

CHUYỂN DỊCH MÔ HÌNH QUẢN LÝ CHẤT LƯỢNG NƯỚC TẠI VIỆT NAM SANG GIÁM SÁT DỰA TRÊN DỮ LIỆU SỐ THỜI GIAN THỰC

Nguyễn Thanh Giao^{1,*}, Lý Quốc Sử², Lê Vũ Trường², Lê Đức Thừa²,
Nguyễn Thị Mộng Tuyền², Trần Văn Thơm², Hà Nguyễn²,
Hà Thảo Nguyên¹, Nguyễn Thị Cẩm Diên¹

¹ Khoa Môi trường và Tài nguyên thiên nhiên, Đại học Cần Thơ

² Sở Nông nghiệp và Môi trường thành phố Cần Thơ

*Email: ntgiao@ctu.edu.vn

TÓM TẮT

Nghiên cứu này phân tích quá trình chuyển đổi số trong công tác quản lý môi trường nước tại Việt Nam thông qua việc nghiên cứu hệ thống văn bản quy phạm pháp luật, với trọng tâm là Luật Bảo vệ môi trường năm 2020 và Luật Tài nguyên nước năm 2023. Bằng phương pháp phân tích chính sách, nghiên cứu làm sáng tỏ sự thay đổi căn bản trong tư duy lập pháp từ kiểm soát nồng độ ô nhiễm đơn thuần qua lấy mẫu định kỳ sang kiểm soát tổng tải lượng dựa trên hệ thống quan trắc tự động, liên tục và dữ liệu thời gian thực. Đồng thời, làm rõ nguyên tắc xác định tổng tải lượng, thông qua việc tích hợp nồng độ chất ô nhiễm và lưu lượng xả thải. Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng, việc ban hành Nghị định số 05/2025/NĐ-CP và Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia mới vừa chuẩn hóa dữ liệu đầu vào, vừa cung cấp cơ sở pháp lý vững chắc cho cơ chế xử phạt vi phạm hành chính dựa trên chứng cứ điện tử. Nghiên cứu cho thấy, việc tích hợp dữ liệu quan trắc nguồn thải và môi trường xung quanh vào hệ thống cơ sở dữ liệu quốc gia thống nhất là giải pháp then chốt để chuyển dịch từ ứng phó sự cố thụ động sang kiểm soát chủ động nguồn ô nhiễm, phục vụ hiệu quả cho quản trị sức chịu tải lưu vực sông và phát triển kinh tế tuần hoàn.

Từ khóa: An ninh nguồn nước, dữ liệu số, Luật Bảo vệ môi trường, quan trắc tự động, quản trị nước thông minh.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

An ninh nguồn nước và kiểm soát ô nhiễm môi trường nước đang trở thành những thách thức an ninh phi truyền thống nghiêm trọng nhất đối với sự phát triển bền vững toàn cầu [1]. Trong kỷ nguyên công nghiệp 4.0, tư duy quản lý tài nguyên nước trên thế giới đang chứng kiến cuộc cách mạng về phương pháp luận: Chuyển dịch từ mô hình giám sát thụ động, định kỳ sang mô hình quản trị chủ động, thời gian thực dựa trên dữ liệu số [2, 3]. Đối với Việt Nam, quốc gia đang trong giai đoạn tăng tốc công nghiệp hóa nhưng đồng thời phải đối mặt với nguy cơ suy thoái nguồn nước mặt nghiêm trọng tại các lưu vực sông lớn [4], việc hiện đại hóa khung pháp lý về quan trắc môi trường không chỉ là yêu cầu kỹ thuật mà còn là mệnh lệnh chính trị để bảo đảm chất lượng cuộc sống người dân. Bước ngoặt mang tính nền tảng cho quá trình chuyển đổi này chính là sự ra

đòi của Luật Bảo vệ môi trường năm 2020 [5], văn bản luật lần đầu tiên quy định một cách hệ thống về quan trắc môi trường như một công cụ giám sát hữu hiệu và minh bạch hóa thông tin. Luật đã đặt nền móng pháp lý cho việc bắt buộc lắp đặt hệ thống quan trắc nước thải tự động, liên tục đối với các nguồn thải lớn, thay vì chỉ dựa vào việc lấy mẫu thủ công định kỳ vốn tiềm ẩn nhiều rủi ro về sai số và tiêu cực.

Để cụ thể hóa tư duy này, Chính phủ và các Bộ chuyên ngành đã ban hành một loạt các văn bản dưới luật, tạo nên một hành lang pháp lý đồng bộ và chặt chẽ. Cụ thể, Nghị định số 08/2022/NĐ-CP [6] và Nghị định số 05/2025/NĐ-CP [7] sửa đổi Nghị định số 08/2022/NĐ-CP [6] đã quy định chi tiết về đối tượng, tần suất và thông số quan trắc nước thải. Điểm tiến bộ của Nghị định số 05/2025/NĐ-CP [7] là việc phân cấp mạnh mẽ quyền hạn thẩm định và giám sát hệ

thống quan trắc cho địa phương, đồng thời tích hợp chặt chẽ quy trình vận hành thử nghiệm công trình xử lý chất thải với dữ liệu quan trắc trực tuyến, đảm bảo nước thải đầu ra phải đạt chuẩn trước khi xả ra môi trường tiếp nhận.

Về mặt tiêu chuẩn kỹ thuật, Việt Nam đã thiết lập được hệ thống thước đo chuẩn mực thông qua Thông tư số 01/2023/TT-BTNMT [8], ban hành Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về chất lượng môi trường xung quanh. Bộ quy chuẩn này (bao gồm QCVN 08:2023/BTNMT về chất lượng nước mặt) không chỉ cập nhật các giới hạn cho phép của các chất ô nhiễm theo hướng tiệm cận quốc tế mà còn quy chuẩn hóa phương pháp quan trắc để đảm bảo tính đồng nhất của dữ liệu. Đáng chú ý, năm 2025 đánh dấu sự mở rộng phạm vi giám sát sang các thành phần môi trường liên quan mật thiết với nước mặt thông qua Thông tư số 01/2025/TT-BTNMT [9] của Bộ Nông nghiệp và Môi trường. Việc hoàn thiện Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về chất lượng trầm tích (QCVN 43:2025/BTNMT [10]) giúp hoàn thiện việc đánh giá tình trạng của các dòng sông, nơi mà các chất ô nhiễm tích tụ lâu dài (như kim loại nặng) được giám sát chặt chẽ hơn.

Hơn nữa, xu hướng số hóa công tác quản lý được thể hiện rõ qua việc ứng dụng công nghệ viễn thám. Thông tư số 41/2024/TT-BTNMT [11] quy định kỹ thuật vận hành hệ thống cơ sở dữ liệu ảnh viễn thám quốc gia đã mở ra cơ hội sử dụng dữ liệu vệ tinh để giám sát diễn biến chất lượng nước và sự cố ô nhiễm trên diện rộng, hỗ trợ hiệu quả cho các trạm quan trắc mặt đất. Sự kết hợp giữa dữ liệu quan trắc tự động tại nguồn và dữ liệu quan trắc môi trường xung quanh tạo thành một hệ sinh thái dữ liệu lớn, phục vụ đắc lực cho công tác ra quyết định. Tuy nhiên, thực tiễn triển khai cho thấy, quá trình chuyển dịch từ thủ công sang số hóa đang gặp phải những thách thức lớn về chi phí đầu tư, sự thiếu đồng bộ trong công nghệ kết nối và năng lực phân tích dữ liệu tại các cấp quản lý địa phương. Các quy định về chia sẻ dữ liệu dù đã ban hành nhưng việc khai thác giá trị thông tin để dự báo, cảnh báo ô nhiễm vẫn còn hạn chế. Trong bối cảnh đó, nghiên cứu này được thực hiện nhằm mục tiêu: (1) Phân tích cấu trúc khung pháp lý về quan trắc chất lượng nước mặt và nước thải tại Việt Nam giai đoạn 2020 - 2025; (2) Thảo luận xu hướng chuyển đổi từ giám sát

thủ công sang hệ thống quan trắc tự động, liên tục dưới tác động của Nghị định số 05/2025/NĐ-CP [7]; (3) Đề xuất các giải pháp hoàn thiện cơ chế quản trị dữ liệu tích hợp. Trong đó, nghiên cứu nhấn mạnh việc kết hợp giữa quan trắc định kỳ trầm tích (vốn có tính chất không liên tục) với dữ liệu quan trắc tự động chất lượng nước để hình thành hệ thống dữ liệu tin cậy, giúp nâng cao hiệu quả bảo vệ và quản trị an ninh nguồn nước. Kết quả nghiên cứu sẽ góp phần hoàn thiện chính sách môi trường, hướng tới mục tiêu quản lý nước thông minh và bền vững.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Nghiên cứu này vận dụng khung phân tích chính sách dựa trên phương pháp so sánh quá trình chuyển đổi số trong lĩnh vực quan trắc môi trường nước. Dữ liệu đầu vào được sàng lọc từ hệ thống văn bản quy phạm pháp luật giai đoạn từ năm 2020 đến năm 2025, bao gồm: Luật Bảo vệ môi trường năm 2020 [5], Luật Tài nguyên nước năm 2023 [12] và các văn bản hướng dẫn thi hành như Nghị định số 05/2025/NĐ-CP [7]. Trọng tâm nghiên cứu còn thảo luận về các QCVN về chất lượng nước mặt và trầm tích với năng lực hạ tầng thực tế tại địa phương. Thông qua quá trình phân tích và đánh giá, nghiên cứu định vị các thách thức về công nghệ kết nối dữ liệu và cơ chế tài chính khi chuyển dịch từ mô hình lấy mẫu thủ công định kỳ sang hệ thống quan trắc tự động thời gian thực. Cách tiếp cận này giúp nhận diện những thách thức trong quản trị dữ liệu lớn, từ đó đề xuất các giải pháp kiến tạo hệ sinh thái quan trắc thông minh và bền vững.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Chuyên biệt hóa và chuẩn hóa hệ thống tiêu chuẩn kỹ thuật phục vụ quản trị dữ liệu số

Sự thay đổi căn bản nhất là ở cách tiếp cận đối với chất lượng nước mặt. Luật Bảo vệ môi trường năm 2020 [5] và Luật Tài nguyên nước năm 2023 [12] đều nhấn mạnh đến nguyên tắc quản lý dựa trên sức chịu tải của môi trường tiếp nhận. Cụ thể hóa nguyên tắc này, Thông tư số 01/2023/TT-BTNMT [8] ban hành QCVN 08:2023/BTNMT về chất lượng nước mặt đã thay thế cách phân loại mục đích sử dụng trước đây bằng tư duy bảo vệ sức khỏe con người và hệ sinh thái thủy sinh. Thay vì chỉ đưa ra một con số giới

hạn chung, QCVN mới yêu cầu xác định giá trị giới hạn dựa trên mục tiêu bảo vệ cụ thể của từng đoạn sông. Điều này có ý nghĩa lớn đối với hệ thống quan trắc tự động: Các trạm quan trắc online không chỉ truyền về dữ liệu thô (nồng độ mg/L) mà hệ thống phần mềm trung tâm sẽ tự động đối chiếu dữ liệu đó với "ngưỡng chịu tải" đặc thù của từng lưu vực để đưa ra chỉ số chất lượng nước (WQI) theo thời gian thực. Đây là bước chuyển mang tính đột phá từ việc có dữ liệu sang hiểu dữ liệu.

Đối với nguồn thải (nước thải công nghiệp và đô thị), Nghị định số 05/2025/NĐ-CP [7] đã thiết lập một hàng rào kỹ thuật kép phục vụ công tác kiểm soát ô nhiễm. Thứ nhất, tiêu chuẩn kỹ thuật về nước thải được phân hóa dựa trên đặc thù vùng tiếp nhận. Nghị định cho phép cơ quan quản lý địa phương (UBND cấp tỉnh) ban hành các quy chuẩn kỹ thuật địa phương nghiêm ngặt hơn quy chuẩn quốc gia trong trường hợp lưu vực sông đã vượt ngưỡng sức chịu tải môi trường. Thứ hai, việc giám sát không chỉ dựa vào nồng độ (C) mà chuyển sang kiểm soát tổng tải lượng (L). Nguyên tắc xác định tổng tải lượng được thực hiện thông qua việc tích hợp đồng thời giá trị nồng độ tức thời và lưu lượng xả thải (Q) thời gian thực theo công thức $L = C \times Q$. Trong đó, các trạm quan trắc nước thải tự động (CEMS) bắt buộc phải đo đặc lưu lượng với độ chính xác cao và sai số kỹ thuật tối thiểu. Sự tích hợp này ngăn chặn triệt để hành vi "pha loãng nước thải" để đối phó với nồng độ giới hạn cho phép, vốn là một lỗ hổng lớn của phương pháp lấy mẫu thủ công trước đây. Dữ liệu từ CEMS trở thành bằng chứng có giá trị pháp lý để thực thi cơ chế xử phạt hoặc áp dụng phí bảo vệ môi trường theo nguyên tắc "Người gây ô nhiễm trả tiền".

Một vấn đề hoàn toàn mới trong giai đoạn năm 2025 là việc chuẩn hóa quy trình quan trắc chất lượng trầm tích. Trong khi nước mặt phản ánh tình trạng ô nhiễm tức thời (dễ biến động theo dòng chảy), thì trầm tích là nơi lưu giữ lịch sử ô nhiễm tích tụ qua nhiều năm, đặc biệt là các kim loại nặng và chất ô nhiễm hữu cơ khó phân hủy (POPs). Thông tư số 01/2025/TT-BNNMT [9] của Bộ Nông nghiệp và Môi trường ban hành Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về chất lượng trầm tích nước ngọt, nước mặn và nước lợ đã lấp đầy khoảng trống kỹ thuật này. Việc chuẩn hóa phương pháp lấy mẫu và phân tích trầm tích là rất quan trọng để đánh giá rủi ro sinh thái dài hạn - điều mà các trạm quan trắc nước mặt online chưa thể thực hiện được. Sự kết hợp giữa dữ liệu biến thiên nhanh (nước mặt tự động) và dữ liệu tích lũy chậm (trầm tích định kỳ) tạo nên một bức tranh toàn cảnh về tình trạng nguồn nước, hỗ trợ đắc lực cho các mô hình dự báo lan truyền ô nhiễm.

Cuối cùng, tiêu chuẩn kỹ thuật trong kỷ nguyên số không chỉ là tiêu chuẩn hóa học mà còn là tiêu chuẩn tin học. Thông tư số 15/2023/TT-BTNMT [13] quy định về cung cấp, chia sẻ thông tin dữ liệu quan trắc đã đặt ra các yêu cầu khắt khe về định dạng dữ liệu, giao thức truyền tin và bảo mật dữ liệu. Sự chuẩn hóa này giải quyết bài toán khi hàng trăm trạm quan trắc từ các nhà cung cấp thiết bị khác nhau (Đức, Nhật Bản, Hoa Kỳ...) đều có thể tương thích khi truyền dữ liệu về trung tâm điều hành thông minh (IOC) của Sở và Bộ. Tóm lại, quá trình chuyên biệt hóa tiêu chuẩn kỹ thuật không chỉ nhằm nâng cao rào cản môi trường mà thực chất là quá trình làm sạch và chuẩn hóa dữ liệu ngay từ nguồn. Đây là nền móng không thể thiếu để xây dựng hệ sinh thái quản trị nước thông minh.

**Bảng 1. Chuyển dịch mô hình quản lý chất lượng nước Việt Nam:
Từ tiếp cận tĩnh sang quản trị tích hợp số**

Tiêu chí	Mô hình giám sát truyền thống (trước năm 2023)	Mô hình quản trị số tích hợp (giai đoạn 2023 - 2025)	Tác động đến quản trị dữ liệu và chuyển đổi số
Cơ sở pháp lý	Luật Bảo vệ môi trường năm 2014 [14]; các QCVN cũ (ví dụ: QCVN 08-MT:2015/BTNMT [15])	Luật Bảo vệ môi trường năm 2020 [5]; Luật Tài nguyên nước năm 2023 [12]; Thông tư số 01/2023/TT-BTNMT [8]; Nghị định số 05/2025/NĐ-CP [7]	Pháp lý hóa chứng cứ điện tử và dữ liệu thời gian thực

Kiểm soát nguồn thải	Nồng độ chất ô nhiễm (C) đơn thuần	Kiểm soát tổng tải lượng (L) thông qua CEMS	Ngăn chặn hành vi pha loãng; tính toán chính xác hạn ngạch xả thải
Phân vùng chất lượng	Phân loại cứng nhắc (A1, A2, B1, B2) cho toàn lưu vực	Giá trị giới hạn xác định dựa trên sức chịu tải và mục tiêu bảo vệ cụ thể (QCVN 08:2023/BTNMT [9])	Cho phép thuật toán tính toán WQI thời gian thực theo từng phân đoạn sông
Phạm vi giám sát	Giám sát nước mặt (tức thời)	Tích hợp dữ liệu tức thời (nước mặt) và tích lũy (trầm tích)	Xây dựng mô hình rủi ro sinh thái đa chiều (không gian 3D và thời gian)
Giao thức dữ liệu	Báo cáo thủ công hoặc file Excel rời rạc; bảo mật thấp	Chuẩn hóa JSON/XML, bảo mật đa lớp, chữ ký số (Thông tư số 15/2023/TT-BTNMT [13])	Đồng bộ hóa dữ liệu quốc gia; đảm bảo tính toàn vẹn của dữ liệu
Mục tiêu quản trị	Đối chiếu thông số để xử phạt hành chính (thụ động)	Dự báo, cảnh báo sớm và hỗ trợ ra quyết định quy hoạch (chủ động)	Chuyển từ "phản ứng sự vụ" sang "kiến tạo và phòng ngừa"

3.2. Thể chế hóa hạ tầng quan trắc số và cơ chế tích hợp dữ liệu thời gian thực

Bước ngoặt lớn nhất trong tư duy lập pháp là việc chuyển trách nhiệm quan trắc từ Nhà nước sang chủ nguồn thải và từ khuyến khích sang bắt buộc. Theo quy định tại Luật Bảo vệ môi trường năm 2020 [5], các dự án có nguy cơ gây ô nhiễm môi trường mức trung bình trở lên bắt buộc phải lắp đặt hệ thống quan trắc nước thải tự động, liên tục. Quy định này được cụ thể hóa và thắt chặt hơn tại Nghị định số 05/2025/NĐ-CP [7] (sửa đổi Nghị định số 08/2022/NĐ-CP [6]). Theo đó, phạm vi đối tượng phải lắp đặt trạm quan trắc tự động không chỉ dựa trên lưu lượng xả thải mà còn dựa trên yếu tố nhạy cảm của môi trường tiếp nhận. Điểm tiến bộ vượt bậc của Nghị định này là yêu cầu tích hợp thiết bị lấy mẫu tự động. Khi hệ thống phát hiện thông số vượt ngưỡng quy chuẩn (ví dụ: COD hoặc amoni tăng đột biến), thiết bị sẽ tự động lấy và lưu mẫu nước vào tủ lạnh bảo quản để phục vụ công tác hậu kiểm. Cơ chế này loại bỏ hoàn toàn khả năng can thiệp, sửa đổi số liệu, đảm bảo tính khách quan của dữ liệu đầu vào.

Thách thức lớn nhất của dữ liệu lớn trong môi trường không phải là thu thập mà là kết nối và xác thực. Trước đây, dữ liệu quan trắc thường

Nguồn: Tác giả tổng hợp.

bị phân mảnh, lưu trữ cục bộ tại doanh nghiệp hoặc Sở Tài nguyên và Môi trường (nay là Sở Nông nghiệp và Môi trường), tạo ra các dữ liệu đơn lẻ. Để giải quyết vấn đề này, Thông tư số 15/2023/TT-BTNMT [13] quy định về cung cấp, chia sẻ thông tin, dữ liệu quan trắc tài nguyên và môi trường đã thiết lập một kiến trúc kết nối dữ liệu thống nhất trên toàn quốc. Văn bản này pháp lý hóa giao thức truyền tin (FTP/sFTP) và cấu trúc tệp dữ liệu (JSON/XML), yêu cầu dữ liệu từ trạm quan trắc cơ sở phải được truyền trực tiếp về Sở Nông nghiệp và Môi trường và từ Sở Nông nghiệp và Môi trường truyền về Bộ Nông nghiệp và Môi trường trong thời gian thực (độ trễ không quá 5 phút). Quan trọng hơn, Thông tư số 15/2023/TT-BTNMT [13] yêu cầu áp dụng chữ ký số cho từng gói dữ liệu truyền đi. Điều này có ý nghĩa pháp lý quan trọng: Dữ liệu điện tử sau khi được ký số sẽ có giá trị chứng cứ tương đương với biên bản quan trắc giấy. Cơ quan quản lý nhà nước có quyền sử dụng dữ liệu này để xử phạt vi phạm hành chính "ngươi" mà không cần phải tổ chức đoàn thanh tra trực tiếp lấy mẫu lại, trừ trường hợp dữ liệu có dấu hiệu bất thường về kỹ thuật.

Bên cạnh các cảm biến đo thông số lý - hóa, hệ thống pháp luật hiện hành cũng coi camera

giám sát là một thành phần bắt buộc của trạm quan trắc. Theo Nghị định số 08/2022/NĐ-CP [6], hình ảnh camera phải bao quát được cửa xả và hệ thống xử lý, đảm bảo giám sát trực quan 24/7. Dữ liệu hình ảnh này kết hợp với số liệu đo đạc tạo thành bằng chứng kép. Đặc biệt, Luật Tài nguyên nước năm 2023 [12] và Luật Bảo vệ môi trường năm 2020 [5] đều thúc đẩy quyền tiếp cận thông tin của cộng đồng. Các bảng điện tử hiển thị chỉ số chất lượng nước (VN_WQI) tại các khu

vực công cộng và trên cổng thông tin điện tử giúp người dân tham gia vào quá trình giám sát. Sự minh bạch này tạo áp lực xã hội buộc doanh nghiệp phải tuân thủ quy định môi trường nghiêm túc hơn. Có thể thấy, việc thể chế hóa hạ tầng quan trắc số đã chuyển đổi phương thức quản lý từ "tiền kiểm" (cấp phép xả thải dựa trên hồ sơ) sang "hậu kiểm thời gian thực" (giám sát dựa trên dữ liệu online). Bảng 2 so sánh sự khác biệt cơ bản giữa hai mô hình quản trị này.

Bảng 2. So sánh mô hình quản trị môi trường nước

Tiêu chí	Mô hình giám sát truyền thống (thủ công)	Mô hình quản trị số tích hợp (tự động)	Giá trị pháp lý và hiệu quả quản lý
Thu thập dữ liệu	Lấy mẫu định kỳ (ví dụ: 3 tháng/lần); phụ thuộc vào con người	Cảm biến đo liên tục (ví dụ 5 phút/lần); tự động 100%	Khắc phục “điểm mù” thời gian; loại bỏ sai số chủ quan
Độ trễ thông tin	Cao (vài ngày đến vài tuần qua phân tích PTN)	Thấp (thời gian thực); độ trễ truyền tin < 5 phút	Cảnh báo sớm và ứng phó sự cố tức thời
Kiểm soát gian lận	Dễ bị đối phó (pha loãng, tắt máy khi đoàn kiểm tra đến)	Tích hợp camera 24/7 và máy lấy mẫu tự động niêm phong	Tạo bằng chứng khách quan, ngăn chặn can thiệp vào số liệu
Kết nối dữ liệu	Rời rạc, lưu trữ thủ công trên giấy hoặc file Excel cục bộ	Liên thông: Doanh nghiệp → Sở → Bộ (FTP/sFTP)	Hình thành cơ sở dữ liệu quốc gia; phục vụ phân tích xu hướng
Chứng cứ pháp lý	Biên bản hiện trường giấy có chữ ký các bên	Dữ liệu điện tử có chữ ký số (Thông tư số 15/2023/TT-BTNMT [13])	Cơ sở để xử lý phạt nguội; giảm chi phí thanh kiểm tra trực tiếp
Vai trò cộng đồng	Hạn chế (chỉ tiếp cận khi có kết luận thanh tra)	Công khai VN-WQI trực tuyến (Luật Bảo vệ môi trường năm 2020 [5])	Tăng cường tính minh bạch và giám sát xã hội

Nguồn: Tác giả tổng hợp.

3.3. Thiết lập cơ chế giám sát chất lượng nước mặt và trầm tích theo tư duy quản trị sức chịu tải lưu vực

Cơ sở pháp lý nền tảng cho sự chuyển dịch này là Luật Bảo vệ môi trường năm 2020 [5] và Luật Tài nguyên nước năm 2023 [12], trong đó yêu cầu việc quản lý chất lượng nước phải gắn liền với mục đích sử dụng và chức năng của nguồn nước. Cụ thể hóa tư duy này, Thông tư số

01/2023/TT-BTNMT [8] ban hành Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về chất lượng nước mặt (QCVN 08:2023/BTNMT) đã loại bỏ cách phân loại cứng nhắc cũ (A1, A2, B1, B2) để thay thế bằng cơ chế xác định giá trị giới hạn linh hoạt dựa trên mục tiêu bảo vệ cụ thể của từng đoạn sông. Điều này có ý nghĩa chiến lược đối với công tác quy hoạch lưu vực sông. Thay vì áp đặt một ngưỡng quy chuẩn chung, cơ quan quản lý nhà nước sử dụng

dữ liệu quan trắc để phân vùng chức năng dựa trên đặc thù sinh thái địa phương. Ví dụ, đoạn sông chảy qua khu bảo tồn thiên nhiên sẽ áp dụng ngưỡng bảo vệ nghiêm ngặt nhất đối với các chỉ số sinh học, trong khi đoạn sông chảy qua khu công nghiệp tập trung có thể chấp nhận ngưỡng nói lỏng hơn nhưng vẫn phải đảm bảo không gây chết hệ sinh thái thủy sinh. Dữ liệu từ mạng lưới quan trắc tự động trở thành đầu vào không thể thiếu để cập nhật bản đồ phân vùng này theo thời gian thực, giúp nhà quản lý điều chỉnh quy hoạch linh hoạt ứng với các biến động của biến đổi khí hậu.

Một bước tiến đột phá trong cấu trúc quy định giai đoạn này là sự mở rộng phạm vi giám sát từ cột nước sang tầng đáy. Thực tế, chất lượng nước mặt thường biến động nhanh và chịu ảnh hưởng tức thời của thủy văn, nên chưa phản ánh toàn diện mức độ ô nhiễm tích lũy. Trong khi đó, trầm tích là nơi có thể lưu giữ lịch sử ô nhiễm, đặc biệt là các chất độc hại bền vững như kim loại nặng (Hg, Pb, Cd), hay các hợp chất hữu cơ khó phân hủy (POPs) [16, 17]. Sự ra đời của Thông tư số 01/2025/TT-BNNMT [10] ban hành Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về chất lượng trầm tích là mảnh ghép then chốt để hoàn thiện công tác giám sát. Việc bắt buộc quan trắc trầm tích định kỳ tại các lưu vực sông trọng điểm và vùng cửa sông ven biển cung cấp cơ sở dữ liệu quan trọng để phân tích rủi ro sinh thái dài hạn - điều mà các trạm quan trắc nước mặt tự động chưa thể đáp ứng được. Sự kết hợp giữa dữ liệu biến thiên nhanh (quan trắc nước mặt) và dữ liệu tích lũy chậm (từ quan trắc trầm tích) tạo ra cơ chế giám sát 4 chiều (không gian 3 chiều và thời gian), giúp nhận diện sớm các nguy cơ ô nhiễm tiềm ẩn mà các chỉ số lý hóa cơ bản trong nước có thể bỏ sót.

Mục tiêu cuối cùng của việc giám sát chất lượng môi trường xung quanh không chỉ là để biết mà là để hành động. Nghị định số 05/2025/NĐ-CP [7] (sửa đổi Nghị định số 08/2022/NĐ-CP [6] đã thể chế hóa nguyên tắc quản trị dựa trên sức chịu tải môi trường vào quy trình cấp phép môi trường. Để hiện thực hóa điều này, tải lượng tối đa của từng thông số chất lượng nước đối với từng đoạn sông cụ thể được xác định làm căn cứ khoa học để phân bổ hạn ngạch xả thải cho các doanh nghiệp. Trong đó, tải lượng tối đa được tính toán dựa trên quy chuẩn kỹ thuật

và đặc tính thủy văn của nguồn nước tiếp nhận thông qua công thức [18]:

$$L_{td} = C_{qc} \times Q_s \times 86,4$$

Trong đó: C_{qc} là giá trị giới hạn của thông số chất lượng nước mặt theo quy chuẩn kỹ thuật về chất lượng nước mặt (mg/l); Q_s là lưu lượng dòng chảy của đoạn sông đánh giá (m^3/s); giá trị 86,4 là hệ số chuyển đổi thứ nguyên (được chuyển đổi từ đơn vị tính là mg/l, m^3/s thành đơn vị tính là kg/ngày).

Theo đó, dữ liệu quan trắc môi trường xung quanh là căn cứ pháp lý để quyết định việc cấp phép môi trường cho các dự án đầu tư mới. Trong trường hợp dữ liệu quan trắc (tích hợp cả nước mặt và trầm tích) cho thấy lưu vực sông đã vượt ngưỡng sức chịu tải hoặc không còn khả năng tự làm sạch, cơ quan quản lý có quyền từ chối tiếp nhận các dự án phát thải mới hoặc yêu cầu các nguồn phát thải hiện hữu phải áp dụng công nghệ xử lý tiên tiến nhằm cắt giảm tải lượng (như tái sử dụng nước thải hoặc thực hiện cơ chế xả thải bằng không). Đây là sự liên kết chặt chẽ giữa hệ thống quy chuẩn kỹ thuật bắt buộc áp dụng và hoạt động quan trắc nguồn thải phục vụ mục đích kiểm soát tuân thủ, tạo nên một chu trình quản trị khép kín: Dữ liệu môi trường xung quanh xác định hạn ngạch xả thải; hạn ngạch xả thải định hướng lựa chọn công nghệ xử lý của doanh nghiệp; dữ liệu quan trắc nguồn thải kiểm chứng mức độ tuân thủ quy chuẩn kỹ thuật và hiệu quả cuối cùng là cải thiện chất lượng môi trường nền. Tóm lại, thông qua việc hoàn thiện hệ thống quy chuẩn kỹ thuật về nước mặt và trầm tích, khung pháp lý Việt Nam đã chuyển dịch từ tư duy ứng phó sự cố sang quản trị chất lượng nước dựa trên dữ liệu, đặt sức khỏe hệ sinh thái dòng sông vào trung tâm của các quyết định phát triển kinh tế - xã hội.

3.4. Chuyển đổi phương thức thực thi pháp luật thông qua cơ chế xử phạt dựa trên dữ liệu quan trắc số

Sự thay đổi về bản chất trong công tác thực thi bắt đầu từ Luật Bảo vệ môi trường năm 2020 [5], trong đó lần đầu tiên quy định dữ liệu từ hệ thống quan trắc môi trường tự động, liên tục được sử dụng làm căn cứ pháp lý để xử lý vi phạm. Quy định này đã phá bỏ rào cản pháp lý lớn nhất trước đây, khi doanh nghiệp thường chối bỏ trách nhiệm bằng cách đổ lỗi cho sai số thiết bị. Để

đảm bảo tính xác thực và giá trị chứng cứ của dữ liệu số, Nghị định số 05/2025/NĐ-CP [7] và Thông tư số 15/2023/TT-BTNMT [13] đã thiết lập một quy trình xác thực kép. Về mặt kỹ thuật, các trạm quan trắc phải được kiểm định, hiệu chuẩn định kỳ và dữ liệu truyền đi phải được xác thực bằng chữ ký số. Về mặt hiện trường, việc niêm phong thiết bị lấy mẫu tự động kết hợp với hệ thống camera giám sát 24/7 đảm bảo rằng, mẫu nước lưu tại trạm là đại diện trung thực cho thời điểm xảy ra vi phạm. Khi hệ thống quan trắc tự động phát hiện thông số vượt ngưỡng quy chuẩn (QCVN), thiết bị lấy mẫu sẽ tự động kích hoạt để lưu giữ mẫu đối chứng phục vụ công tác hậu kiểm tại phòng thí nghiệm. Sự tương thích giữa kết quả phân tích mẫu lưu và dữ liệu online tạo thành bằng chứng điện tử, doanh nghiệp không còn cơ sở để khiếu nại.

Cơ chế thực thi được cụ thể hóa mạnh mẽ qua Nghị định số 45/2022/NĐ-CP [19] quy định về xử phạt vi phạm hành chính trong lĩnh vực bảo vệ môi trường. Nghị định này cho phép cơ quan chức năng sử dụng dữ liệu, hình ảnh từ phương tiện, thiết bị kỹ thuật nghiệp vụ để xác định hành vi vi phạm. Sự chuyển dịch này giúp giảm tải đáng kể áp lực cho bộ máy thanh tra, kiểm tra. Thay vì triển khai các đoàn kiểm tra đột xuất vốn tốn kém nguồn lực và dễ bị rò rỉ thông tin, cơ quan quản lý nhà nước có thể thực hiện giám sát tập trung tại các trung tâm điều hành thông minh (IOC). Khi phát hiện các chỉ số ô nhiễm bất thường kéo dài vượt ngưỡng cho phép, hệ thống sẽ tự động thiết lập hồ sơ vi phạm điện tử. Điều này tạo ra hiệu ứng răn đe thường trực, buộc các cơ sở phát thải phải duy trì vận hành hệ thống xử lý chất thải ổn định và liên tục 24/7.

Bên cạnh chế tài hành chính, công cụ quản lý dựa trên áp lực dư luận và trách nhiệm xã hội cũng được phát huy hiệu quả. Việc công khai chỉ số chất lượng nước và danh sách các cơ sở gây ô nhiễm nghiêm trọng trên cổng thông tin điện tử theo quy định của Luật Tài nguyên nước năm 2023 [12] tạo ra rủi ro danh tiếng đối với doanh nghiệp. Trong bối cảnh các yêu cầu về ESG (Môi trường - Xã hội - Quản trị) ngày càng khắt khe từ phía nhà đầu tư và đối tác quốc tế, việc dữ liệu vi phạm bị công khai trên hệ thống quốc gia có thể gây thiệt hại kinh tế lớn hơn cả các khoản tiền phạt. Như vậy, việc pháp lý hóa dữ liệu quan trắc

đã chuyển trạng thái quản lý từ tuân thủ thụ động sang tự giác tuân thủ. Hệ thống pháp luật môi trường hiện nay không chỉ đơn thuần là công cụ trừng phạt, mà trở thành nền tảng giám sát minh bạch, nơi mọi hành vi xả thải đều để lại dấu bằng các “dấu chân số” khách quan và chính xác.

3.5. Tích hợp dữ liệu quan trắc liên ngành phục vụ công tác quy hoạch và xúc tiến đầu tư xanh

Giá trị quan trọng của hệ thống quan trắc số không chỉ dừng lại ở việc kiểm soát tuân thủ và xử phạt vi phạm hành chính mà còn là công cụ then chốt phục vụ quản trị môi trường vĩ mô. Phân tích Luật Tài nguyên nước năm 2023 [12] cho thấy một tư duy quản lý mới về an ninh nguồn nước, trong đó yêu cầu bắt buộc phải tích hợp dữ liệu quan trắc chất lượng nước với dữ liệu thủy văn và thủy lợi vào hệ thống thông tin tài nguyên nước quốc gia.

Sự đồng bộ hóa cơ sở dữ liệu này cho phép các nhà hoạch định chính sách xây dựng các bản đồ quy hoạch không gian biển và lưu vực sông với độ chính xác cao. Dữ liệu lịch sử về sức chịu tải môi trường trở thành thông số đầu vào định hướng phân vùng phát triển kinh tế. Các dự án công nghiệp nặng sẽ bị hạn chế cấp phép tại các lưu vực sông có chỉ số chất lượng nước (WQI) thấp hoặc trầm tích có dấu hiệu ô nhiễm tích lũy. Trong khi các khu vực có chất lượng nước tốt sẽ được ưu tiên cho quy hoạch với mục đích cấp nước sinh hoạt và phát triển du lịch sinh thái. Hơn nữa, sự công khai, minh bạch hóa dữ liệu quan trắc theo Nghị định số 08/2022/NĐ-CP [6] đóng vai trò là hạ tầng thông tin cho thị trường tài chính xanh. Các định chế tài chính và nhà đầu tư quốc tế hiện nay ưu tiên sử dụng dữ liệu môi trường độc lập, thời gian thực để thẩm định mức độ tuân thủ các tiêu chuẩn ESG của dự án. Một hệ thống quan trắc tự động vận hành ổn định và kết nối thông suốt chính là chứng chỉ tín nhiệm giúp doanh nghiệp và địa phương tiếp cận các dòng vốn tín dụng xanh ưu đãi, thúc đẩy đầu tư vào công nghệ xử lý nước tiên tiến hướng tới kinh tế tuần hoàn và bền vững.

4. KẾT LUẬN

Khung pháp lý về quan trắc chất lượng nước tại Việt Nam đang thay đổi quan trọng về phương thức quản trị: Chuyển dịch từ mô hình giám sát

thủ công, bị động sang mô hình quản trị thông minh dựa trên dữ liệu số và thời gian thực. Việc thể chế hóa hạ tầng quan trắc tự động tại nguồn theo Nghị định số 05/2025/NĐ-CP, kết hợp với các chuẩn mực kỹ thuật mới về chất lượng nước mặt và trầm tích đã tạo lập nên một hệ sinh thái dữ liệu minh bạch, có giá trị chứng cứ pháp lý cao. Dữ liệu quan trắc không còn nằm im trong các báo cáo lưu trữ mà đã trở thành công cụ quyền lực để thực thi pháp luật, điều tiết quy hoạch dựa trên sức chịu tải môi trường và dẫn dắt dòng vốn đầu tư xanh. Tuy nhiên, để hiện thực hóa tầm nhìn về an ninh nguồn nước bền vững, thách thức đặt ra trong giai đoạn tiếp theo không chỉ là đầu tư "phần cứng" (thiết bị) mà là nâng cấp "phần mềm" (năng lực phân tích dữ liệu và cơ chế chia sẻ thông tin liên ngành). Do đó, chiến lược quản lý nước trong tương lai cần tập trung vào việc kiến tạo thị trường dịch vụ dữ liệu môi trường và hoàn thiện hành lang pháp lý cho việc tích hợp dữ liệu lớn quốc gia, đảm bảo rằng công nghệ số thực sự phục vụ cho mục tiêu phát triển bao trùm và bảo vệ hệ sinh thái.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Hoang, P. D. & Tran, N. T. (2025). Applying nontraditional security management to address critical local water challenges: The case of Hanoi, Vietnam. *Water Policy*, 27(4): 400 - 428.
- [2]. Nagal, B. & Prabhakar, A. K. (2025). Sustainable water management in the digital age: Intelligent solutions for a precious resource. In *Intelligent Infrastructure and Smart Materials: Sustainable Technologies for a Greener Future* (pp. 91 - 114). Cham: Springer Nature Switzerland.
- [3]. El-Shafeiy, E., Alsabaan, M., Ibrahim, M. I. & Elwahsh, H. (2023). Real-time anomaly detection for water quality sensor monitoring based on multivariate deep learning technique. *Sensors*, 23(20): 1 - 21.
- [4]. Pham, Q. N., Nguyen, N. H., Ta, T. T. & Tran, T. L. (2023). Vietnam's water resources: Current status, challenges, and security perspective. *Sustainability*, 15(8): 1 - 25.
- [5]. Quốc hội (2020). *Luật Bảo vệ môi trường. Luật số 72/2020/QH14, ngày 17 tháng 11 năm 2020.*
- [6]. Chính phủ (2022). *Nghị định số 08/2022/NĐ-CP ngày 10 tháng 01 năm 2022, quy định chi tiết một số điều của Luật Bảo vệ môi trường.*
- [7]. Chính phủ (2025). *Nghị định số 05/2025/NĐ-CP ngày 6 tháng 01 năm 2025, sửa đổi, bổ sung một số điều của Nghị định số 08/2022/NĐ-CP ngày 10 tháng 01 năm 2022, quy định chi tiết một số điều của Luật Bảo vệ môi trường.*
- [8]. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2023). *Thông tư số 01/2023/TT-BTNMT ngày 13 tháng 3 năm 2023, ban hành Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về chất lượng môi trường xung quanh.*
- [9]. Bộ Nông nghiệp và Môi trường (2025). *Thông tư số 01/2025/TT-BNNMT ngày 15 tháng 5 năm 2025 ban hành 3 Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về Chất lượng môi trường xung quanh.*
- [10]. Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia QCVN 43:2025/BNNMT về Chất lượng trầm tích.
- [11]. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2024). *Thông tư số 41/2024/TT-BTNMT ngày 30 tháng 12 năm 2024, quy định kỹ thuật vận hành hệ thống cơ sở dữ liệu ảnh viễn thám quốc gia.*
- [12]. Quốc hội (2023). *Luật Tài nguyên nước. Luật số 28/2023/QH15, ngày 27 tháng 11 năm 2023.*
- [13]. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2023). *Thông tư số 15/2023/TT-BTNMT ngày 30 tháng 10 năm 2023, quy định về cung cấp, chia sẻ thông tin, dữ liệu quan trắc tài nguyên và môi trường.*
- [14]. Quốc hội (2014). *Luật Bảo vệ môi trường. Luật số 55/2014/QH13, ngày 23 tháng 6 năm 2014.*
- [15]. Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia QCVN 08-MT:2015/BTNMT về Chất lượng nước mặt.
- [16]. Muoi, L. V., Srilert, C., Tri, V. P. D. & Van, T. P. (2022). Spatial and temporal variabilities of surface water and sediment pollution at the main tidal-influenced river in Ca Mau Peninsular, Vietnamese Mekong Delta. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 41, 1 - 17.
- [17]. Nguyen Xuan Thuy, Nguyen Nhat Nhu Thuy, Le Hung Phu, Le Trong Dung, Dao Viet Ha, Nguyen Xuan Vy (2024). Heavy metals in surface seawater and sediment from the coast of Khanh Hoa province: Levels and ecological risk assessment. *Dalat University Journal of Science*, 14(3): 124 - 142.

[18]. Bộ Nông nghiệp và Môi trường (2025). *Thông tư số 95/2025/TT-BNNMT ngày 31 tháng 12 năm 2025, hướng dẫn đánh giá khả năng chịu tải của môi trường nước mặt đối với sông, hồ.*

[19]. Chính phủ (2022). *Nghị định số 45/2022/NĐ-CP ngày 07 tháng 07 năm 2022, quy định về xử phạt vi phạm hành chính trong lĩnh vực bảo vệ môi trường.*

TRANSITIONING THE WATER QUALITY MANAGEMENT MODEL IN VIETNAM TOWARDS REAL-TIME DIGITAL DATA-BASED MONITORING

**Nguyen Thanh Giao¹, Ly Quoc Su², Le Vu Truong², Le Duc Thua²,
Nguyen Thi Mong Tuyen², Tran Van Thom², Ha Nguyen²,
Ha Thao Nguyen¹, Nguyen Thi Cam Dien¹**

¹*College of Environment and Natural Resources, Can Tho University*

²*Department of Agriculture and Environment, Can Tho city*

Abstract

This study analyzes the digital transformation in water environmental management in Vietnam by examining the legal framework, with a primary focus on the 2020 Law on Environmental Protection and the 2023 Law on Water Resources. Employing policy analysis, the research elucidates a fundamental paradigm shift in legislative logic: moving from basic pollution concentration control via periodic sampling to total pollutant load management utilizing continuous, automated monitoring and real-time data. Furthermore, the paper clarifies the principles for calculating this total load by integrating contaminant concentrations with discharge flow rates. Findings indicate that the enactment of Decree 05/2025/ND-CP alongside updated National Technical Regulations not only standardizes input metrics but also establishes a robust legal foundation for administrative penalization mechanisms reliant on electronic evidence. Ultimately, the investigation highlights that synthesizing monitoring statistics from emission sources and the ambient environment into a unified national database is a pivotal solution. This integration facilitates the transition from passive incident response to proactive pollution regulation, thereby effectively supporting river basin carrying capacity governance and circular economy advancement.

Keywords: *Water security, digital data, Law on Environmental Protection, automatic monitoring, smart water governance.*

Ngày nhận bài: 15/01/2026

Ngày chuyển phản biện: 27/02/2026

Ngày thông qua phản biện: 12/3/2026

Ngày duyệt đăng: 24/3/2026