■Ngày nhận bài: 03/3/2026 ■Ngày sửa bài: 10/3/2026 ■Ngày chấp nhận đăng: 22/3/2026

Kinh tế tuần hoàn: Hướng tiếp cận mới trong quản lý hệ thống thoát nước và xử lý nước thải đô thị Việt Nam

Circular economy: A new approach to the management of urban drainage and wastewater treatment systems in Vietnam

> THS VŨ HOÀNG ANH*, TS PHẠM VĂN DƯƠNG
Viện Đào tạo và Ứng dụng Khoa học công nghệ, Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội
*Email: anhvh@hau.edu.vn

TÓM TẮT

Trong bối cảnh đô thị hóa nhanh và yêu cầu phát triển bền vững, hệ thống thoát nước và xử lý nước thải đô thị Việt Nam đã có bước phát triển đáng kể về quy mô đầu tư và công suất xử lý. Tuy nhiên, mô hình quản lý hiện nay vẫn chủ yếu vận hành theo tiếp cận tuyến tính "thu gom - xử lý - xả thải", chưa khai thác hiệu quả giá trị tài nguyên thứ cấp từ nước thải. Bài báo phân tích hiện trạng hạ tầng và cơ chế quản lý hệ thống xử lý nước thải (XLNT) đô thị Việt Nam, trên cơ sở đó đề xuất định hướng chuyển đổi mô hình quản lý theo tiếp cận kinh tế tuần hoàn (KTTH) nhằm nâng cao hiệu quả tài nguyên, giảm phát thải và tăng tính bền vững của hệ thống hạ tầng kỹ thuật đô thị.

Từ khóa: Thoát nước đô thị; xử lý nước thải; kinh tế tuần hoàn; quản lý hạ tầng; tài nguyên thứ cấp.

ABSTRACT

In the context of rapid urbanization and increasing demands for sustainable development, Vietnam's urban drainage and wastewater treatment systems have experienced significant growth in terms of investment scale and treatment capacity. However, the current management model still primarily operates under a linear approach of "collection - treatment - discharge," without effectively exploiting the value of secondary resources derived from wastewater. This paper analyzes the current status of infrastructure and management mechanisms of urban wastewater treatment systems in Vietnam, and on that basis proposes a transition toward a circular economy-based management model to enhance resource efficiency, reduce emissions, and improve the sustainability of urban technical infrastructure systems.

Keywords: Urban drainage; wastewater treatment; circular economy; infrastructure management; secondary resources.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hệ thống thoát nước và xử lý nước thải là một trong những cấu phần hạ tầng kỹ thuật thiết yếu của đô thị, đóng vai trò bảo vệ môi trường, kiểm soát ngập úng và đảm bảo chất lượng sống cho người dân. Trong những năm qua, cùng với quá trình đô thị hóa, Việt Nam đã tăng cường đầu tư xây dựng các nhà máy xử lý nước thải tập trung tại các đô thị lớn, theo định hướng phát triển cấp thoát nước đến năm 2025 và tầm nhìn 2050 [1].

Trong những thập kỷ gần đây, quá trình đô thị hóa diễn ra mạnh mẽ cùng với sự gia tăng dân số cơ học và việc mở rộng không gian xây dựng đã và đang đặt ra những thách thức nghiêm trọng đối với hệ thống hạ tầng kỹ thuật đô thị. Cụ thể, năng lực của hệ thống thoát nước hiện hữu ngày càng bộc lộ sự quá tải do không theo kịp tốc độ phát triển, dẫn đến các hệ lụy trực tiếp về suy giảm chất lượng môi trường nước mặt và gia tăng rủi ro ngập lụt.

Đáng chú ý, phương thức quản lý và vận hành hệ thống nước thải đô thị hiện nay phần lớn vẫn đang bị giới hạn bởi mô hình kinh tế tuyến tính truyền thống. Hệ quả tất yếu của tư duy quản lý này là sự lãng phí nghiêm trọng các giá trị tài nguyên tiềm ẩn. Nước thải đô thị và bùn thải phát sinh, thay vì bị xem là gánh nặng xử lý tiêu tốn năng lượng, thực chất là một nguồn cung cấp dồi dào các tài nguyên có giá trị cao, bao gồm: nguồn nước tái sử dụng, năng lượng tái tạo và các dưỡng chất nông nghiệp thiết yếu. Do đó, việc thiếu hụt các cơ chế và công nghệ thu hồi tài nguyên không chỉ làm giảm hiệu quả kinh tế của các công trình xử lý mà còn cản trở tiến trình chuyển đổi sang nền KTTH trong lĩnh vực nước tại Việt Nam.

Trong bối cảnh Luật Bảo vệ môi trường 2020 [2] và Luật Tài nguyên nước 2023 [3] nhấn mạnh yêu cầu tái sử dụng và phát triển bền vững, việc nghiên cứu hiện trạng và đề xuất định hướng quản lý hệ thống thoát nước theo tiếp cận KTTH là cần thiết. Bài báo sử dụng kết hợp các phương pháp gồm: tổng hợp và phân tích các tài liệu pháp lý, báo cáo hiện trạng môi trường quốc gia [4]; phân tích so sánh giữa mô hình quản lý tuyến tính và tuần hoàn; tiếp cận hệ thống (system approach) để đánh giá cấu trúc quản lý và cơ chế tài chính; đồng thời tổng hợp kinh nghiệm quốc tế về áp dụng KTTH trong lĩnh vực nước thải [5], [6].

2. HIỆN TRẠNG HỆ THỐNG XLNT ĐÔ THỊ VIỆT NAM

2.1. Quy mô và phân bố hạ tầng

Trong hơn một thập kỷ qua, cơ sở hạ tầng thu gom và XLNT tại Việt Nam đã ghi nhận những bước tiến đáng kể về quy mô đầu tư và tổng công suất thiết kế. Hàng loạt các dự án nhà máy XLNT tập trung quy mô lớn đã được triển khai và đưa vào vận hành, song chủ yếu tập trung tại các cực tăng trưởng kinh tế, đô thị đặc biệt và đô thị loại I, II như Thủ đô Hà Nội, TP.HCM, Đà Nẵng và Hải Phòng. Mặc dù sự gia tăng về công suất thiết kế là một tín hiệu tích cực, bức tranh tổng thể về hạ tầng XLNT quốc gia vẫn bộc lộ sự phát triển phi đối xứng và phân bố không gian thiếu đồng bộ giữa các vùng kinh tế - sinh thái.

Sự phân mảnh này thể hiện rõ nét tại các đô thị loại III trở xuống và các khu vực ven đô, nơi mạng lưới thu gom và năng lực xử lý tập trung vẫn còn rất hạn chế, chưa đáp ứng được tốc độ phát triển dân cư. Tại các khu vực này, phương thức quản lý nước thải vẫn mang tính tự phát; phần lớn lượng nước thải sinh hoạt chỉ được xử lý sơ bộ thông qua các công trình vệ sinh tại chỗ (điển hình là công nghệ bể tự hoại truyền thống) với hiệu suất loại bỏ chất ô nhiễm thấp, hoặc nguy hiểm hơn là xả thải trực tiếp ra hệ thống kênh rạch và thủy vực tự nhiên. Tình trạng thiếu hụt hạ tầng đồng bộ này không chỉ làm vượt quá khả năng tự làm sạch của các nguồn nước tiếp nhận, gây suy thoái hệ sinh thái thủy sinh, mà còn tạo ra rào cản lớn cho việc áp dụng các mô hình thu hồi tài nguyên và KTTH trên diện rộng.

2.2. Thực trạng tỷ lệ bao phủ dịch vụ và bài toán hiệu năng vận hành

Căn cứ theo chuỗi số liệu từ Báo cáo hiện trạng môi trường quốc gia [4], tỷ lệ bao phủ dịch vụ thu gom và XLNT sinh hoạt đô thị đạt chuẩn kỹ thuật tại Việt Nam vẫn duy trì ở mức khiêm tốn, tạo ra khoảng cách lớn so với các mục tiêu phát triển hạ tầng bền vững. Đáng quan ngại hơn, đang hiện hữu một nghịch lý kỹ thuật về "thừa công suất thiết kế, thiếu lưu lượng đầu vào" tại nhiều dự án xử lý tập trung. Nhiều nhà máy quy mô lớn phải vận hành dưới tải do nút thắt trong tỷ lệ đấu nối hộ gia đình vào mạng lưới thu gom cấp 3 còn rất hạn chế.

Bên cạnh đó, di sản của quy hoạch hạ tầng giai đoạn trước để lại là sự áp đảo của hệ thống thoát nước chung, nơi nước thải sinh hoạt bị pha loãng bởi dòng chảy mặt từ nước mưa. Đặc thù của mạng lưới hỗn hợp này không chỉ làm suy giảm nồng độ chất ô nhiễm đầu vào, gây khó khăn cho việc duy trì sinh khối vi sinh ổn định trong các bể phản ứng, mà còn làm tăng đột biến tải lượng thủy lực trong mùa mưa. Hệ quả tất yếu là hiệu suất xử lý sinh học bị sụt giảm nghiêm trọng, đồng thời làm đội chi phí vận hành và gia tăng rủi ro tràn xả hỗn hợp trực tiếp ra nguồn tiếp nhận.

2.3. Nút thắt công nghệ: Sự chi phối của tư duy "xử lý cuối đường ống"

Về mặt công nghệ cốt lõi, bức tranh toàn cảnh của các trạm XLNT sinh hoạt tại Việt Nam hiện nay chủ yếu xoay quanh các dây chuyền sinh học truyền thống. Các quy trình phổ biến có thể kể đến như công nghệ xử lý sinh học theo mẻ (SBR), công nghệ bùn hoạt tính tuần hoàn liên tục (AAO-Anaerobic-Anoxic-Oxic), hệ thống hồ sinh học ổn định, và ở mức độ thấp hơn là hệ thống xử lý kỵ khí dòng chảy ngược (UASB).

Định hướng thiết kế của các dây chuyền công nghệ này phần lớn bị chi phối bởi tư duy tuân thủ pháp lý tuyến tính. Mục tiêu tối thượng của chúng chỉ dừng lại ở việc tối ưu hóa quá trình oxy hóa sinh hóa nhằm loại bỏ các chỉ tiêu ô nhiễm cơ bản (như BOD, COD, TSS và một phần N, P) để đảm bảo chất lượng nước đầu ra đáp ứng các Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về môi trường hiện hành [7].

Bối cảnh nêu trên phản ánh một thực tế bất cập: hệ thống hạ tầng XLNT hiện tại mới chỉ đóng vai trò là "cơ sở tiêu thụ năng lượng để xử lý ô nhiễm" thuần túy. Sự thiếu vắng hoàn toàn các module công nghệ tuần hoàn tiên tiến như hệ thống phân hủy bùn kỵ khí thu hồi Biogas để đồng phát nhiệt điện, màng lọc tái sử dụng nước, hay công nghệ kết tủa thu hồi khoáng chất dinh dưỡng, đã vô tình triệt tiêu các cơ hội chuyển đổi nhà máy xử lý thành "Cơ sở Thu hồi Tài nguyên" (WRRF). Sự chậm trễ trong chuyển giao công nghệ thu hồi này đang làm lãng phí một chuỗi giá trị thặng dư khổng lồ từ dòng thải đô thị, đi ngược lại triết lý tối ưu hóa tài nguyên của KTTH.

3. THỰC TRẠNG QUẢN LÝ VÀ CƠ CHẾ TÀI CHÍNH

3.1. Sự phân mảnh trong cơ cấu tổ chức và quản trị vận hành

Công tác quản lý hệ thống thoát nước và xử lý nước thải đô thị hiện nay tại Việt Nam được thực hiện theo cơ chế phân cấp cho chính quyền địa phương, thông qua các doanh nghiệp công ích hoặc đơn vị tư nhân theo mô hình đặt hàng dịch vụ. Tuy nhiên, mô hình này đang bộc lộ những hạn chế về tính liên kết hệ thống. Sự thiếu hụt các cơ chế phối hợp liên ngành dẫn đến tình trạng quản lý bị chia cắt theo địa giới hành chính thay vì theo lưu vực sông, đơn vị quản lý tài nguyên nước tối ưu nhất. Sự đứt gãy trong việc kiểm soát nguồn thải đầu nguồn và quản lý vận hành nhà máy đầu cuối gây khó khăn cho việc kiểm soát tải lượng ô nhiễm biến thiên, làm giảm tính ổn định kỹ thuật của các dây chuyền xử lý tập trung.

3.2. Thách thức từ cơ chế tài chính và rào cản tái đầu tư

Một trong những nút thắt lớn nhất kìm hãm sự phát triển bền vững của ngành nước thải là sự mất cân đối trong cơ cấu tài chính. Tại đa số các đô thị, giá dịch vụ thoát nước và xử lý nước thải vẫn chưa được tính đúng, tính đủ, dẫn đến doanh thu không đủ bù đắp chi phí vận hành bảo trì (O&M) và khấu hao tài sản cố định. Tình trạng phụ thuộc sâu vào ngân sách bao cấp không chỉ gây áp lực lên tài chính công mà còn triệt tiêu động lực đổi mới công nghệ của các đơn vị vận hành.

Đặc biệt, trong bối cảnh KTTH, Việt Nam vẫn chưa thiết lập được khung pháp lý về thương mại hóa các sản phẩm thu hồi. Thiếu các quy định về giá mua điện sinh học, tiêu chuẩn thương mại cho bùn thải sau xử lý hay đơn giá cho nước tái sử dụng đã khiến các giá trị kinh tế tiềm ẩn từ dòng thải bị bỏ ngỏ, làm mất đi nguồn thu quan trọng để tái đầu tư hạ tầng.

3.3. Sự lạc hậu trong tư duy quản trị vòng đời hạ tầng

Hệ thống quản lý hiện hành vẫn đang vận hành một cách rập khuôn theo mô hình kinh tế tuyến tính: **Khai thác → Sử dụng → Xả thải**. Tư duy này mặc định nước thải là chất thải cần loại bỏ thay vì coi đó là "nguồn tài nguyên thứ cấp" trong chu trình tuần hoàn đô thị.

Sự hạn chế này còn thể hiện rõ ở việc thiếu hụt quản trị vòng đời tài sản các bộ chỉ số đánh giá hiệu quả dựa trên mức độ tuần hoàn. Hiện nay, các đơn vị quản lý chỉ tập trung vào việc tuân thủ các chỉ số đầu ra mà chưa có các tiêu chí đánh giá về mức độ thu hồi năng lượng, tỷ lệ tái sử dụng nước hay hiệu quả giảm phát thải carbon. Việc thiếu một "thước đo xanh" khiến các nhà quản lý hạ tầng thiếu cơ sở dữ liệu để ra quyết định chuyển đổi mô hình từ nhà máy XLNT truyền thống sang các cơ sở thu hồi tài nguyên thông minh.

4. TIẾP CẬN KTTH TRONG CHIẾN LƯỢC QUẢN LÝ NƯỚC THẢI ĐÔ THỊ

Việc chuyển đổi từ mô hình quản lý tuyến tính sang KTTH không thuần túy là sự thay đổi về mặt công nghệ, mà là một sự tái cấu trúc toàn diện về tư duy hạ tầng. Trong lĩnh vực nước, KTTH hướng tới việc tối ưu hóa giá trị của nước trong suốt vòng đời sử dụng, biến các nhà máy xử lý nước thải thành các trung tâm sản xuất tài nguyên.

4.1. Các nguyên lý cốt lõi và trụ cột kỹ thuật

Mô hình KTTH trong quản lý nước thải sinh hoạt được xây dựng dựa trên năm trụ cột chiến lược sau đây:

Tái sử dụng nước sau xử lý: Thay vì xả thải trực tiếp ra nguồn tiếp nhận, nước sau xử lý thông qua các công nghệ lọc màng tiên tiến (như MBR, UF/RO) được xem là nguồn cấp nước thay thế. Nguồn nước này có thể đáp ứng đa dạng các nhu cầu: từ tưới tiêu đô thị, rửa đường, đến phục vụ các quy trình công nghiệp và bổ sung nhân tạo cho tầng chứa nước ngầm.

Thu hồi năng lượng từ bùn thải: Khai thác giá trị nhiệt lượng và tiềm năng sinh hóa trong bùn thải thông qua quá trình phân hủy kỵ khí hiệu suất cao. Việc thu hồi khí sinh học để đồng phát nhiệt - điện không chỉ

giúp nhà máy hướng tới mục tiêu trung hòa năng lượng mà còn giảm thiểu đáng kể chi phí vận hành.

Thu hồi dinh dưỡng: Nước thải đô thị chứa hàm lượng lớn Nitơ và Phốt pho- những nguyên tố thiết yếu cho sản xuất nông nghiệp. Thay vì tiêu tốn năng lượng để loại bỏ các nguyên tố này, cách tiếp cận tuần hoàn tập trung vào công nghệ kết tủa (ví dụ: thu hồi dưới dạng khoáng vật Struvite) để sản xuất phân bón hữu cơ chất lượng cao.

Giảm phát thải khí nhà kính: KTTH đóng góp trực tiếp vào mục tiêu Net Zero thông qua việc thu giữ khí Methane từ bùn thải và tối ưu hóa các quy trình sinh học để giảm thiểu phát thải Nitrous oxide. Đồng thời, việc tái sử dụng tài nguyên tại chỗ giúp giảm đáng kể dấu chân Carbon so với việc khai thác tài nguyên nguyên sinh.

Tái đầu tư nguồn thu vào hệ thống: Điểm khác biệt lớn nhất của KTTH là tạo ra giá trị thặng dư kinh tế. Doanh thu từ việc bán nước tái sử dụng, điện năng dư thừa và phân bón hữu cơ được tái đầu tư để bảo trì và nâng cấp hạ tầng. Điều này giúp hình thành một cơ chế tài chính tự chủ, giảm bớt sự phụ thuộc vào ngân sách công và tăng sức hấp dẫn đối với các nhà đầu tư tư nhân.

4.2. Đối chiếu đặc tính vận hành giữa mô hình Tuyến tính và mô hình Tuần hoàn

Sự chuyển dịch từ quản lý nước thải truyền thống sang quản lý tài nguyên nước tuần hoàn đại diện cho một bước nhảy vọt về cả tư duy lẫn công nghệ. Bảng dưới đây tổng hợp các khác biệt cốt lõi phục vụ công tác hoạch định chính sách và đầu tư hạ tầng:

Tiêu chí đối chiếu	Mô hình Tuyến tính truyền thống	Mô hình KTTH
Mục tiêu chiến lược	Giảm thiểu ô nhiễm, các tác động tiêu cực	Tối đa hóa giá trị thặng dư
Quản lý tài nguyên	Loại bỏ và tiêu hủy	Thu hồi và tái tạo
Cơ chế tài chính	Phụ thuộc ngân sách nhà nước	Tự chủ một phần và tạo doanh thu
Tác động môi trường	Không tối ưu hóa phát thải	Giảm phát thải

Từ bảng so sánh trên, có thể thấy mô hình tuyến tính hiện nay tại các đô thị Việt Nam đang tạo ra một trạng thái "lãng phí kép": vừa mất chi phí khổng lồ để xử lý ô nhiễm, vừa bỏ lỡ nguồn nguyên liệu tái tạo quan trọng.

Việc chuyển đổi sang mô hình tuần hoàn không chỉ giúp các đô thị giải quyết bài toán khủng hoảng bùn thải và thiếu hụt nước sạch, mà còn là chìa khóa để đạt được các cam kết quốc tế về phát triển bền vững. Đặc biệt, khía cạnh "Tự chủ một phần" về tài chính thông qua việc thu hồi tài nguyên chính là đòn bẩy để thu hút các nhà đầu tư tư nhân tham gia vào lĩnh vực hạ tầng kỹ thuật, vốn từ trước đến nay vẫn bị coi là lĩnh vực đầu tư rủi ro và chậm thu hồi vốn.

4.3. Đánh giá tiềm năng và ranh giới thực thi tại bối cảnh Việt Nam

Tiềm năng ứng dụng mô hình kinh tế tuần hoàn trong lĩnh vực nước thải tại Việt Nam là rất lớn, xuất phát từ nhu cầu cấp bách về tài nguyên và áp lực giảm thiểu ô nhiễm môi trường. Trong bối cảnh biến đổi khí hậu gây ra tình trạng hạn hán và xâm nhập mặn cực đoan, nước thải sau xử lý đạt chuẩn có thể trở thành nguồn nước thay thế chiến lược cho nông nghiệp và các ngành công nghiệp tiêu thụ nước lớn như dệt nhuộm, sản xuất giấy hoặc làm mát thiết bị. Việc tái sử dụng nước không chỉ giúp giảm bớt áp lực khai thác nước ngầm đang dần cạn kiệt mà còn tạo ra một chu trình sử dụng nước bền vững tại các đô thị phát triển nóng.

Song song với đó, khối lượng bùn thải phát sinh khổng lồ tại các đô thị lớn như Hà Nội và TP.HCM nếu được xử lý ổn định bằng công nghệ phân hủy kỵ khí có thể thu hồi khí sinh học (biogas) phục vụ phát điện, góp phần vào mục tiêu tự chủ năng lượng tại chỗ của nhà máy. Đồng thời, bùn thải sau xử lý giàu dinh dưỡng là nguồn nguyên liệu tiềm năng để sản xuất vật liệu cải tạo đất hoặc phân bón hữu cơ, thay thế cho các phương pháp chôn lấp truyền thống đang quá tải. Tuy nhiên, để hiện thực hóa những tiềm năng này, Việt Nam cần sớm giải quyết các "nút thắt" về cơ chế pháp lý, đặc biệt là việc xây dựng hệ thống quy chuẩn kỹ thuật cho các sản phẩm tái tạo từ nước thải và thiết lập khung giá, chính sách ưu đãi tài chính để khuyến khích các nhà đầu tư tham gia vào chuỗi giá trị tuần hoàn.

5. NHỮNG VẤN ĐỀ ĐẶT RA: RÀO CẢN VÀ THÁCH THỨC

Dù tiềm năng là rất lớn, nhưng để thực hiện hóa tầm nhìn tuần hoàn tại Việt Nam, chúng ta đang đối mặt với 4 "điểm nghẽn" chiến lược sau:

1. Khoảng trống lý luận: Việt Nam hiện thiếu một khung lý thuyết thống nhất về quản lý thoát nước theo triết lý tuần hoàn, khiến các chính sách phát triển hạ tầng vẫn mắc kẹt trong tư duy "xử lý cuối đường ống" truyền thống.

2. Sự thiếu hụt "Thước đo xanh": Chưa có hệ thống tiêu chí và bộ chỉ số định lượng để đánh giá mức độ tuần hoàn của hệ thống hạ tầng, dẫn đến sự thiếu hụt cơ sở dữ liệu trong việc ra quyết định đầu tư và quản lý.

3. Nghịch lý tài chính: Cơ chế giá dịch vụ hiện tại chưa tính đúng - tính đủ, thiếu các công cụ khuyến khích kinh tế (tín dụng xanh, trợ giá sản phẩm tái chế) để thu hút tư nhân tham gia khai thác tài nguyên thứ cấp.

4. Bài toán thực thi tại siêu đô thị: Hà Nội và các đô thị lớn đang thiếu các mô hình thực chứng đặc thù để chuyển đổi hệ thống hạ tầng cũ kỹ thành những thực thể tuần hoàn trong điều kiện quỹ đất và nguồn lực tài chính hạn chế.

6. KẾT LUẬN

Nghiên cứu cho thấy hệ thống xử lý nước thải đô thị tại Việt Nam đang đứng trước một ngưỡng cửa chuyển đổi mang tính lịch sử. Mặc dù đã có những bước tiến dài về quy mô đầu tư và năng lực thiết kế trong hơn một thập kỷ qua, nhưng thực trạng vận hành vẫn bị kìm hãm bởi tư duy quản lý tuyến tính lỗi thời. Việc chỉ tập trung vào mục tiêu xử lý ô nhiễm đầu ra mà bỏ qua giá trị thặng dư của dòng thải đã dẫn đến một hệ quả tất yếu: hệ thống hạ tầng trở thành gánh nặng cho ngân sách công, thiếu tính bền vững về tài chính và lãng phí nguồn tài nguyên thứ cấp quý giá.

Chuyển đổi sang mô hình quản trị theo tiếp cận KTTH không còn là một lựa chọn khuyến khích, mà là một xu thế tất yếu để cứu vãn hiệu quả đầu tư hạ tầng đô thị. Việc chuyển dịch này không chỉ giúp tối ưu hóa giá trị tài nguyên, giảm thiểu dấu chân carbon để hướng tới mục tiêu Net Zero, mà còn kiến tạo một cơ chế tài chính tự chủ, linh hoạt hơn cho các đô thị. Tuy nhiên, hành trình này đòi hỏi một lộ trình bài bản, bắt đầu từ việc kiện toàn khung lý luận, xây dựng bộ chỉ số đánh giá chuẩn mực đến việc thiết lập các đòn bẩy kinh tế đủ mạnh. Chỉ khi ranh giới giữa nước thải và tài nguyên được xóa bỏ bằng các chính sách đột phá, các đô thị Việt Nam mới có thể thực sự chạm đến mục tiêu phát triển bền vững và thịnh vượng trong tương lai.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Thủ tướng Chính phủ, Quyết định số 589/QĐ-TTg về việc phê duyệt điều chỉnh định hướng phát triển thoát nước đô thị và khu công nghiệp Việt Nam đến năm 2025 và tầm nhìn đến năm 2050, 2016.

[2] Quốc hội, Luật Bảo vệ môi trường số 72/2020/QH14, 2020.

[3] Quốc hội, Luật Tài nguyên nước số 28/2023/QH15, 2023.

[4] Bộ Tài nguyên và Môi trường, Báo cáo hiện trạng môi trường quốc gia, 2022.

[5] Ramírez-Agudelo, N.A. et al, Exploring alternative practices in urban water management through the lens of circular economy, Journal of Cleaner Production, 329, 2021.

[6] Daniel, I. et al, A survey of water utilities' digital transformation: drivers, impacts, and enabling technologies, npj Clean Water, 2023.

[7] Bộ Xây dựng, QCVN 07:2023/BXD - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về hệ thống công trình hạ tầng kỹ thuật, 2023.

[8] Thủ tướng Chính phủ, Quyết định số 687/QĐ-TTg về việc phê duyệt Đề án phát triển kinh tế tuần hoàn ở Việt Nam, 2022.

[9] World Bank. Wastewater: From Waste to Resource - The Case of Vietnam. World Bank Publications, Washington, DC, tr. 1-120, 2020, doi:10.1596/978-1-4648-1457-4.

[10] UNEP. Circular Economy Approaches in Wastewater Management. United Nations Environment Programme, Nairobi, tr. 1-80, 2019.