, Trần Tuấn Anh¹, Nguyễn Mạnh Hà¹, Ngô Thanh Nga¹, Hoàng Thị Huyền Ngọc¹, Bùi Anh Tuấn	
199.	THỰC TRẠNG VÀ XU THẾ LẤN BIỂN TẠI VIỆT NAM GIAI ĐOẠN 2000-2024.....	741
	Trịnh Thị Kiều Trang, Đào Khánh Linh¹, Trần Văn Trường	
200.	ĐÁNH GIÁ TIỀM NĂNG THỰC HIỆN HOẠT ĐỘNG TRẢI NGHIỆM TẠI VƯỜN QUỐC GIA BIDOUP NÚI BÀ THEO ĐỊNH HƯỚNG CHƯƠNG TRÌNH GIÁO DỤC PHỔ THÔNG 2018.....	751
	Vũ Thị Hằng, Vũ Thục Hiền	
201.	PHÂN TÍCH TRƯỢT LỞ ĐẤT, LŨ Bùn ĐÁ Ở LÀNG NỮ TỈNH LÀO CAI TRONG BÃO YAGY THEO TIẾP CẬN ĐỊA MẠO.....	759
	Vũ Văn Vĩnh, Đặng Văn Bào¹, Nguyễn Hiệu, Đặng Kinh Bắc², Ngô Văn Liêm², Đỗ Trung Hiếu², Nguyễn Minh Hiếu	
202.	NGHIÊN CỨU ĐỊA MẠO CHO ĐỊNH HƯỚNG PHÁT TRIỂN DU LỊCH ĐỊA HỌC KHU VỰC VEN BIỂN MŨI NẾ, TỈNH LÂM ĐỒNG.....	773
	Vũ Văn Vĩnh, Phạm Thị Phương Nga	

CÔNG NGHỆ SỐ - ĐỊA LÝ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG

203. CƠ HỘI VÀ THÁCH THỨC TRONG PHÁT TRIỂN NÔNG NGHIỆP 5.0 Ở TỈNH LÀO CAI	787
Đỗ Thị Mùi, Lưu Thị Ánh Thảo	
204. CHẨN ĐOÁN CĂNG THẲNG CO ₂ Ở VIỆT NAM BẰNG MÔ HÌNH DPSIR VÀ TĂNG CƯỜNG AI (1990–2020).795	
Phan Minh Đức, Trương Thúy Em¹, Nguyễn Ngọc Thảo Ngân¹, Nguyễn Thanh Hải	
205. BƯỚC ĐẦU ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ VIỄN THÁM, GIS VÀ MỘT SỐ CÔNG NGHỆ THÔNG MINH TRONG NGHIÊN CỨU TÌM KIẾM XÁC ĐỊNH KHU VỰC DINH CHỨA NGUYỄN GIAI ĐOẠN 1558-1626 TẠI HUYỆN TRIỆU PHONG, TỈNH QUẢNG TRỊ	803
Phan Tuấn Anh, Nguyễn Quang Chức	
206. ĐÁNH GIÁ NGUY CƠ NGẬP LỤT TẠI TỈNH AN GIANG SỬ DỤNG DỮ LIỆU VỆ TINH SENTINEL-1A VÀ NỀN TẢNG GOOGLE EARTH ENGINE	814
Trần Thị Ân, Nguyễn Nhật Nguyên¹, Trần Thị Tuyến	
207. ƯỚC TÍNH SINH KHỐI VÀ TRỮ LƯỢNG CARBON RỪNG TẠI KON HÀ NỪNG, VIỆT NAM: CÁCH TIẾP CẬN DỰA TRÊN CÔNG NGHỆ LIDAR VÀ DỮ LIỆU VIỄN THÁM ĐA NGUỒN	828
Lê Văn Vinh, Hoàng Tích Phúc, Vũ Phương Lan, Hà Minh Cường	
208. ỨNG DỤNG ẢNH VIỄN THÁM SENTINEL 2A THÀNH LẬP BẢN ĐỒ PHÂN BỐ HÀM LƯỢNG NƯỚC TRONG TRẦM TÍCH BÃI TRIỀU ĐỐI VỚI VEN BIỂN ĐỒNG BẰNG SÔNG HỒNG	842
Vũ Thị Thu Thủy	
209. ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG MÔI TRƯỜNG SINH THÁI CỦA THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH BẰNG CHỈ SỐ SINH THÁI VIỄN THÁM CẢI TIẾN	850
Nguyễn Thị Thu Hiền, Hà Tuấn Cường	
210. THÀNH LẬP BẢN ĐỒ NGUY CƠ NGẬP LỤT BẰNG CÁC MÔ HÌNH HỌC MÁY TĂNG CƯỜNG	862
Lê Ngọc Hành¹, Nguyễn Hoàng Sơn¹, Lê Phúc Chi Lăng	
211. XU HƯỚNG ỨNG DỤNG MÔ HÌNH TOÁN HỌC, TRÍ TUỆ NHÂN TẠO TRONG PHÂN VÙNG VÀ CẢNH BÁO LŨ QUÉT TẠI VIỆT NAM	873
Bùi Quang Bình	
212. LIÊN KẾT TRONG SẢN XUẤT, CHẾ BIẾN VÀ TIÊU THỤ CAO SU Ở BÌNH DƯƠNG	884
Nguyễn Thị Mai, Nguyễn Thị Trang Thanh	
213. ỨNG DỤNG ẢNH SENTINEL-1,2 VÀ HỌC MÁY ĐỂ GIÁM SÁT TƯỚI NGẬP KHÔ XEN KÊ (AWD): NGHIÊN CỨU THÍ ĐIỂM TẠI KHU VỰC THANH AN, TP. CẦN THƠ	892
Tạ Văn Hạnh	
214. ĐÁNH GIÁ NĂNG LỰC THÍCH ỨNG VỚI BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU CỦA NGÀNH DU LỊCH TỈNH THANH HÓA THEO HƯỚNG TIẾP CẬN TÍNH ĐỂ BỊ TỔN THƯƠNG VÀ CÔNG NGHỆ GIS	905
Lê Kim Dung	
215. ỨNG DỤNG GIS VÀ AHP LƯỢNG HÓA CHỈ SỐ PHƠI NHIỄM - TÁC ĐỘNG CỦA CÁC YẾU TỐ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU ĐẾN HOẠT ĐỘNG DU LỊCH TỈNH THANH HÓA	913
Lê Kim Dung	

ĐỊA LÝ DU LỊCH TRONG CHUYỂN ĐỔI XANH

216.	PHÂN TÍCH LIÊN KẾT CHUỖI GIÁ TRỊ TRONG SẢN XUẤT VÀ TIÊU THỤ SẢN PHẨM NÔNG NGHIỆP CHỦ LỰC TẠI BÌNH THUẬN: TIẾP CẬN TỪ TỔNG HỢP TÀI LIỆU VÀ NGHIÊN CỨU TRƯỜNG HỢP.....	923
	Đàm Nguyễn Thùy Dương	
217.	CÂY THUỐC VÀ SINH KẾ DÂN TỘC THIỂU SỐ: TỪ TRI THỨC BẢN ĐỊA ĐẾN MÔ HÌNH KINH TẾ CỘNG ĐỒNG TẠI XÃ LẠC LƯƠNG, TỈNH PHÚ THỌ.....	936
	Đặng Thị Nhuần, Bùi Thị Minh Nguyệt¹, Phạm Thị Ban Mai¹, Xa Thị Ngọc Duyên	
218.	THỂ CHẾ CHỦ ĐỘNG THÍCH ỨNG VỚI BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU THEO VÙNG SINH THÁI XÃ HỘI ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG.....	951
	Trần Thị Tuyết, Lê Thu Quỳnh	
219.	NGHIÊN CỨU PHÂN VÙNG, PHÂN KHU CHỨC NĂNG SỬ DỤNG ĐẤT PHỤC VỤ XÂY DỰNG ĐỊNH HƯỚNG SỬ DỤNG ĐẤT ĐAI VÙNG DUYÊN HẢI NAM TRUNG BỘ.....	960
	Trần Văn Tuấn, Đỗ Thị Tài Thu¹, Nguyễn Trọng Đợi	
220.	PHÂN TÍCH ĐẶC ĐIỂM CÁC HỆ SINH THÁI Ở VÙNG DUYÊN HẢI NAM TRUNG BỘ PHỤC VỤ XÂY DỰNG ĐỊNH HƯỚNG SỬ DỤNG HỢP LÝ ĐẤT ĐAI CỦA VÙNG.....	969
	Trần Văn Tuấn, Nguyễn Thị Huyền, Đỗ Thị Tài Thu¹, Nguyễn Trọng Đợi	
221.	ĐÁNH GIÁ CÁC NGUỒN LỰC ẢNH HƯỞNG ĐẾN SỰ PHÁT TRIỂN VÀ PHÂN BỐ NÔNG NGHIỆP HUYỆN CHÂU THÀNH, TỈNH SÓC TRĂNG.....	979
	Trịnh Văn Thơm, Nguyễn Thị Ngọc Phúc¹, Lâm Thị Phương Linh	
222.	THỰC TRẠNG ĐÔ THỊ HOÁ Ở THÀNH PHỐ TỪ SƠN - TỈNH BẮC NINH VÀ NHỮNG VẤN ĐỀ CÒN TỒN TẠI.....	986
	Tô Thị Hồng Nhung, Trần Thị Thanh Hiếu	
223.	ẢNH HƯỞNG CỦA VIỆC THAY ĐỔI ĐỊA GIỚI HÀNH CHÍNH CẤP TỈNH ĐẾN PHÂN VÙNG KINH TẾ Ở VIỆT NAM.....	998
	Lê Mỹ Dung, Nguyễn Thị Minh Huệ	
224.	ĐỊNH HƯỚNG KHÔNG GIAN PHÁT TRIỂN NÔNG NGHIỆP TRÊN CƠ SỞ PHÂN TÍCH CẢNH QUAN THÀNH PHỐ CẦN THƠ HIỆN NAY.....	1008
	Phan Hoàng Linh, Trần Hoàng Khiêm	
225.	TỔ CHỨC LẠI KHÔNG GIAN PHÁT TRIỂN QUỐC GIA TRONG BỐI CẢNH TÁI CẤU TRÚC HỆ THỐNG ĐƠN VỊ HÀNH CHÍNH Ở VIỆT NAM.....	1017
	Nguyễn Hữu Duy, Trương Quang Hải	
226.	BẢO VỆ MÔI TRƯỜNG VÀ THÍCH ỨNG VỚI BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU TRONG KỶ NGUYÊN MỚI: CƠ HỘI, THÁCH THỨC VÀ QUAN ĐIỂM, GIẢI PHÁP CỦA VIỆT NAM.....	1026
	Lưu Thế Anh	

ĐÀO TẠO VÀ GIÁO DỤC ĐỊA LÝ TRONG BỐI CẢNH MỚI

227.	TIẾP CẬN ĐỊA LÍ TRONG NÂNG CAO NHẬN THỨC VÀ HÀNH VI GIẢM THIỂU RÁC THẢI VEN BIỂN CHO HỌC SINH PHỔ THÔNG.....	1043
	Đỗ Thị Ngân, Đặng Kinh Bắc	

228. THIẾT KẾ CÁC ĐỒ ÁN HỌC PHẦN NHẪM PHÁT TRIỂN NĂNG LỰC NGHỀ NGHIỆP TRONG CHƯƠNG TRÌNH ĐÀO TẠO SỰ PHẠM ĐỊA LÝ TIẾP CẬN CDIO Ở TRƯỜNG ĐẠI HỌC VINH.....	1055
Nguyễn Thị Việt Hà, Võ Thị Thu Hà	
229. PHÁT TRIỂN NĂNG LỰC GIẢI QUYẾT VẤN ĐỀ CHO HỌC SINH THÔNG QUA PHƯƠNG PHÁP DẠY HỌC TÌNH HUỐNG TRONG MÔN ĐỊA LÝ LỚP 9	1066
Phạm Hương Giang, Lê Thị Nguyệt¹, Phạm Thu Thủy¹, Đào Duy Minh¹, Trần Đức Văn	
230. TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG TRẢI NGHIỆM PHỤC VỤ DẠY HỌC CHỦ ĐỀ CHUNG TRONG CHƯƠNG TRÌNH LỊCH SỬ VÀ ĐỊA LÝ LỚP 8	1075
Đỗ Thị Thu Hà, Phạm Trương Hồng Vân	
231. SỬ DỤNG BẢN ĐỒ NỔI TRONG DẠY HỌC MÔN LỊCH SỬ VÀ ĐỊA LÝ CHO HỌC SINH KHIẾM THỊ: QUY TRÌNH VÀ BIỆN PHÁP	1085
Lê Thế Trung, Tạ Đức Hiếu, Nguyễn Thế Hiệu	
232. THIẾT KẾ VÀ SỬ DỤNG TRUYỆN TRANH BẢO VỆ MÔI TRƯỜNG TRONG DẠY HỌC PHÂN MÔN ĐỊA LÝ 8 Ở TRƯỜNG TRUNG HỌC CƠ SỞ NHẪM TĂNG CƯỜNG TÍNH TRỰC QUAN VÀ HỨNG THÚ HỌC TẬP CHO HỌC SINH	1092
Thân Thị Huyền, Phạm Hương Giang¹, Nguyễn Thanh Mai¹, Nguyễn Hà Trang	
233. ỨNG DỤNG TRÍ TUỆ NHÂN TẠO (AI) TRONG DẠY HỌC PHÂN MÔN ĐỊA LÝ LỚP 6 GÓP PHẦN PHÁT TRIỂN NĂNG LỰC SỐ CHO HỌC SINH.....	1101
Thân Thị Huyền, Phạm Thị Thuyết	
234. THỰC TRẠNG ÁP DỤNG DỰ ÁN NGHIÊN CỨU TRONG DẠY HỌC ĐỊA LÝ 12 NHẪM PHÁT TRIỂN NĂNG LỰC TÌM HIỂU ĐỊA LÝ Ở TRƯỜNG TRUNG HỌC PHỔ THÔNG.....	1112
Trương Văn Lương, Nguyễn Thanh Tường, Nguyễn Văn Thái	
235. GỢI Ý MỘT SỐ CÁCH THỨC LỒNG GHÉP GIÁO DỤC ĐỊNH HƯỚNG NGHỀ NGHIỆP CHO HỌC SINH THÔNG QUA DẠY HỌC MÔN ĐỊA LÝ CẤP THPT.....	1120
Võ Thị Vinh, Nguyễn Thị Thái Lụa	
236. ỨNG DỤNG MỘT SỐ PHẦN MỀM, CÔNG CỤ HỖ TRỢ THIẾT KẾ VÀ TỔ CHỨC DẠY HỌC ĐỊA LÝ LỚP 10.....	1132
Lê Thị Lành, Rlan Trường	
237. BIỆN PHÁP TẠO ĐỘNG CƠ, HỨNG THÚ HỌC TẬP CHO HỌC SINH TRONG TỔ CHỨC DẠY HỌC PHÂN MÔN ĐỊA LÝ 6 THEO HƯỚNG PHÁT TRIỂN NĂNG LỰC.....	1141
Đoàn Thị Thông, Kiều Văn Hoan, Ngô Thị Hải Yến, Nguyễn Thanh Tường, Đoàn Thị Ngọc Uyên	
238. NGHIÊN CỨU THỰC TRẠNG VỀ NĂNG LỰC SỬ DỤNG AI CỦA GIÁO VIÊN ĐỊA LÝ THEO KHUNG NĂNG LỰC CỦA UNESCO.....	1150
Đỗ Thị Xuân May, Nguyễn Thanh Xuân	
239. ĐỀ XUẤT VIỆC ỨNG DỤNG HỆ THỐNG THÔNG TIN ĐỊA LÝ (GIS) TRONG QUY HOẠCH ĐÔ THỊ SỨC KHỎE: GIẢI PHÁP CHO THÁCH THỨC GIÀ HÓA DÂN SỐ TẠI THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH.....	1159
Trần Thị Huyền, Nguyễn Quang Việt Ngân, Nguyễn Thị Phương Dung, Ngô Tùng Lâm, Nguyễn Lê Bảo Hạnh	

240.	ĐÁNH GIÁ SỰ PHÂN MẢNH CẢNH QUAN ĐẤT NGẬP NƯỚC TẠI KHU VỰC TỈNH ĐỒNG THÁP, ĐỒNG BÀNG SÔNG CỬU LONG	1168
	Nguyễn Hồ, Huỳnh Quang Thái¹, Trần Thế Định	
241.	TIẾP CẬN ĐA CHIỀU VỀ SỰ THAM GIA CỦA CỘNG ĐỒNG ĐỊA PHƯƠNG TRONG DU LỊCH CỘNG ĐỒNG TẠI BẮN DỒI, THỪA THIÊN HUẾ.....	1174
	Nguyễn Thị Ngọc Anh, Dương Thị Lan, Nguyễn Thị Hằng	

ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG NƯỚC SÔNG ASAHI, NHẬT BẢN DỰA VÀO CHỈ SỐ CHẤT LƯỢNG NƯỚC (WQI)

Trần Thị Minh Tâm¹, Nguyễn Hoàng Sơn², Nguyễn Đăng Độ¹, Lê Anh Toại¹

Abstract:

ASSESSMENT OF WATER QUALITY IN THE ASAHI RIVER, JAPAN, USING THE WATER QUALITY INDEX (WQI)

Global freshwater resources are increasingly threatened by the combined pressures of climate change and human activities, leading to significant risks for water security, ecosystem resilience, and public health. While tools such as the Water Quality Index (WQI) and statistical modeling are widely employed, studies integrating climatic, hydrological, and water quality dynamics remain limited. This study assessed the lower Asahi River basin, Japan, over the period 2002–2021 to address this gap. The objectives were: (i) to evaluate the status and trends of water quality using the Canadian Council of Ministers of the Environment Water Quality Index (CCME WQI) and environmental quality standards (EQS); (ii) to quantify relationships between climatic and hydrological factors (temperature, precipitation, streamflow) and water quality parameters (DO, COD, TP, Coliform) using Spearman's correlation and nonlinear regression; and (iii) to calibrate and validate the Tank (LST) hydrological model with a Differential Evolution (DE) algorithm for streamflow simulation. The results indicate a clear deterioration of water quality, with decreasing dissolved oxygen and rising COD and TP. Climate and hydrology strongly influenced these patterns, particularly temperature. The validated Tank model further demonstrated potential for integrating hydrological and water quality forecasting. These findings provide critical evidence and a framework for adaptive, sustainable water management under climate change.

Keywords: CCME WQI, Nonlinear regression, Tank model, Asahi River Basin (Japan).

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nước ngọt là nguồn tài nguyên thiết yếu, đóng vai trò duy trì sự sống, phát triển kinh tế - xã hội và ổn định môi trường sinh thái (Hermoso và cộng sự, 2016). Tuy nhiên, trong những thập kỷ gần đây, chất lượng nước ngày càng trở thành mối quan ngại toàn cầu. Sự gia tăng dân số, phát triển công nghiệp - nông nghiệp cùng với những thay đổi sâu sắc trong chu trình thủy văn do biến đổi khí hậu đã gây áp lực lớn lên các hệ thống sông ngòi. Các bệnh lây truyền qua đường nước, đặc biệt do vi sinh vật gây hại, vẫn là mối đe dọa nghiêm trọng đối với sức khỏe cộng đồng. Báo cáo của WHO (2020, 2024) cho thấy tiêu chảy gây ra hàng triệu ca tử vong mỗi năm, chủ yếu ở các quốc gia đang phát triển, nơi nước thải sinh hoạt và công nghiệp chưa được xử lý đầy đủ.

Sự suy thoái chất lượng nước sông vốn được coi là vấn đề cục bộ nhưng hiện nay đã nổi lên như một thách thức mang tính toàn cầu. Ở nhiều quốc gia như Ấn Độ, Trung Quốc, Thổ Nhĩ Kỳ và Bangladesh, hơn 90% nước thải được xả trực tiếp ra sông ngòi mà không qua xử lý, gây ô nhiễm nghiêm trọng và đe dọa an ninh nguồn nước (Howladar và cộng sự, 2021; Kumar và cộng sự, 2024; Varma & Jha, 2024). Bên cạnh hoạt động nhân sinh, các yếu tố tự nhiên như lượng mưa, vận chuyển trầm tích và biến động khí hậu cũng góp phần làm suy giảm chất lượng nước, vượt quá khả năng tự làm sạch của sông, từ đó ảnh hưởng đến hệ sinh thái và sức khỏe con người (Huang và cộng sự, 2021).

Để giám sát và đánh giá tình trạng nước sông, các chỉ số chất lượng nước (Water Quality Index – WQI) đã được sử dụng rộng rãi. WQI cho phép tích hợp nhiều thông số lý hóa thành một chỉ số duy nhất, phản ánh trực quan trạng thái nước, dễ dàng phục vụ công tác quản lý và so sánh theo không

¹ Khoa Địa lý, trường Đại học sư phạm, Đại học Huế

² Viện Đào tạo mở và Công nghệ thông tin, Đại học Huế

gian - thời gian (Akhtar và cộng sự, 2021; Şener và cộng sự, 2017). Nhiều nghiên cứu đã ứng dụng WQI và các phương pháp phân tích thống kê đa biến (hồi quy tuyến tính, mô hình hóa thủy văn) để nhận diện nguồn ô nhiễm, biến động chất lượng nước và các yếu tố chi phối (Bora & Goswami, 2017; Patel và cộng sự, 2023). Những phương pháp này đã chứng minh hiệu quả trong việc cung cấp cơ sở khoa học cho hoạch định chính sách và quản lý tài nguyên nước bền vững (Lumb và cộng sự, 2011).

Trong bối cảnh đó, lưu vực sông Asahi (Nhật Bản) - một khu vực điển hình của vùng ôn đới gió mùa - đang chịu áp lực kép từ biến đổi khí hậu và tác động nhân sinh (Yoshida và cộng sự, 2021). Đây là lưu vực có vai trò quan trọng về kinh tế - xã hội, với các hoạt động nông nghiệp, công nghiệp và đô thị hóa diễn ra mạnh mẽ, tiềm ẩn nguy cơ suy giảm chất lượng nước. Dù đã có nhiều nghiên cứu về thủy văn và chất lượng nước tại lưu vực này, phần lớn các công trình chỉ tập trung phân tích ngắn hạn hoặc riêng lẻ từng yếu tố, trong khi các nghiên cứu tích hợp đa yếu tố, đa phương pháp vẫn còn hạn chế (Kawara và cộng sự, 1998; Yenggeh và cộng sự, 2025; Yoshida và cộng sự, 2021).

Xuất phát từ khoảng trống trên, nghiên cứu này được thực hiện với ba mục tiêu chính:

(i) Đánh giá trạng thái và xu thế chất lượng nước hạ lưu sông Asahi giai đoạn 2002-2021 bằng Chỉ số Chất lượng Nước của Hội đồng Bộ trưởng Môi trường Canada (CCME WQI), đồng thời so sánh với các tiêu chuẩn chất lượng nước môi trường (EQS) nhằm cung cấp bằng chứng định lượng cho giám sát dài hạn;

(ii) Phân tích và định lượng mối liên hệ giữa các yếu tố khí hậu - thủy văn (nhiệt độ, lượng mưa, lưu lượng dòng chảy) với các thông số chất lượng nước (DO, COD, TP, SS, Coliform) thông qua hệ số tương quan Spearman và mô hình hồi quy bậc hai;

(iii) Hiệu chỉnh và thẩm định mô hình Tank (Long-and-Short-Term, LST) bằng thuật toán tiến hóa vi phân (Differential Evolution, DE) để mô phỏng dòng chảy ngày, tích hợp kết quả với phân tích chất lượng nước, từ đó thảo luận các hàm ý quản lý thích ứng, góp phần hướng tới mục tiêu văn minh sinh thái và phát thải ròng bằng 0.

2. DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Cơ sở dữ liệu

Cơ sở dữ liệu phục vụ nghiên cứu được xây dựng từ các nguồn chính thống và có độ tin cậy cao. Dữ liệu khí tượng - bao gồm nhiệt độ không khí, lượng mưa và độ ẩm - được thu thập từ Cơ quan Khí tượng Nhật Bản (Japan Meteorological Agency - JMA), cung cấp chuỗi thời gian dài phục vụ phân tích xu thế khí hậu. Lượng bốc hơi được ước tính thông qua phương pháp Penman-Monteith, tích hợp trong mô hình Tank - một công cụ thủy văn bán thực nghiệm được sử dụng rộng rãi trong mô phỏng dòng chảy lưu vực.

Dữ liệu lưu lượng dòng chảy hàng ngày được lấy từ trạm quan trắc Kitakata thuộc Hiệp hội Sông ngòi Nhật Bản, đảm bảo tính đại diện cho các biến động thủy văn theo không gian - thời gian. Các thông số chất lượng nước bao gồm DO (Dissolved Oxygen: Oxy hoà tan), BOD5 (Biochemical Oxygen Demand: lượng oxy cần thiết để vi sinh vật phân hủy các chất hữu cơ trong nước thải trong 5 ngày), COD (Chemical Oxygen Demand: lượng oxy cần thiết để oxy hóa các thành phần ô nhiễm bao gồm cả chất vô cơ và hữu cơ có trong nước thải), SS (Suspended Solids - chất rắn lơ lửng), TP (Total Phosphorus - tổng photpho), TN (Total Nitrogen: Tổng Nito) và Coliform được trích xuất từ Hệ thống Thông tin Nước của Bộ Đất đai, Hạ tầng, Giao thông và Du lịch Nhật Bản (MLIT), đáp ứng yêu cầu về tính chuẩn hóa và liên kết hệ thống giám sát quốc gia.

Bảng 1. Các trạm quan trắc chất lượng nước ở sông Asahi

Trạm quan trắc	Vị trí		Khoảng cách từ trạm đến cửa sông
Goudouzeki	34043'25" N	133057'59" E	17.4 km

Otoitezeki	34011'22" N	133056'17" E	11.7 km
Sakurabashi	34039'01" N	133055'52" E	6.7 km
Asahikawaohashi	34037'40" N	133056'54" E	3.6 km

Nguồn: <http://www1.river.go.jp/>

2.2 Phương pháp nghiên cứu

2.2.1 Phương pháp thu thập, phân tích và tổng hợp số liệu khí hậu – thủy văn

Thu thập dữ liệu khí hậu và thủy văn: Dữ liệu khí tượng bao gồm nhiệt độ trung bình ngày và lượng mưa được thu thập từ Cơ quan Khí tượng Nhật Bản (JMA) trong giai đoạn 2002–2021. Dữ liệu lưu lượng dòng chảy ngày được lấy từ trạm Kitakata thuộc Hiệp hội Sông ngòi Nhật Bản (JWA). Các bộ số liệu được chọn lọc theo nguyên tắc đồng nhất thời gian (cùng giai đoạn 2002–2021), đảm bảo tính liên tục và độ tin cậy.

Xử lý và kiểm tra dữ liệu: Trước khi phân tích, dữ liệu khí tượng – thủy văn được kiểm tra tính đồng nhất bằng kiểm định Pettitt và Buishand range test để phát hiện sự gián đoạn hoặc thay đổi đột ngột. Các giá trị ngoại lai được xác định bằng phương pháp boxplot và loại bỏ khi vượt quá 3 lần độ lệch chuẩn.

Phân tích xu thế: Để đánh giá biến động dài hạn của nhiệt độ, lượng mưa và lưu lượng, nghiên cứu sử dụng kiểm định phi tham số Mann–Kendall kết hợp với Sen's slope estimator nhằm xác định xu thế tăng/giảm và tốc độ thay đổi trung bình theo thời gian.

Tổng hợp dữ liệu: Các chuỗi số liệu được xử lý và tổng hợp theo các thang thời gian ngày, tháng, mùa và năm, nhằm phản ánh đặc trưng biến động khí hậu – thủy văn ở nhiều quy mô. Dữ liệu này đồng thời được chuẩn hóa và đồng bộ hóa với bộ dữ liệu chất lượng nước, phục vụ phân tích tương quan và hồi quy trong các bước tiếp theo.

2.2.2 Đánh giá chất lượng nước bằng chỉ số CCME WQI

Trong nghiên cứu này, chỉ số CCME WQI (Canadian Council of Ministers of the Environment Water Quality Index) - được phát triển bởi Hội đồng Bộ trưởng Môi trường Canada – đã được áp dụng để đánh giá dữ liệu nước thô tại khu vực hạ lưu sông Asahi, đối chiếu với các tiêu chuẩn chất lượng nước môi trường (EQS) ở Nhật Bản.

Mô hình này nổi bật nhờ tính linh hoạt trong lựa chọn thông số và khả năng xử lý dữ liệu thiếu hụt, đồng thời được sử dụng rộng rãi để đánh giá cả nước ngầm và nước mặt (Bora & Goswami, 2017; Patel và cộng sự, 2023). Mô hình CCME WQI tính toán dựa trên ba thành phần chính: Phạm vi (F1) - Tỷ lệ % số thông số vượt giới hạn cho phép:

$$F1 = \frac{\text{Số thông số vượt chuẩn}}{\text{Tổng số thông số}} \times 100$$

Tần suất (F2) - Tỷ lệ % số phép đo vượt giới hạn:

$$F2 = \frac{\text{Số phép đo vượt chuẩn}}{\text{Tổng số thông số}} \times 100$$

Biên độ (F3) - Mức độ vượt chuẩn trung bình, tính theo:

Nếu giá trị đo vượt giới hạn tối đa:

$$\text{Độ vượt} = \frac{\text{Giá trị đo}}{\text{Giới hạn tối đa}} - 1$$

Nếu giá trị đo thấp hơn giới hạn tối thiểu:

$$\text{Độ vượt} = \frac{\text{Giới hạn tối thiểu}}{\text{Giá trị đo}} - 1$$

Từ đó, F3 được tính:

$$F3 = \frac{\Sigma \text{Độ vượt}}{\text{Tổng số phép đo} + \Sigma \text{Độ vượt}} \times 100$$

Chỉ số tổng hợp:

$$WQI = 100 - \frac{\sqrt{F1^2 + F2^2 + F3^2}}{1,732}$$

Phân loại WQI:

Rất tốt (95–100), Tốt (80–94), Khá (65–79), Trung bình (45–64), Kém (<45).

2.2.3 Phân tích tương quan và hồi quy bậc hai

(a) Tương quan Spearman

Hệ số tương quan hạng Spearman (r_s) được tính:

$$r_s = 1 - \frac{6 \Sigma d_i^2}{n(n^2 - 1)}$$

Trong đó:

d_i : chênh lệch hạng từ giữa hai biến;

n : số quan sát.

Giá trị $p < 0.05$ và $p < 0.01$ được dùng để xác định ý nghĩa thống kê.

(b) Hồi quy bậc hai

Mối quan hệ phi tuyến giữa biến độc lập X (nhiệt độ, lượng mưa, lưu lượng) và biến phụ thuộc Y (DO, COD, TP, SS, Coliform) được mô hình hóa theo phương trình:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \beta_2 X^2 + \varepsilon$$

Trong đó:

$\beta_0, \beta_1, \beta_2$: hệ số ước lượng;

ε : sai số ngẫu nhiên.

2.2.4 Hiệu chỉnh – thẩm định mô hình Tank (LST)

(a) Cấu trúc mô hình

Mô hình Tank mô phỏng lưu lượng dựa trên nguyên lý các bể chứa nước nối tiếp theo chiều thẳng đứng.

Dòng chảy qua lỗ bên:

$$q = a(h - z), \text{ khi } h \geq z$$

Dòng thấm qua lỗ đáy:

$$p = b \cdot h$$

Trong đó:

a: hệ số dòng chảy;

b: hệ số thấm;

h: mực nước trong bể;

z: chiều cao lỗ xả.

(b) Tối ưu thông số bằng giải thuật tiến hóa vi phân (DE)

Mục tiêu là tìm bộ thông số làm cực tiểu các sai số giữa lưu lượng mô phỏng và quan trắc, sử dụng các chỉ số:

Hệ số xác định R^2 :

$$R^2 = 1 - \frac{\Sigma(Q_{thực} - Q_{mô phỏng})^2}{\Sigma(Q_{thực} - \overline{Q_{thực}})^2}$$

Hiệu suất Nash–Sutcliffe (NSE):

$$NSE = 1 - \frac{\Sigma(Q_{thực} - Q_{mô phỏng})^2}{\Sigma(Q_{thực} - \overline{Q_{thực}})^2}$$

Căn sai số bình phương trung bình (RMSE):

$$RMSE = \sqrt{\frac{\Sigma(Q_{thực} - Q_{mô phỏng})^2}{n}}$$

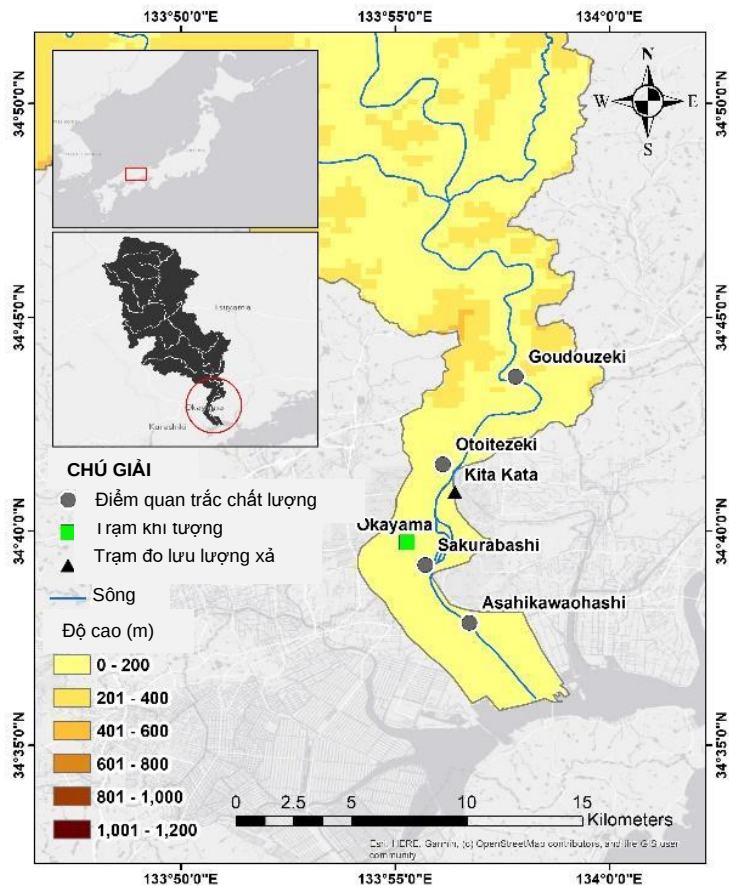
(c) Quy trình hiệu chỉnh – thẩm định

Giai đoạn 2002–2011 dùng để hiệu chỉnh, giai đoạn 2011–2021 dùng để thẩm định. Kết quả mô phỏng được so sánh với dữ liệu thực đo tại trạm Kita Kata, từ đó đánh giá độ tin cậy của mô hình và khả năng kết hợp dự báo chất lượng nước.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Khái quát về khu vực nghiên cứu

Lưu vực sông Asahi, Nhật Bản đóng vai trò trọng yếu trong nghiên cứu này. Sông bắt nguồn từ các sườn núi đá granit ở thượng nguồn, chảy qua cao nguyên Kibi bán khô hạn và kết thúc tại vùng đồng bằng phù sa và khu vực đất khai hoang ven biển ở hạ lưu. Cấu trúc địa hình đa dạng góp phần tạo nên sự phức tạp trong chế độ thủy văn, thổ nhưỡng và khả năng điều tiết sinh thái (Yengeh và cộng sự, 2025; Yoshida và cộng sự, 2021).



Hình 1. Địa bàn nghiên cứu lưu vực sông Asahi

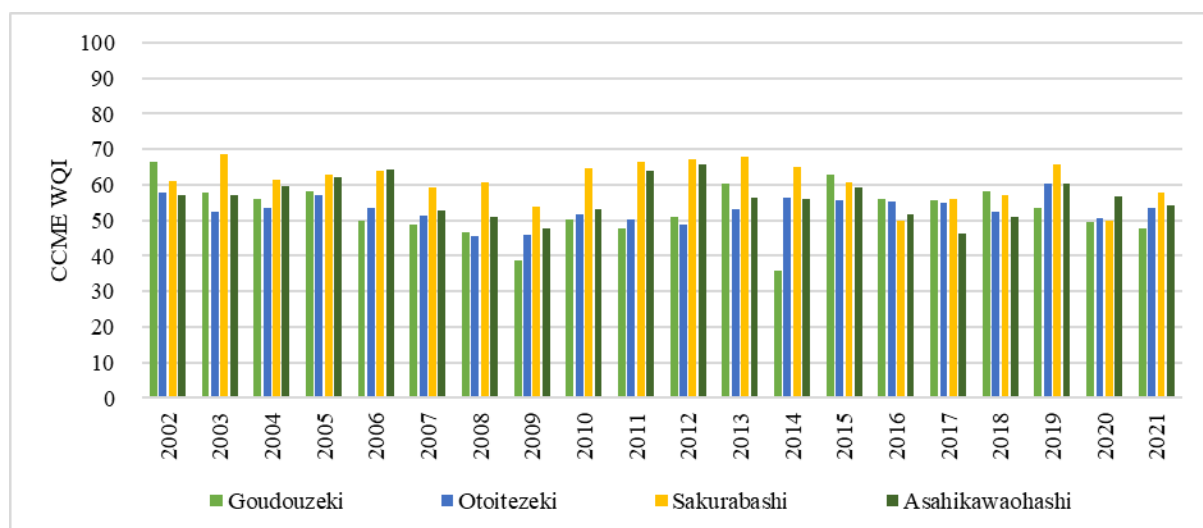
Nguồn: Tran Thi Minh Tam, 2024

Về sử dụng đất, lưu vực được đặc trưng bởi tỷ lệ phủ rừng cao (88%), chủ yếu là rừng tự nhiên hoặc thứ sinh, có tiềm năng lớn trong việc hấp thụ CO₂ và điều tiết dòng chảy. Đất nông nghiệp chiếm 10%, trong đó lúa nước là hình thức canh tác chính. Khu vực đô thị và xây dựng chỉ chiếm khoảng 2%, nhưng là nơi tập trung các nguồn phát thải điểm, đặc biệt liên quan đến nước thải sinh hoạt và công nghiệp.

Trong bối cảnh toàn cầu hướng đến sự phát triển bền vững, lưu vực sông Asahi mang giá trị thực tiễn đặc biệt: đây không chỉ là nơi quan trắc biến động chất lượng nước, mà còn là môi trường thích hợp để thử nghiệm các mô hình quản lý tích hợp giữa bảo tồn đất, nước và carbon. Việc phục hồi rừng đầu nguồn, xây dựng vành đai sinh thái ven sông, đồng thời thúc đẩy các phương thức canh tác tái sinh sẽ góp phần nâng cao năng lực hấp thụ carbon và giảm thiểu phát thải khí nhà kính từ ngành sử dụng đất sẽ là một trụ cột của chiến lược văn minh sinh thái của địa phương.

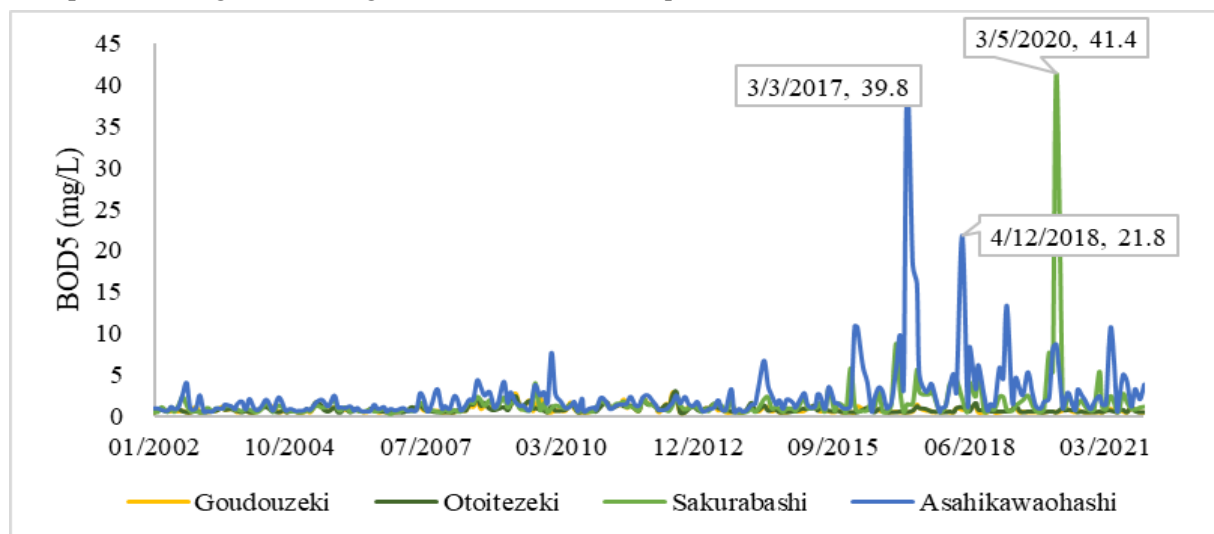
3.2 Trạng thái và xu thế chất lượng nước hạ lưu sông Asahi (2002–2021)

Kết quả đánh giá chất lượng nước theo Chỉ số CCME WQI (Hình 2) cho thấy giá trị WQI trong giai đoạn 2002–2021 dao động từ 45,2 đến 78,6, phản ánh chất lượng nước ở hai mức trung bình (WQI: 45–64) và khá (WQI: 65–79). Chỉ số trung bình trong giai đoạn trên, WQI đạt $61,8 \pm 7,4$, cho thấy môi trường nước hạ lưu sông Asahi nhìn chung chỉ đáp ứng một phần tiêu chuẩn bảo vệ thủy sinh và mục đích sử dụng nước sinh hoạt sau xử lý và có những giai đoạn suy giảm đáng kể về chất lượng. Cụ thể:



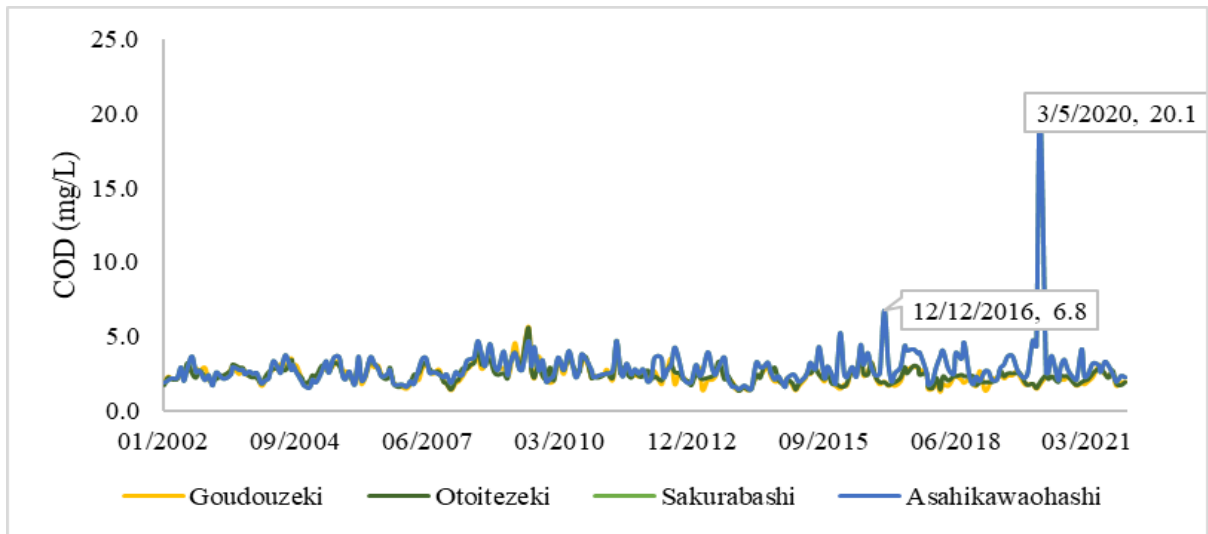
Hình 2. Chỉ số CCME WQI tại bốn trạm quan trắc ở sông Asahi giai đoạn 2002-2021

Biến động theo thời gian: WQI có xu hướng giảm rõ rệt vào các năm 2003, 2007, 2012 và 2018 (Hình 3), trùng với các thời kỳ ghi nhận sự gia tăng của COD (> 5 mg/L), TP ($> 0,15$ mg/L) và Coliform (> 5.000 MPN/100 mL) vượt ngưỡng giới hạn của EQS Nhật Bản. Ngược lại, các năm 2005, 2009, 2016 và 2020 đạt WQI cao hơn (trên 70) thường gắn liền với điều kiện thủy văn ổn định, lượng mưa phân bố đồng đều và nồng độ các chất ô nhiễm thấp.

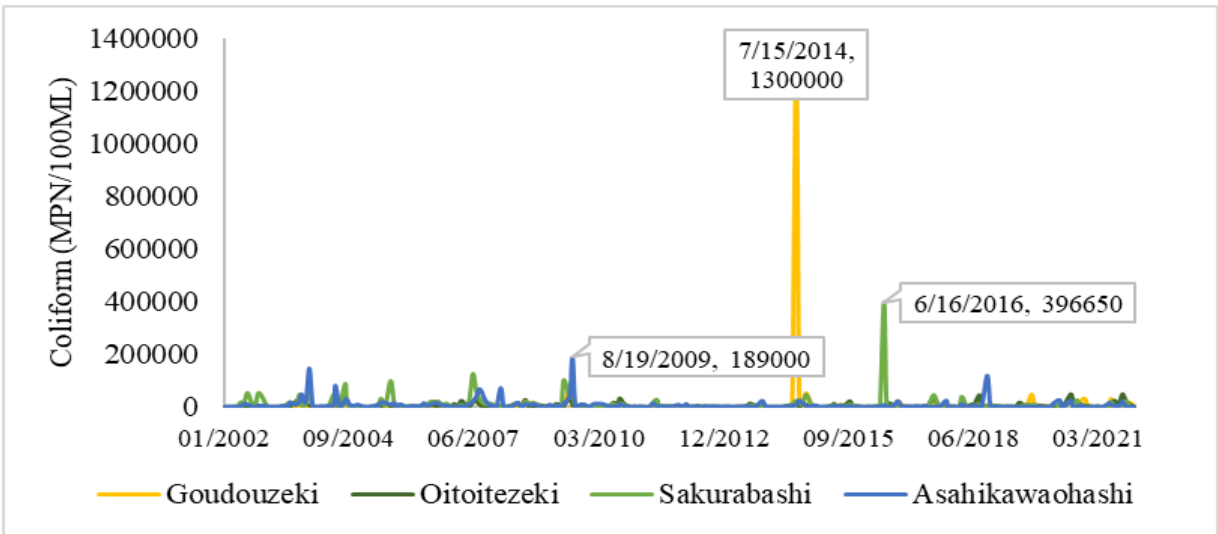


Hình 3. Chỉ số BOD5 tại bốn trạm quan trắc ở sông Asahi giai đoạn 2002-2021

Phân hóa theo mùa: WQI đạt cao nhất vào mùa đông – xuân (trung bình 68,5) nhờ DO duy trì ở mức 8,5–11,2 mg/L, COD và TP thấp hơn 3,5 mg/L và 0,08 mg/L, Coliform ít khi vượt ngưỡng tiêu chuẩn. Ngược lại, mùa hè – thu ghi nhận WQI thấp (trung bình 56,4), DO giảm xuống 6,0–7,1 mg/L, COD tăng lên 4,5–6,2 mg/L, TP vượt 0,12 mg/L và Coliform thường xuyên vượt ngưỡng. Điều này phản ánh tác động cộng hưởng của nhiệt độ cao và mưa lớn trong mùa mưa, làm tăng quá trình phân hủy hữu cơ, rửa trôi và vận chuyển chất dinh dưỡng từ lưu vực vào sông.



Hình 4. Chỉ số COD tại bốn trạm quan trắc ở sông Asahi giai đoạn 2002-2021



Hình 5. Chỉ số Coliform tại bốn trạm quan trắc ở sông Asahi giai đoạn 2002-2021

Phân tích xu thế dài hạn bằng kiểm định Mann–Kendall, cho thấy nồng độ DO giảm nhẹ với tốc độ $-0,021 \text{ mg/L/năm}$ ($p < 0,05$), hàm ý suy giảm tiềm năng tự làm sạch và khả năng duy trì cân bằng sinh thái của hệ thống sông. Ngược lại, COD tăng trung bình $0,033 \text{ mg/L/năm}$ ($p < 0,05$) và TP tăng $0,041 \text{ mg/L/năm}$ ($p < 0,01$), phản ánh xu thế gia tăng nguy cơ phú dưỡng. Hàm lượng SS không biểu hiện xu thế rõ rệt nhưng dao động mạnh trong các năm xuất hiện lũ lớn (2004, 2011, 2018). Coliform biến động đáng kể nhưng không thể hiện xu thế dài hạn, giá trị cực đại thường trùng với các đợt mưa cực đoạn ($> 200 \text{ mm/tháng}$).

Bảng 2. Các tiêu chuẩn chất lượng nước môi trường (EQS) tại Nhật Bản

Xếp loại	Mục đích sử dụng	pH	BOD (mg/L)	SS (mg/L)	DO (mg/L)	Tổng Coliform (MPN/100 mL)
AA	Cấp nước uống loại I, bảo tồn môi trường tự nhiên	6,5–8,5	≤ 1	≤ 25	$\geq 7,5$	≤ 50
A	Cấp nước uống loại II, nuôi trồng thủy sản loại I, sinh	6,5–8,5	≤ 2	≤ 25	$\geq 7,5$	$\leq 1\,000$

	hoạt					
B	Cấp nước uống loại III, nuôi trồng thủy sản loại II	6,5–8,5	≤ 3	≤ 25	≥ 5.0	$\leq 5\ 000$
C	Nuôi trồng thủy sản loại III, nước công nghiệp loại I	6,5–8,5	≤ 5	≤ 50	≥ 5.0	—
D	Nước công nghiệp loại II, nông nghiệp, bảo tồn môi trường	6.0–8,5	≤ 8	≤ 100	≥ 2.0	—
E	Nước công nghiệp loại III, bảo tồn môi trường sống	6.0–8,5	≤ 10	—	≥ 2.0	—

Nguồn: Bộ Môi trường Nhật Bản (MOEJ) – danh mục “Standards Related to the Conservation of the Living Environment (Rivers)”

So sánh với Tiêu chuẩn Chất lượng Môi trường Nước (EQS) của Nhật Bản (Bảng 2) cho thấy: DO không đáp ứng giá trị chuẩn ở 12,4% số lần quan trắc, chủ yếu vào mùa hè; COD vượt mức quy định trong 21,7% số lần, tập trung trong các đợt mưa lớn kéo dài; TP vượt giới hạn cho phép ở 18,9% số lần, với tần suất cao hơn trong mùa mưa; Coliform vượt ngưỡng trong 33,2% số lần quan trắc, nguyên nhân chính là dòng chảy mặt cuốn theo chất thải sinh hoạt và nông nghiệp từ lưu vực vào sông.

Kết quả cho thấy chất lượng nước hạ lưu sông Asahi chịu tác động cộng hưởng của biến động khí hậu (nhiệt độ, mưa), đặc trưng thủy văn (lưu lượng) và hoạt động nhân sinh. Xu hướng giảm DO, tăng COD và TP cảnh báo nguy cơ tăng cường phú dưỡng và suy giảm khả năng tự làm sạch. Những kết quả này cung cấp cơ sở khoa học cho việc tích hợp dữ liệu khí hậu – thủy văn vào mô hình dự báo chất lượng nước, hỗ trợ thiết kế các kịch bản quản lý thích ứng trong bối cảnh hướng tới văn minh sinh thái và phát thải ròng bằng 0.

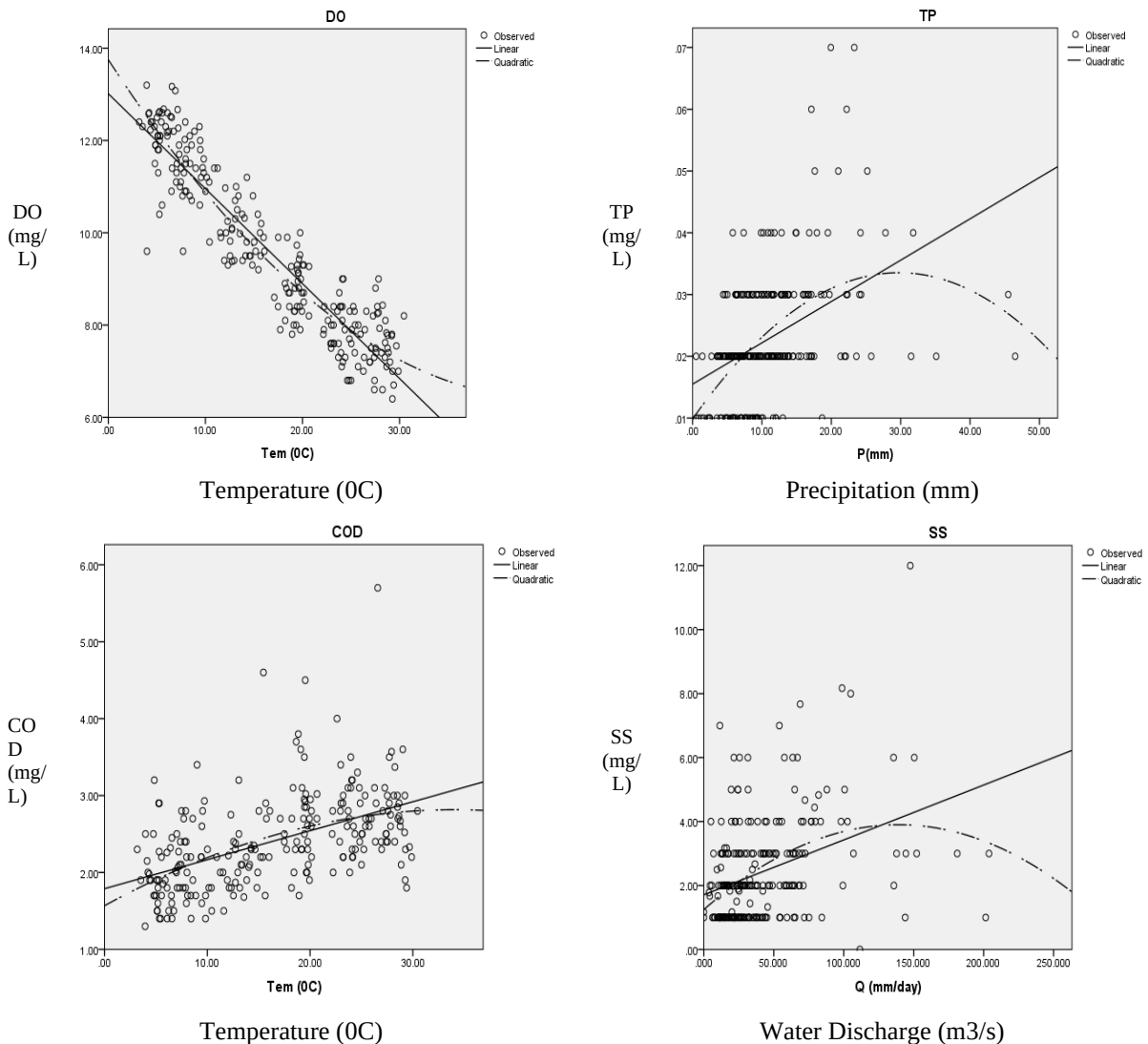
3.3 Mối quan hệ giữa yếu tố khí hậu, lưu lượng và các chỉ tiêu chất lượng nước.

Kết quả phân tích ở mục 3.2 cho thấy chất lượng nước hạ lưu sông Asahi có sự biến động đáng kể theo thời gian, với xu thế giảm nhẹ DO và gia tăng COD, TP, trong khi SS và Coliform biến động mạnh theo sự kiện mưa lũ. Để làm rõ nguyên nhân, nghiên cứu đã tiến hành phân tích mối quan hệ định lượng giữa các yếu tố khí hậu (nhiệt độ, lượng mưa), lưu lượng dòng chảy và các chỉ tiêu chất lượng nước bằng hệ số tương quan Spearman và hồi quy bậc hai.

Bảng 3. Hệ số tương quan giữa các biến chất lượng nước và các yếu tố khí hậu tại sông Asahi từ năm 2002-2021

$p < 0.05$: có ý nghĩa thống kê (*), $p < 0.01$: có ý nghĩa thống kê cao (**).

	Nhiệt độ (0C)	Lưu lượng nước (m3/s)	Lượng mưa (mm)
pH	0,112	-0,240**	-0,067
BOD	0,085	0,014	0,045
COD	0,550**	0,204**	0,344**
SS	0,492**	0,363**	0,339**
DO	-0,918**	-0,230**	-0,471**
Coliform	0,624**	0,152*	0,355**
TN	-0,02	0,276**	0,072
TP	0,702**	0,423**	0,461**



Hình 6. Hồi quy tuyến tính giữa chất lượng nước và yếu tố khí hậu – thủy văn

Kết quả phân tích cho thấy các biến khí tượng – thủy văn không chỉ tác động đơn lẻ mà còn tương tác lẫn nhau, tạo nên các cơ chế điều khiển phức hợp đối với biến động chất lượng nước. Cụ thể:

Nhiệt độ là yếu tố có ảnh hưởng mạnh nhất, đặc biệt đến DO, COD và TP. Mối tương quan âm rõ rệt giữa nhiệt độ và DO ($p < 0,01$) phản ánh việc gia tăng nhiệt độ làm giảm khả năng hòa tan oxy trong nước, đồng thời thúc đẩy hoạt động hô hấp của vi sinh vật, dẫn đến tiêu hao oxy. Kết quả hồi quy bậc hai chỉ ra rằng khi nhiệt độ vượt ngưỡng $\sim 25^\circ\text{C}$, DO giảm nhanh, trong khi COD và TP gia tăng mạnh do quá trình phân hủy chất hữu cơ và giải phóng phospho từ trầm tích. Đây là dấu hiệu cảnh báo nguy cơ phú dưỡng trong điều kiện khí hậu ấm lên.

Lượng mưa thể hiện mối tương quan dương đáng kể với SS và Coliform ($p < 0,05$). Các trận mưa lớn, đặc biệt khi tổng lượng mưa tháng vượt 200 mm, làm gia tăng dòng chảy mặt, cuốn trôi đất, bùn cát, chất hữu cơ và vi sinh vật từ các khu vực nông nghiệp và dân cư vào sông. Hồi quy bậc hai cho thấy ngưỡng 150 mm/tháng là điểm bùng phát gia tăng SS và Coliform, phản ánh hiệu ứng huy động ô nhiễm tức thời.

Lưu lượng dòng chảy đóng vai trò điều tiết kép đối với nồng độ các chất ô nhiễm. Khi lưu lượng tăng đột ngột, SS và Coliform gia tăng do sự huy động trầm tích và chất thải. Ngược lại, ở lưu lượng rất cao, hiệu ứng pha loãng có thể làm giảm nồng độ một số chất hòa tan. Trong mùa khô, khi lưu lượng thấp, khả năng pha loãng suy giảm dẫn đến COD và TP tăng, còn DO giảm.

Phân tích tổng hợp cho thấy tác động của các yếu tố khí hậu – thủy văn thường mang tính cộng hưởng hoặc đối kháng. Ví dụ, nhiệt độ cao kết hợp lưu lượng thấp gây suy giảm mạnh DO và thúc đẩy phú dưỡng; trong khi mưa lớn kết hợp lưu lượng cao có thể làm gia tăng nhanh SS và Coliform nhưng đồng thời pha loãng chất ô nhiễm hòa tan sau đỉnh lũ. Những kết quả này không chỉ lý giải cơ chế biến động chất lượng nước mà còn cung cấp cơ sở khoa học cho việc thiết kế hệ thống giám sát và mô hình dự báo tích hợp. Việc tập trung theo dõi DO, TP, COD, SS và Coliform tại các giai đoạn nhiệt độ cao, mưa lớn hoặc lưu lượng đột biến sẽ giúp nâng cao khả năng cảnh báo sớm và ứng phó kịp thời với các sự cố ô nhiễm, góp phần đạt được mục tiêu quản lý tài nguyên nước bền vững trong bối cảnh biến đổi khí hậu.

3.4 Hiệu chỉnh – thẩm định mô hình LST và ứng dụng trong dự báo chất lượng nước

Những phân tích trên đã chỉ ra mối quan hệ chặt chẽ giữa các yếu tố khí hậu, thủy văn và biến động chất lượng nước, đồng thời nhấn mạnh vai trò chi phối của nhiệt độ, lượng mưa và dòng chảy đến các chỉ tiêu ô nhiễm. Tuy nhiên, để không chỉ dừng lại ở phân tích thống kê mà còn có thể dự báo, cần đến các công cụ mô hình hóa thủy văn có khả năng mô phỏng dòng chảy theo thời gian và không gian. Trong bối cảnh đó, mô hình Tank (LST) được áp dụng nhằm lượng hóa biến động dòng chảy, tích hợp với phân tích chất lượng nước và đề xuất các giải pháp quản lý tài nguyên nước thích ứng với biến đổi khí hậu.

Trong nghiên cứu này, mô hình Tank (LST) được hiệu chỉnh và thẩm định cho hạ lưu sông Asahi giai đoạn 2002–2021 bằng thuật toán tối ưu hóa “Differential Evolution” (DE). Kết quả hiệu chỉnh với bộ tham số tối ưu cho thấy sự phù hợp giữa dòng chảy mô phỏng và quan trắc, với các chỉ số thống kê đạt mức chấp nhận được theo tiêu chuẩn của Moriasi và cộng sự (2007): giai đoạn hiệu chỉnh có $R^2 = 0,62$; $NSE = 0,35$; $RMSE = 2,36$ mm/ngày; trong khi giai đoạn thẩm định đạt $R^2 = 0,63$; $NSE = 0,48$; $RMSE = 2,64$ mm/ngày. Dù vẫn tồn tại sai khác tại một số năm cực đoan (2006, 2018), mô hình nhìn chung phản ánh tốt biến động dòng chảy hàng ngày, đủ độ tin cậy để tích hợp với phân tích chất lượng nước.

Bảng 4. Hiệu suất mô hình mô phỏng mô hình Tank (LST)

Giai đoạn	R^2	NSE	RMSE (mm/ngày)
Hiệu chuẩn (2002-2011)	0,62	0,35	2,36
Kiểm định (2011-2021)	0,63	0,48	2,64

Kết hợp mô hình LST với dữ liệu chất lượng nước cho phép đánh giá tác động của biến động dòng chảy đến tải lượng và phân bố các chất ô nhiễm. Cụ thể, các đợt tăng đột biến dòng chảy trong mùa mưa làm gia tăng hàm lượng SS và Coliform, trong khi giai đoạn lưu lượng thấp vào mùa hè kéo dài liên quan chặt chẽ đến sự suy giảm DO và gia tăng COD. Điều này khẳng định vai trò then chốt của mô hình thủy văn không chỉ trong dự báo dòng chảy mà còn trong nhận diện nguy cơ ô nhiễm theo thời gian và không gian.

Từ góc độ quản lý, kết quả mô hình hóa mang lại bằng chứng khoa học quan trọng cho việc xây dựng các kịch bản thích ứng. Thứ nhất, việc giám sát và dự báo sớm các biến động dòng chảy cực đoan giúp chủ động kiểm soát nguồn thải và giảm thiểu rủi ro ô nhiễm đột ngột. Thứ hai, mô hình LST có thể kết hợp với dữ liệu khí hậu để dự báo tác động dài hạn của biến đổi khí hậu đến chất lượng nước, hỗ trợ hoạch định chính sách quản lý tài nguyên nước. Cuối cùng, trong định hướng văn minh sinh thái và mục tiêu phát thải ròng bằng 0 (net-zero), kết quả nghiên cứu gợi mở các giải pháp như:

phát triển vùng đệm sinh thái ven sông để hấp thụ dinh dưỡng và carbon, thúc đẩy nông nghiệp tuần hoàn nhằm hạn chế rửa trôi hóa chất, và áp dụng công nghệ xử lý nước thải thân thiện môi trường.

Như vậy, việc hiệu chuẩn và kiểm định thành công mô hình LST và thuật toán tiến hóa vi phân không chỉ đóng vai trò như một công cụ kỹ thuật nhằm mô phỏng chính xác dòng chảy và chất lượng nước trong lưu vực sông Asahi (Nhật Bản), mà còn phản ánh cách tiếp cận hiện đại hướng tới quản trị tài nguyên nước một cách bền vững. Mô hình hóa thủy văn – môi trường có thể xem là cầu nối giữa khoa học hệ thống và quản lý thực tiễn, cung cấp nền tảng định lượng cho các chiến lược ứng phó với biến đổi khí hậu, bảo vệ đa dạng sinh học thủy sinh, và tiến tới một nền văn minh sinh thái.

3.5 Bài học kinh nghiệm cho Việt Nam

Nghiên cứu tại lưu vực sông Asahi đã chỉ ra rằng chất lượng nước bị chi phối mạnh mẽ bởi các yếu tố khí hậu – thủy văn, một khu vực đặc trưng của vùng ôn đới gió mùa. Kết quả cho thấy nhiệt độ là yếu tố tác động mạnh nhất, tiếp theo là lượng mưa và lưu lượng dòng chảy. Sự nhạy cảm của các thông số DO, COD và TP trước biến động khí hậu đã phản ánh nguy cơ gia tăng phú dưỡng và suy giảm khả năng tự làm sạch của hệ thống sông. Những phát hiện này có ý nghĩa sâu sắc đối với Việt Nam, một quốc gia có sự tương đồng về khí hậu gió mùa, nơi các lưu vực sông lớn đang chịu áp lực tương tự từ xu thế nóng lên toàn cầu và tần suất mưa cực đoan gia tăng.

Thứ nhất, việc áp dụng kết hợp Chỉ số Chất lượng Nước của Hội đồng Bộ trưởng Môi trường Canada (CCME WQI) và phân tích thống kê đa biến đã chứng minh tính hiệu quả trong việc đánh giá xu hướng chất lượng nước dài hạn và xác định các chỉ tiêu ô nhiễm nhạy cảm. Đây là một cách tiếp cận có thể được nhân rộng tại các lưu vực sông quan trọng của Việt Nam, như sông Hồng, sông Vu Gia – Thu Bồn hay khu vực đồng bằng sông Cửu Long nhằm nâng cao năng lực giám sát và thiết lập các hệ thống cảnh báo sớm.

Thứ hai, tác động của các sự kiện mưa lớn và lũ lụt lên các thông số như chất rắn lơ lửng (SS), TP và Coliform cho thấy Việt Nam cần tăng cường gắn kết công tác dự báo thủy văn với quản lý chất lượng nước. Điều này đặc biệt quan trọng ở các vùng dễ bị tổn thương như khu vực miền Trung và Tây Nguyên, nơi thường xuyên xảy ra lũ lụt cực đoan, để chủ động giảm thiểu rủi ro ô nhiễm sau mưa lũ.

Thứ ba, kết quả hiệu chỉnh mô hình Tank (LST) bằng thuật toán tiến hóa vi phân (DE) đã chứng minh tiềm năng xây dựng các mô hình tích hợp thủy văn – chất lượng nước tại các lưu vực có đầy đủ dữ liệu ở Việt Nam (Tran, T.A và cộng sự, 2025). Việc phát triển công cụ dự báo này là một bước tiến quan trọng, hỗ trợ các nhà quản lý trong việc đưa ra quyết định dựa trên cơ sở khoa học, từ đó thúc đẩy quản lý lưu vực theo hướng thích ứng.

Cuối cùng, những phát hiện của nghiên cứu này hoàn toàn phù hợp với định hướng trong Chiến lược quốc gia về tài nguyên nước giai đoạn 2021–2030, tầm nhìn 2050, trong đó nhấn mạnh yêu cầu đổi mới công nghệ trong giám sát, dự báo và bảo vệ môi trường nước. Hơn thế nữa, nghiên cứu cũng bổ sung cơ sở khoa học cho việc triển khai Chiến lược tăng trưởng xanh và cam kết Net Zero 2050 của Việt Nam bằng cách làm rõ mối liên hệ giữa biến đổi khí hậu và chất lượng nước, nghiên cứu chỉ ra sự cần thiết phải tích hợp yếu tố biến đổi khí hậu vào công tác quản lý chất lượng nước lưu vực một cách toàn diện và chủ động, từ đó góp phần vào việc bảo vệ môi trường và phát triển bền vững.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu này đã cung cấp một cái nhìn tổng quan, kết quả nghiên cứu đã cho thấy rõ ba khía cạnh chính: Thứ nhất, chất lượng nước hạ lưu sông Asahi trong giai đoạn 2002–2021 có sự suy giảm, thể hiện qua xu thế giảm DO, gia tăng COD và TP, cùng với mức độ vượt chuẩn EQS đáng kể ở các thông số COD, TP và Coliform. Những kết quả này phản ánh nguy cơ gia tăng phú dưỡng và ô nhiễm vi sinh, đặc biệt trong các giai đoạn mưa lớn. Thứ hai, phân tích thống kê bằng Spearman và hồi quy

phi tuyến bậc hai đã chứng minh tác động mạnh mẽ của nhiệt độ, lượng mưa và lưu lượng đến các chỉ số chất lượng nước, trong đó nhiệt độ là yếu tố chi phối mạnh nhất. Điều này khẳng định vai trò nổi bật của biến đổi khí hậu trong việc định hình xu thế chất lượng nước, đồng thời chỉ ra tính nhạy cảm cao của các chỉ tiêu DO, COD và TP trước sự biến động khí hậu – thủy văn. Thứ ba, việc hiệu chỉnh và thẩm định mô hình Tank (LST) bằng thuật toán DE cho thấy khả năng mô phỏng dòng chảy ở mức chấp nhận được, với các chỉ số R^2 , NSE và RMSE đạt ngưỡng phù hợp theo tiêu chuẩn quốc tế. Điều này mở ra triển vọng tích hợp mô hình dòng chảy với dự báo chất lượng nước nhằm cung cấp công cụ định lượng hữu ích cho quản lý thích ứng. Tuy nhiên, cần nhấn mạnh rằng đây mới chỉ là nghiên cứu nền tảng mang tính khởi đầu, cung cấp cơ sở dữ liệu và khung phân tích ban đầu cho các nghiên cứu chuyên sâu hơn trong tương lai.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Akhtar, N., Ishak, M. I. S., Ahmad, M. I., Umar, K., Md Yusuff, M. S., Anees, M. T., Qadir, A., & Ali Almanasir, Y. K. (2021). Modification of the Water Quality Index (WQI) Process for Simple Calculation Using the Multi-Criteria Decision-Making (MCDM) Method: A Review. *Water*, 13(7), 905. <https://doi.org/10.3390/w13070905>
2. Bora, M., & Goswami, D. C. (2017). Water quality assessment in terms of water quality index (WQI): case study of the Kolong River, Assam, India. *Applied Water Science*, 7(6), 3125–3135. <https://doi.org/10.1007/s13201-016-0451-y>
3. Hermoso, V., Abell, R., Linke, S., & Boon, P. (2016). The role of protected areas for freshwater biodiversity conservation: challenges and opportunities in a rapidly changing world. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 26(S1), 3–11. <https://doi.org/10.1002/aqc.2681>
4. Howladar, M. F., Chakma, E., Jahan Koley, N., Islam, S., Numanbakth, M. A. Al, Ahmed, Z., Chowdhury, T. R., & Akter, S. (2021). The water quality and pollution sources assessment of Surma river, Bangladesh using, hydrochemical, multivariate statistical and water quality index methods. *Groundwater for Sustainable Development*, 12, 100523. <https://doi.org/10.1016/j.gsd.2020.100523>
5. Huang, J., Zhang, Y., Bing, H., Peng, J., Dong, F., Gao, J., & Arhonditsis, G. B. (2021). Characterizing the river water quality in China: Recent progress and on-going challenges. *Water Research*, 201, 117309. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2021.117309>
6. Kawara, O., Yura, E., Fujii, S., & Matsumoto, T. (1998). A Study on the role of hydraulic retention time in eutrophication of the asahi river dam reservoir. *Water Science and Technology*, 37(2). [https://doi.org/10.1016/S0273-1223\(98\)00030-4](https://doi.org/10.1016/S0273-1223(98)00030-4)
7. Kumar, V., Kumar, J., Alam, A., Thakur, V. R., Kumar, V., Srivastava, S. K., Kayal, T., Jha, D. N., & Das, B. K. (2024). Ecological and human health risk from exposure to metal contaminated sediments in a subtropical river affected by anthropogenic activities: A case study from river Yamuna. *Marine Pollution Bulletin*, 203, 116498. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2024.116498>
8. Lumb, A., Sharma, T. C., & Bibeault, J.-F. (2011). A Review of Genesis and Evolution of Water Quality Index (WQI) and Some Future Directions. *Water Quality, Exposure and Health*, 3(1), 11–24. <https://doi.org/10.1007/s12403-011-0040-0>
9. Patel, P. S., Pandya, D. M., & Shah, M. (2023). A systematic and comparative study of Water Quality Index (WQI) for groundwater quality analysis and assessment. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(19), 54303–54323. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-25936-3>

- 10.Şener, Ş., Şener, E., & Davraz, A. (2017). Evaluation of water quality using water quality index (WQI) method and GIS in Aksu River (SW-Turkey). *Science of The Total Environment*, 584–585, 131–144. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.01.102>
11. Tran, T. A., Tran, D. D., Van Vo, O., Pham, V. H. T., Van Tran, H., Yong, M. L., ... & Dang, P. T. (2025). Evolving pathways towards water security in the Vietnamese Mekong Delta: An adaptive management perspective. *Ambio*, 54(3), 460-474.
12. Tran Thi Minh Tam (2024). Analysis of the effects of climate change and water discharge on the water quality of the Asahi River in the period of 2002-2021.
13. Varma, K., & Jha, P. K. (2024). Phosphorus distribution in the water and sediments of the Ganga and Yamuna Rivers, Uttar Pradesh, India: insights into pollution sources, bioavailability, and eutrophication implications. *Environmental Monitoring and Assessment*, 196(4), 336. <https://doi.org/10.1007/s10661-024-12499-0>
14. Yengeh, R. L., Somura, H., Moroizumi, T., Mori, Y., & Maeda, M. (2025). Evaluation of the temporal behavior of fulvic acid iron in Asahi River, Okayama, Japan. *Hydrological Research Letters*, 19(1), 36–43. <https://doi.org/10.3178/hrl.24-00012>
15. Yoshida, K., Nagata, K., Maeno, S., Mano, K., Nigo, S., Nishiyama, S., & Islam, M. T. (2021). Flood risk assessment in vegetated lower Asahi River of Okayama Prefecture in Japan using airborne topo-bathymetric LiDAR and depth-averaged flow model. *Journal of Hydro-Environment Research*, 39, 39–59. <https://doi.org/10.1016/j.jher.2021.06.005>

NHÀ XUẤT BẢN TRI THỨC

Lô D20, Ngõ 19 Duy Tân, Phường Cầu Giấy, TP. Hà Nội

Điện thoại: (024) 6687 8415

E-mail: lienhe@nxbtrithuc.com.vn

KHOA HỌC ĐỊA LÝ VIỆT NAM KHOA HỌC ĐỊA LÝ HƯỚNG TỚI MỤC TIÊU VĂN MINH SINH THÁI VÀ ĐẠT MỨC PHÁT THẢI RÒNG BÀNG 0 TẠI VIỆT NAM “Geographical Science Toward Ecological Civilization and Net-Zero Emissions in Vietnam” KỶ YẾU HỘI NGHỊ KHOA HỌC ĐỊA LÝ TOÀN QUỐC LẦN THỨ XV

Proceedings of the 15th national conference on geography science

LIÊN HIỆP CÁC HỘI KHKT VN - HỘI ĐỊA LÝ VIỆT NAM
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC XÃ HỘI VÀ NHÂN VĂN
ĐẠI HỌC QUỐC GIA TP HCM

Chịu trách nhiệm xuất bản:

Phó Giám đốc - Phó Tổng Biên tập
BÙI THỊ THU HẰNG

Biên tập:

PHẠM TUYẾT NGÀ

Thiết kế bìa:

HOÀNG BẮC - ĐỖ NGÂN

Trình bày:

HOÀNG BẮC

Sửa bản in:

BAN BIÊN TẬP

ISBN: 978-632-628-007-4

In 500 cuốn, khổ 19 x 26,5 cm, tại Cty CPKH và CN Hoàng Quốc Việt.
ĐC: Số nhà 11 ngách 1, ngõ 1 đường Võ Chí Công, phường Nghĩa Đô, TP. Hà Nội.
Giấy đăng ký KHXB số: 4207-2025/CXBIPH/11-136/TrT. Quyết định xuất bản số:
961/QĐLK-NXBTrT của Phó Giám đốc NXB Tri thức ngày 27/10/2025.
In xong và nộp lưu chiểu năm 2025.