



# TÁI SỬ DỤNG NƯỚC THẢI SAU XỬ LÝ CHO CÁC HOẠT ĐỘNG ĐÔ THỊ

TRẦN ĐỨC HẠ, TRẦN THÚY ANH  
Trường Đại học Xây dựng Hà Nội

## Tóm tắt:

Nước thải sau xử lý được coi là nguồn tài nguyên quý, góp phần quan trọng giải quyết tình trạng khan hiếm nước hiện nay. Nhiều hoạt động trong đô thị có thể sử dụng nguồn nước không cần đảm bảo chất lượng theo quy định của QCVN 01:2018/BYT. Vì vậy, tái sử dụng nước thải sau xử lý vừa có ý nghĩa trong BVMT, vừa có hiệu quả kinh tế cao. Đề tài khoa học công nghệ RD 37-20 được nghiên cứu nhằm xây dựng quy trình tái sử dụng nước thải sau xử lý cho một số hoạt động của đô thị, khu nhà ở, công trình phân tán và nhà máy xử lý nước thải. Bài viết này tập trung trình bày một số kết quả đạt được từ đề tài trên. Tuy nhiên, để đảm bảo an toàn cấp nước, cần thiết phải nghiên cứu xây dựng các quy chuẩn kỹ thuật cho các mục đích sử dụng loại nước này.

**Từ khóa:** Xử lý nước thải, tái sử dụng nước thải, quy trình tái sử dụng, hoạt động đô thị.

Nhận bài: 25/3/2023; Sửa chữa: 10/4/2023;

Duyệt đăng: 24/4/2023.

## 1. Giới thiệu chung

Hiện nay, vấn đề nước sạch đang là một thách thức đối với nhiều quốc gia trên thế giới, trong đó có Việt Nam. Do quá trình công nghiệp hóa ngày càng phát triển, sự bùng nổ dân số ngày càng tăng dẫn đến sự thiếu hụt nguồn tài nguyên nước cho các hoạt động sản xuất cũng như sinh hoạt của con người. Hơn nữa, môi trường tự nhiên đang bị ảnh hưởng bởi biến đổi khí hậu (BĐKH). Thiên tai (hạn hán, ngập lụt...) xảy ra ở nhiều nơi với diễn biến ngày càng phức tạp, gây ảnh hưởng trực tiếp đến nguồn tài nguyên nước.

Nước thải đô thị sau xử lý được coi là một nguồn tài nguyên quý, góp phần giải quyết các mối lo về sự khan hiếm tài nguyên nước trên toàn thế giới. Theo Báo cáo về sự phát triển nước trên thế giới của Liên hợp quốc năm 2017 (WWAP 2017) [1], nước thải phải được quản lý để tạo ra lợi ích xã hội, môi trường và kinh tế nhằm hướng tới Chiến lược Phát triển bền vững vào năm 2030.

Nước thải sinh hoạt chứa hàm lượng lớn chất hữu cơ và dinh dưỡng, sau khi được xử lý có thể tái sử dụng (TSD) cho các mục đích khác nhau như: Công nghiệp,

## Treated wastewater recycling for urban activities

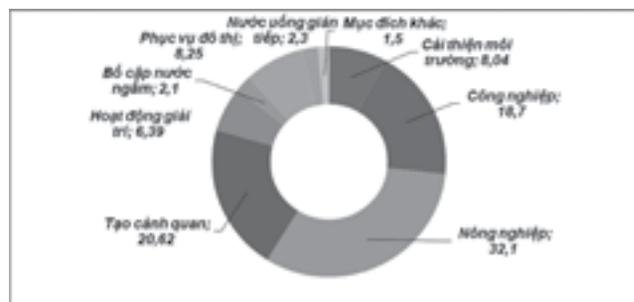
### Abstract:

Treated wastewater is a valuable resource that plays a crucial role in addressing the global and local water scarcity issues, including those faced in Vietnam. In urban areas, numerous activities can utilize water sources that do not require adherence to the quality standards specified in QCVN 01:2018/BYT. Therefore, the reuse of treated wastewater holds significant importance in terms of both environmental protection and economic efficiency. The scientific and technological project RD 37-20 was undertaken to develop a wastewater reuse process suitable for various urban settings, residential areas, decentralized facilities, and wastewater treatment plants. This paper presents some key findings obtained from the aforementioned project. However, in order to ensure the safety of the water supply, further research and the development of technical regulations pertaining to this specific water type are necessary.

**Keywords:** Wastewater treatment, wastewater reuse, reuse process, urban activities.

**JEL Classifications:** Q50, Q55, Q52, Q53.

thủy lợi, sức khỏe hệ sinh thái, sản xuất năng lượng... [2]. Đây là biện pháp hiệu quả để giải quyết vấn đề khan hiếm nước hiện nay và trong tương lai. Vai trò tiềm năng của TSD nước thải đã qua xử lý như một nguồn cấp nước thay thế các nguồn tự nhiên đã được thừa nhận và gắn liền với các chiến lược bảo vệ tài nguyên, môi trường, phát triển bền vững của nhiều quốc gia trên thế giới. Một số quốc gia còn hướng đến chính sách "không xả thải" (zero discharge) hoặc lồng ghép việc TSD nước thải trong quy hoạch, quản lý nguồn nước. Theo EPA (2012), trên thế giới, tổng lượng nước TSD từ 19,4 triệu m<sup>3</sup>/ngày năm 2005 tăng lên 54,5 triệu m<sup>3</sup>/ngày năm 2015 (Hình 1) [3].



▲ Hình 1. Tình hình TSD nước thải trên thế giới, %

Bên cạnh những lợi ích về việc bổ sung nguồn nước cấp, hoạt động TSD nước thải cũng có những nguy cơ gây tác động tiêu cực đến sức khỏe cộng đồng và môi trường. Chính vì lẽ đó, nhiều quốc gia, tổ chức quốc tế đã nghiên cứu, ban hành các quy định, hướng dẫn về yêu cầu tối thiểu khi TSD nước thải...

Mặc dù TSD nước thải sau xử lý là một khái niệm còn khá mới, nhưng cũng như các quốc gia khác trên thế giới, Việt Nam đang phải đối mặt với vấn đề khan hiếm nước. Nguồn nước cấp bị khai thác cạn kiệt, không đáp ứng được nhu cầu sử dụng ngày một tăng của xã hội. Vì thế, TSD nước thải sau xử lý sẽ là một biện pháp hữu hiệu góp phần giảm áp lực trong lĩnh vực cấp nước cho sản xuất và sinh hoạt. Luật BVMT năm 2020 cũng đã quy định xuyên suốt trong nhiều điều khoản về việc TSD chất thải, trong đó có nước thải. Nước thải được khuyến khích TSD khi đáp ứng yêu cầu về BVMT và mục đích sử dụng nước. Trong Mục 2, Điều 72 Luật BVMT năm 2020 ghi rõ: “Yêu cầu chung về quản lý nước thải được quy định: nước thải được khuyến khích TSD để đáp ứng yêu cầu về BVMT và mục đích sử dụng nước [4]”. Trong Điều 4 Luật Tài nguyên nước năm 2012 nêu rõ: “Chính sách của Nhà nước là đảm bảo cơ chế khuyến khích tổ chức, cá nhân đầu tư nghiên cứu, ứng dụng khoa học, công nghệ tiên tiến để quản lý, bảo vệ, phát triển các nguồn nước, khai thác, sử dụng tiết kiệm, hiệu quả tài nguyên nước, xử lý nước thải (XLNT) đạt tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật để TSD [5]”. Nhà nước đã ban hành nhiều văn bản pháp lý nhằm kêu gọi sự tham gia của cộng đồng trong sử dụng các nguồn nước khác nhau, tránh chỉ tập trung vào nước mặt hay nước ngầm.

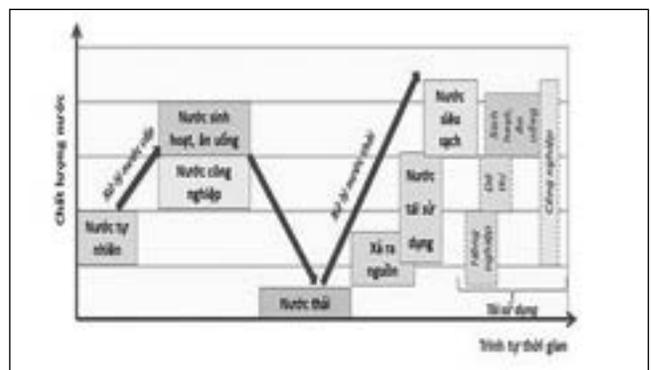
Khu vực đô thị có tiềm năng cao trong việc TSD nước thải. Tại đây phát sinh một lượng lớn nước thải và cũng là nơi trực tiếp tiêu thụ một lượng nước lớn mà không yêu cầu chất lượng nước cao. Hơn nữa, thực hiện việc TSD nước thải sẽ làm giảm các tác động gây ô nhiễm đến môi trường, giảm lượng nước thải vận chuyển về các trạm xử lý tập trung. Các mục đích TSD khác nhau đóng góp vai trò quan trọng trong việc sử dụng và tiêu thụ nước sạch.

Như vậy, cần thiết phải xây dựng một kế hoạch tổng hợp thực hiện TSD nước thải sau xử lý nhằm quản lý hệ thống nước bền vững cho các đô thị với đa mục tiêu: đảm bảo cấp nước bền vững, BVMT và vòng tuần hoàn nước tự nhiên, đáp ứng các mục tiêu phát triển kinh tế xã hội và thích ứng với BĐKH.

**2. Khả năng TSD nước thải cho các hoạt động đô thị**

Sự tăng trưởng dân số và phát triển kinh tế đô thị làm tăng mạnh nhu cầu sử dụng nước, vì vậy nguồn nước sạch trở thành một loại hàng hóa có giá trị. Tài nguyên nước đô thị bao gồm 4 hợp phần: Nước mặt, nước dưới

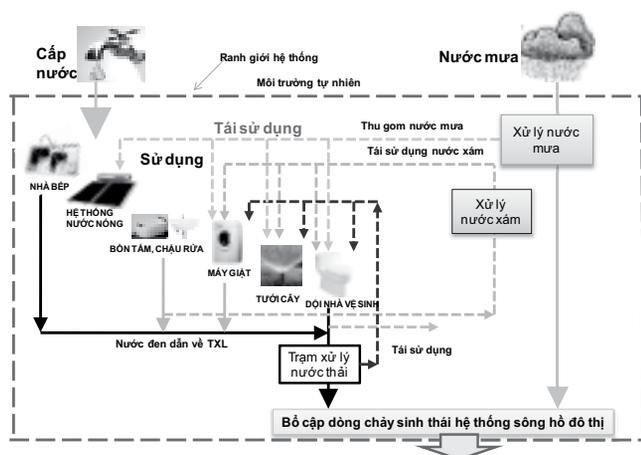
đất, nước mưa và nước thải. Nước mặt hoặc nước ngầm được khai thác, xử lý và cấp cho các đối tượng sử dụng nước đô thị. Nước thải sau đó được thu gom, xử lý và xả ra các nguồn tiếp nhận như sông, hồ, đại dương... Ở hệ thống này, các bộ phận nước đô thị không có sự liên kết và hệ thống tài nguyên nước chịu các áp lực nặng nề như suy thoái về chất lượng và số lượng. Hiện nay, nhiều khu vực trên thế giới đã áp dụng cách tiếp cận quản lý hệ thống nước bền vững. Trong đó, tài nguyên nước được đặt làm trung tâm, giảm thiểu việc sử dụng nước và tăng cường TSD nước trong công trình. Vì thế, giảm áp lực lên tài nguyên nước thiên nhiên và giảm thiểu sự xả thải chất ô nhiễm ra ngoài hệ sinh thái là yêu cầu cấp bách hiện nay.



▲ Hình 2. Mức độ xử lý nước theo mục đích sử dụng/TSD [6]

Theo Tổ chức Y tế thế giới (WHO), nước thải sinh hoạt sau xử lý có thể TSD vào 4 lĩnh vực: Hoạt động đô thị, sản xuất nông nghiệp, sản xuất công nghiệp và bổ cập nước ngầm. Trong hoạt động đô thị, một lượng lớn các nhu cầu sử dụng nước trong đô thị không đòi hỏi chất lượng nước cao. Sử dụng hiệu quả nước thải sau xử lý sẽ hỗ trợ công tác cấp nước bền vững ở các đô thị [7]. Nước thải sinh hoạt đô thị đã qua xử lý tùy theo nhu cầu, có thể sử dụng lại cho các mục đích: Tưới cây, rửa đường, dội rửa toilet, dự trữ cấp nước chữa cháy, tái tạo cảnh quan sông, hồ đô thị. Việc bổ cập cho tầng nước ngầm bằng nước thải đô thị được xử lý đảm bảo mức độ nhất định có thể giúp ngăn chặn hiện tượng sụt lún, giảm mực nước ngầm, ngăn chặn quá trình xâm nhập mặn, duy trì tài nguyên nước ngầm cho nhu cầu tương lai. Các hệ thống TSD nước thải đã phát triển đến mức được coi là hợp phần hữu hiệu trong quản lý nước đô thị và được sử dụng rộng rãi ở nhiều thành phố và quốc gia trên thế giới.

Theo cách tiếp cận quản lý hệ thống nước bền vững của OECD, 2018, để giảm thiểu việc sử dụng nước và tăng cường TSD nước trong công trình, từ đó giảm áp lực lên tài nguyên nước thiên nhiên và giảm thiểu sự xả thải chất ô nhiễm ra ngoài hệ sinh thái, mô hình quản lý bền vững hệ thống nước đô thị bao gồm giảm thiểu nước tiêu thụ, TSD nước mưa và nước thải cho các mục tiêu cấp nước khác nhau, được thể hiện trên Hình 3.



▲ Hình 3. Mô hình quản lý hệ thống nước đô thị bền vững [Nguồn: OECD, 2018]

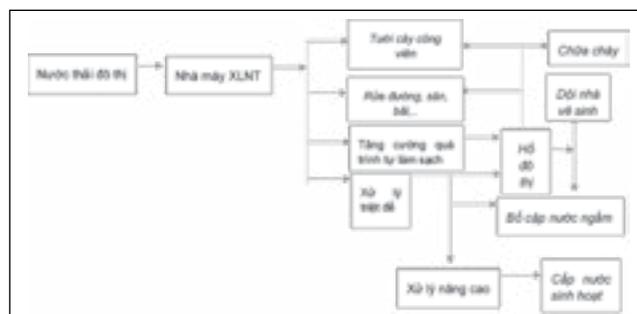
Nước thải đô thị được xử lý tại các nhà máy XLNT tập trung hoặc tại các trạm xử lý phân tán. Nước thải sau quá trình xử lý có thể TSD bên trong hoặc ngoài phạm vi nhà máy XLNT.

Trong nhà máy XLNT, nước thải có thể TSD cho các quá trình chuẩn bị hóa chất keo tụ, rửa bằng tải ép bùn, rửa xe..., hoặc rửa sàn, dội toilet, tưới cây... Ở phạm vi ngoài nhà máy, nước thải không chỉ sử dụng cho tưới tiêu nông nghiệp, mà còn có thể TSD cho các mục đích:

- Tái tạo (cả số lượng và chất lượng nước) nguồn tài nguyên nước mặt cho sông, hồ đô thị để duy trì môi trường cảnh quan sinh thái và điều hòa vi khí hậu cho đô thị;
- Bổ cập cho nước ngầm (đặc biệt cho tầng nước ngầm mạch nông tầng Holocene) từ sông, hồ đô thị để duy trì mực nước và hạn chế sụt lún do hạ thấp mực nước ngầm;
- Dự trữ nước cho các hoạt động đô thị với chất lượng nước không yêu cầu theo QCVN 01:2018/BYT – Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về nước sinh hoạt là: tưới cây và thảm cỏ, phun nước rửa đường, dội nhà vệ sinh, chữa cháy...

Nhu cầu sử dụng nước tại khu vực đô thị rất cao. Một lượng lớn nước sử dụng cho đô thị không cần phải xử lý đạt chất lượng như đối với nước dùng để sinh hoạt gia đình (ăn uống, tắm rửa vệ sinh và nấu nướng...), nước thải sau khi đã qua xử lý bậc hai, bậc ba và được khử trùng thì có thể sử dụng cho nhiều mục đích khác nhau như vệ sinh nhà xí, giặt giũ, rửa xe cộ, rửa đường, phun tưới cây trồng tạo cảnh quan, phòng chữa cháy...

TSD nước thải có thể được thực hiện ở nhiều lĩnh vực khác nhau tại các đô thị, tùy thuộc vào khả năng áp dụng và sự thuận lợi của nó. Sơ đồ tổng thể về khả năng TSD nước thải sau xử lý vào các hoạt động đô thị ở Việt Nam được nêu ở Hình 4 [8].



▲ Hình 4. Sơ đồ tổng thể TSD nước thải trong các hoạt động đô thị

TSD nước thải tại khu vực đô thị có thể tiết kiệm được rất nhiều chi phí dành cho môi trường, đặc biệt là trong vấn đề tiêu thụ nước và tiếp nhận nước thải. Nước thải sau xử lý là hợp phần tài nguyên nước đô thị, có thể tái tạo dòng chảy sinh thái tự nhiên và cảnh quan nhằm cải thiện môi trường sống và mang lại những lợi ích truyền thông, giáo dục cộng đồng.

### 3. Xây dựng quy trình TSD nước thải sau xử lý cho các hoạt động đô thị

#### 3.1. TSD nước thải trong nhà máy XLNT tập trung của đô thị

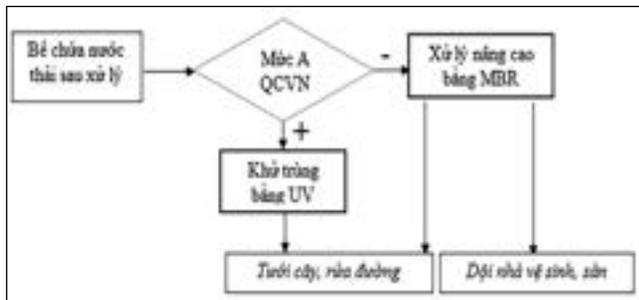
Trong quá trình vận hành nhà máy XLNT tập trung, một tỉ lệ lớn nước sạch phải cung cấp cho quá trình sinh hoạt của công nhân, hoạt động của các công trình, vệ sinh và làm mát thiết bị, tưới cây, rửa sàn, rửa đường, dội nhà vệ sinh. Tuy nhiên, do mục đích sử dụng khác nhau nên cũng không cần thiết phải sử dụng toàn bộ lượng nước cấp đảm bảo quy chuẩn về nước sinh hoạt trong hoạt động của nhà máy XLNT. Nghiên cứu của đề tài RD 37-20 năm 2022 cho thấy các mục đích dưới đây có thể TSD nước thải sau xử lý cho quá trình vận hành công trình và thiết bị XLNT [8].

- *Nhóm 1:* Sử dụng nước thải sau xử lý cho các công đoạn xử lý có yêu cầu nước sạch. Đây là loại nước thải TSD không hạn chế tiếp xúc với các mục đích: (i) Phun bể phản ứng sinh học để đập bọt bề hiếu khí, bể điều hòa, bể lắng cát thổi khí, với lưu lượng nước phun 0,007 m<sup>3</sup>/phút/m dài đường ống phun và chất lượng nước thải sau xử lý phải có SS nhỏ hơn hoặc bằng 50 mg/l; (ii) rửa bể lọc cát với cường độ 6-8 l/s-m<sup>2</sup> trong 5 phút hoặc bằng nước và gió kết hợp cường độ nước 3-4 l/s-m<sup>2</sup> trong 5 phút, yêu cầu chất lượng nước sau xử lý đạt mức A của QCVN 40:2011/BTNMT nhưng SS và BOD<sub>5</sub> phải nhỏ hơn hoặc bằng 25 mg/l; (iii) làm sạch sơ bộ công trình/thiết bị xử lý bùn với lượng nước 0,3 -1,0 m<sup>3</sup>/dàn-phút (phụ thuộc công suất và loại máy ép bùn) và chất lượng nước thải sau xử lý đạt mức A của QCVN 40:2011/BTNMT, tuy nhiên SS của nước thải sau xử lý phải nhỏ hơn hoặc bằng 30 mg/l; và (iv) chuẩn bị các loại hóa chất như PAC, polymer, vôi nước Ca(OH)<sub>2</sub>, dung dịch hypoclorit... để XLNT và bùn thải

với yêu cầu chất lượng nước sử dụng: Nước thải sau xử lý đạt mức A của QCVN 40:2011/BTNMT, tuy nhiên SS và BOD của nước thải sau xử lý phải nhỏ hơn hoặc bằng 20 mg.

- *Nhóm 2:* Sử dụng nước thải sau xử lý cho quá trình tưới cây và vệ sinh công trình. Đây là loại nước thải TSD không hạn chế tiếp xúc cho các nhu cầu: (i) Dội nhà vệ sinh và rửa sàn nhà máy với lượng nước tiêu chuẩn: 2 lít/m<sup>2</sup> sàn/ngày và chất lượng nước thải sau xử lý đạt mức A theo QCVN 40:2011/BTNMT nhưng TSS phải ≤30 mg/l và tổng Coliform ≤ 200 MPN/100 ml; (ii) tưới cây, rửa đường với lượng nước tiêu chuẩn là 3 lít/m<sup>2</sup>/ngày và rửa đường 0,4 lít/m<sup>2</sup>/ngày, đảm bảo chất lượng nước thải sau xử lý đạt mức B hoặc A theo QCVN 40:2011/BTNMT nhưng TSS phải ≤30 mg/l và tổng Coliform ≤ 200 MPN/100 ml.

Sơ đồ sử dụng trực tiếp nước đã qua xử lý để cấp cho các mục đích vệ sinh trong trạm/nhà máy XLNT đô thị thể hiện ở Hình 5.



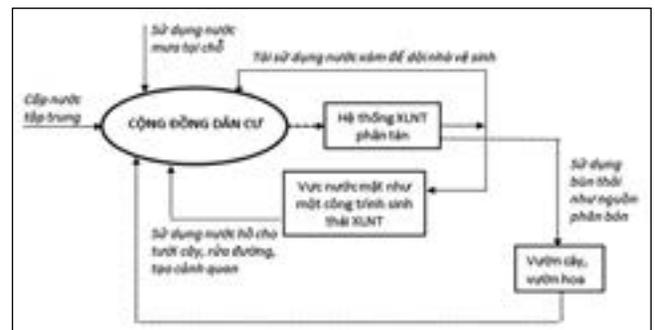
▲ Hình 5. Sơ đồ quy trình sử dụng nước thải sau xử lý cho các nhu cầu vệ sinh trong trạm/nhà máy XLNT tập trung của đô thị

Theo sơ đồ Hình 5, một phần nước thải sau xử lý được giữ lại trong bể chứa hoặc hồ ổn định để TSD cho các nhu cầu dùng nước sạch hoặc vệ sinh trong nhà máy/trạm XLNT. Nếu nước thải sau xử lý đạt mức A của QCVN 40:2011/BTNMT hoặc QCVN 14:2008 thì tiếp tục khử trùng nâng cao bằng thiết bị UV, sau đó dùng để tưới cây hoặc rửa đường trong nhà máy. Nếu nước thải sau xử lý đạt mức B của QCVN 40:2011/BTNMT hoặc QCVN 14:2008 thì phải tiếp tục xử lý nâng cao để SS ≤ 30 mg/l, BOD<sub>5</sub> ≤ 30 mg/l và tổng Coliform ≤ 200 MPN/100 ml trong công trình MBR (Membrane Bio-reactor) để có thể dội nhà vệ sinh, sàn xưởng hoặc bơm đi tưới cây, rửa đường trong nhà máy.

### 3.2. TSD nước thải từ các hệ thống/công trình XLNT phi tập trung

Đối với các khu đô thị, khu dân cư tập trung nhỏ hoặc cơ sở dịch vụ giải trí... độc lập riêng hoặc vùng ven đô được quản lý thoát nước theo hình thức phi tập trung với thoát nước riêng hoàn chỉnh (tách riêng nước mưa, nước thải đen và nước thải xám) hoặc không hoàn chỉnh (tách riêng nước mưa và nước thải).

Về phương diện TSD nước, hệ thống thoát nước phi tập trung quy mô nhỏ và vừa có thể phân ra các loại: Hệ thống thoát nước không TSD nước thải, TSD một phần nước thải và TSD hoàn toàn nước thải. Với mạng lưới thu gom nước thải ngắn hoặc không có, thì có thể tách thu gom và xử lý riêng các loại nước đen, nước xám. Quá trình xử lý nước xám đơn giản hơn so với nước đen và dễ TSD trực tiếp vào các mục đích như: dội khu vệ sinh, tưới cây, rửa đường. Đối với các hộ gia đình và công trình công cộng riêng, các khu resort... có thể tồn tại song song hình thức tổ chức thoát nước và XLNT phi tập trung đối với một số đối tượng dùng nước không ăn uống và hình thức tổ chức cấp nước phi tập trung từ nguồn nước xám sau xử lý. Hệ thống thoát nước phân tán có TSD nước thải (*Decentralized Sanitation and Reuse - DESAR*) được nêu ở Hình 6.



▲ Hình 6. Sơ đồ TSD nước thải từ hệ thống XLNT phân tán khu vực ven đô

Trên cơ sở các nguyên tắc tiếp cận quản lý tài nguyên nước bền vững, quy trình TSD nước thải và nước mưa cho các dự án khu đô thị, khu dân cư nhỏ, cơ sở dịch vụ nghỉ dưỡng... riêng rẽ, độc lập với hệ thống thoát nước tập trung của đô thị được thực hiện theo trình tự sau:

- Tổ chức thu gom nước: Tổ chức thoát nước riêng cho nước thải và nước mưa.
- Phân tích các điều kiện kinh tế, kỹ thuật để đánh giá khả năng tách riêng dòng nước đen và nước xám.
- Xác định nhu cầu dùng nước và chất lượng nước cấp để sử dụng cho các mục đích của dự án.
- Đánh giá khả năng TSD nước thải cho các mục đích sử dụng nước của đối tượng.
- Xác định đánh giá mức độ tiếp nhận nước mưa và nước thải (khả năng điều tiết nước mưa và khả năng tự làm sạch nước thải) của hồ cảnh quan sinh thái khu vực.
- Xác định mức độ xử lý, đề xuất dây chuyền công nghệ, tính toán thiết kế và lắp đặt công trình, thiết bị xử lý nước xám.
- Xác định mức độ xử lý, đề xuất dây chuyền công nghệ, tính toán thiết kế và lắp đặt công trình, thiết bị xử lý nước đen.

- Thiết kế và lắp đặt hệ thống cấp nước TSD nước xám (có tính đến việc bổ sung thêm nước từ hồ cảnh quan sinh thái) cho các mục đích dội nhà vệ sinh, rửa sân đường, chữa cháy (khi cần thiết)...

- Thiết kế và lắp đặt hệ thống cấp nước TSD nước đen (có tính đến việc bổ sung thêm nước từ hồ cảnh quan sinh thái) cho các mục đích tưới cây và thảm cỏ...

- Tính toán, lắp đặt các công trình và thiết bị bổ cấp nước thải (nước đen, nước xám), điều tiết nước mưa và tạo cảnh quan tăng cường quá trình tự làm sạch cho hồ cảnh quan sinh thái.

- Tính toán, lắp đặt các công trình và thiết bị bổ cấp nước thải sau xử lý, nước mưa, nước hồ cảnh quan sinh thái cho nguồn nước ngầm khu vực dự án.

### 3.3. TSD nước thải trong khu vực nội đô

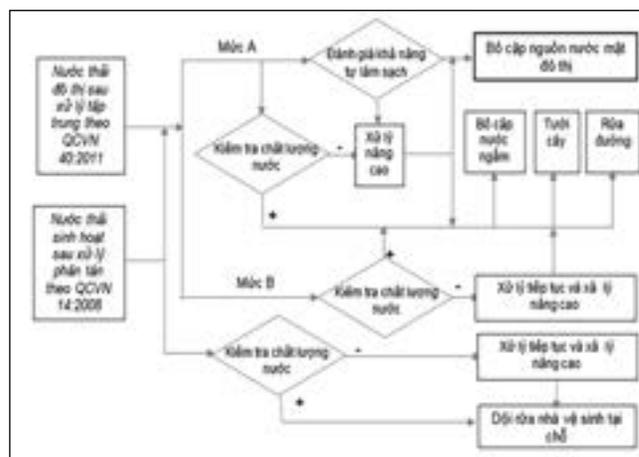
Trong đô thị, TSD nước thải sau xử lý cho các hoạt động chính của đô thị là phục vụ tưới cây, rửa đường, phòng chữa cháy... và bổ cấp để phục hồi nguồn tài nguyên nước ngầm, cũng như hệ sinh thái vực nước mặt sông hồ đô thị.

Để TSD nước thải, ngoài việc quan trắc chất lượng đạt yêu cầu xả thải, còn phải đánh giá chất lượng nước thải có phù hợp với yêu cầu sử dụng hay không. Vì đô thị là một môi trường tiếp xúc cộng đồng, nước thải TSD phải đảm bảo các điều kiện vệ sinh trong quy định của TCVN 12526:2018 (ISO 20761:2018), TSD nước tại các khu vực đô thị – Hướng dẫn đánh giá an toàn TSD nước – Các thông số và phương pháp đánh giá; TCVN -1:2018 (ISO 20760-1:2018), TSD nước tại các khu vực đô thị – Hướng dẫn cho hệ thống TSD nước tập trung – Phần 1: Nguyên tắc thiết kế của hệ thống TSD nước tập trung; TCVN -2:2018 (ISO 20760-2:2017), TSD nước tại các khu vực đô thị – Hướng dẫn cho hệ thống TSD nước tập trung – Phần 2: Quản lý hệ thống TSD nước tập trung.

Công trình xử lý bổ sung cho hệ thống XLNT đô thị có thể là bể lọc vật liệu lọc nổi tự rửa, bể lọc cát trọng lực hoặc áp lực, lọc đĩa, lọc màng MF... [9, 10]. Khi tiếp nhận nước thải sinh hoạt sau quá trình xử lý, để ổn định chất lượng nước hồ đô thị mức A và các thông số ảnh hưởng đến sức khỏe con người trong nước hồ dưới ngưỡng Bảng 1 của QCVN 08:2023/BTNMT [11], cần thiết phải sục khí, tiếp tục làm giàu oxy để tăng cường quá trình tự làm sạch của hồ [12]. Nước thải đô thị sau khi xử lý bằng các phương pháp truyền thống đạt quy chuẩn môi trường về xả thải được bổ cấp cho nguồn nước mặt và nước ngầm theo 3 quá trình: (i) Xử lý triệt để bằng các biện pháp và kỹ thuật nâng cao để có thể trực tiếp bổ cấp vào nguồn nước ngầm hoặc nước mặt sông hồ theo khả năng tự làm sạch của nó để dự trữ chữa cháy, cấp nước tưới cây, rửa đường và bổ cấp cho nước ngầm. (ii) Tiếp tục làm giàu oxy cho nước thải sau xử lý bổ cấp vào nguồn nước mặt sông hồ, và theo khả

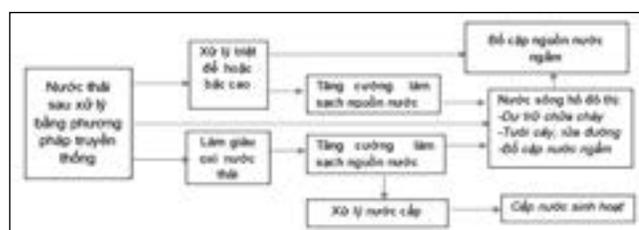
năng tự làm sạch của nó để dự trữ chữa cháy, cấp nước tưới cây, rửa đường và bổ cấp cho nước ngầm. (iii) Bổ cấp trực tiếp vào nguồn nước mặt sông hồ, và theo khả năng tự làm sạch của nó để dự trữ chữa cháy, cấp nước tưới cây, rửa đường và bổ cấp cho nước ngầm.

Quy trình TSD nước thải sau xử lý cho các hoạt động đô thị trong đó có bổ cấp nước thải cho sông, hồ đô thị được nêu tại Hình 7.



▲ Hình 7. Quy trình TSD nước thải sau xử lý cho các hoạt động đô thị

Do sự phức tạp của việc xây dựng mạng lưới đường ống và công trình cấp nước thải TSD, nước thải đô thị sau xử lý thường được bổ cấp vào các hồ đô thị để từ đó có thể lấy nước phục vụ cho các hoạt động đô thị như nêu ở phần 2. Quá trình tiếp nhận nước thải sau xử lý đạt yêu cầu xả thải vào nguồn tiếp nhận để phục vụ cho các mục đích cấp nước phi sinh hoạt trong đô thị được thể hiện theo sơ đồ Hình 8.



▲ Hình 8. Sơ đồ tiếp nhận nước thải sau xử lý vào các nguồn nước mặt để cấp nước phi sinh hoạt cho các hoạt động đô thị

Các vực nước mặt có thể tiếp nhận nước thải sau xử lý để phục vụ cấp nước cho các hoạt động đô thị: Hồ ổn định (vai trò xử lý tiếp tục nước thải) trong các nhà máy XLNT đô thị; Hồ đô thị (vai trò hồ điều hòa trên hệ thống thoát nước) tại các đô thị hoặc khu dân cư tập trung; Kênh sông nội đô (vai trò tiếp nhận và vận chuyển nước mưa trên hệ thống thoát nước đô thị).

Các tầng nước ngầm có vai trò quan trọng trong việc lưu chứa và quản lý nguồn nước ngọt, vì vậy cần phải được bổ sung liên tục để bù vào lượng nước đã khai thác tại các giếng khoan trong khu vực đô thị. Nước

thải sau xử lý có thể “bổ cập” lại, trực tiếp qua các giếng bơm vào hoặc gián tiếp qua các ao thấm, cho các tầng nước ngầm này. Đưa nước thải sau xử lý vào nguồn nước ngầm mạch nông để từ nguồn nước này bổ cập lại cho hồ đô thị, chống hiện tượng bốc hơi nước, giảm độ sâu hồ về mùa khô. Khi bổ cập nhân tạo cho nước ngầm, nước thải sau quá trình xử lý bằng công nghệ phổ biến và nâng cao để loại bỏ các thành phần độc hại, mầm bệnh, được tiếp tục thanh lọc tự nhiên bằng quy trình thấm qua đất và vận chuyển trong tầng ngầm nước. Đây chính là các quá trình: (i) lọc cơ học để tách các phần tử rắn lơ lửng, (ii) phân hủy sinh học các chất hữu cơ và chuyển hóa các chất dinh dưỡng (N, P), và (iii) kết tủa hóa học, hấp thụ và hấp phụ vật lý... để lưu giữ các thành phần hữu cơ và vô cơ lại trong đất... Chất lượng nước ngầm cần được theo dõi thường xuyên để đảm bảo các yêu cầu về chất lượng đối với các mục đích sử dụng cụ thể.

#### 4. Kết luận

Nước thải sau xử lý đảm bảo quy chuẩn kỹ thuật về môi trường là một thành phần tài nguyên nước đô thị, cần thiết phải quản lý hiệu quả và bền vững. Việc TSD nước thải vừa có ý nghĩa trong BVMT, vừa có hiệu quả kinh tế cao khi tiết kiệm được lượng lớn tài nguyên

nước trong các hoạt động đô thị. Đây cũng là biện pháp hiệu quả để giải quyết vấn đề khan hiếm nước đô thị trong tương lai.

Do đặc điểm sử dụng nước, nước thải sau xử lý có thể cấp để thay thế nước cấp sinh hoạt tập trung cho các hoạt động của nhà máy XLNT đô thị, cho cụm dân cư hoặc công trình có hệ thống thoát nước thải phân tán, cho tưới cây, rửa đường, phòng chữa cháy... ở đô thị. Nước thải sau xử lý bổ cập cho kênh hồ đô thị và địa tầng chứa nước ngầm sẽ góp phần tạo nên cảnh quan cũng như đảm bảo tính bền vững và ổn định của tài nguyên nước đô thị. Quy trình TSD nước được xây dựng cho các đối tượng sử dụng nước: Xử lý bổ sung để các nhóm sử dụng nước tại nhà máy XLNT tập trung, cho các ngôi nhà và công trình tổ chức thoát nước phi tập trung và bổ cập nước cho sông, hồ, đô thị để từ đó cấp cho một số hoạt động có dùng nước chất lượng không yêu cầu theo chất lượng nước sinh hoạt của QCVN 01-01:2018/BYT. Tuy nhiên, để đảm bảo an toàn cho các hoạt động cấp nước không ăn uống này cần thiết phải xây dựng các quy chuẩn kỹ thuật chất lượng nước cho các hoạt động này. Cũng trên cơ sở có các quy chuẩn kỹ thuật này sẽ hoàn thiện được các công nghệ và công trình xử lý tiếp tục hoặc xử lý nâng cao cho nước thải TSD■

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Chương trình đánh giá nước toàn cầu -World Water Assessment Programme, 2017. Báo cáo về sự phát triển nước trên thế giới của Liên hợp quốc năm 2017.
2. Gremillion, Paul and Avellán, Tamara, 2016. Wastewater as a Resource: The Water-Waste-Energy Nexus in Sub-Saharan Africa. Policy Brief.
3. USEPA, 2012. Guidelines-for-water reuse (<https://watereuse.org/wp-content/uploads/2015/04/epa-2012-guidelines-for-waterreuse.pdf>).
4. Luật BVMT số 72/2020/QH14.
5. Luật Tài nguyên nước số 17/2012/QH13.
6. Lazarova V., Choo K.H & Cornel P., 2012. Meeting the challenges of water-energy nexus: the role of reuse and wastewater treatment. In: Water 21, pp.2-17. 14(2).
7. Furumai, H., 2008. Rainwater and reclaimed wastewater for sustainable urban water use. *Physics and Chemistry of the Earth*, vol. 33, pp. 340-346.
8. Trần Đức Hạ, Lê Quang Hùng và cộng sự, 2021. Báo cáo đề tài NCKH cấp Bộ Xây dựng: Nghiên cứu các giải pháp sử dụng nước thải sau xử lý, mã số RD 37-20.
9. Nguyễn Việt Anh, Ứng Thị Linh Chi, Vũ Thị Minh Thanh, Nguyễn Trà My, 2019. Xử lý, tái sử dụng nước thải. Nhà xuất bản Xây dựng.
10. Nguyễn Phước Dân, 2011. Tiềm năng phục hồi nước thải để giảm căng thẳng nước ngọt ở TP. Hồ Chí Minh - Việt Nam, Tạp chí Bền vững nước, Tập 1, Số 3 năm 2011, 279-287.
11. Thông tư số: 01/2023/TT-BTNMT ngày 13/3/2023 của Bộ Tài nguyên và Môi trường ban hành quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng môi trường xung quanh.
12. Trần Đức Hạ, 2016. Hồ đô thị: Quản lý kỹ thuật và kiểm soát ô nhiễm. Nhà xuất bản Xây dựng.