

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 12525-1:2018

ISO 20760-1:2018

Xuất bản lần 1

**TÁI SỬ DỤNG NƯỚC TẠI KHU VỰC ĐÔ THỊ -
HƯỚNG DẪN CHO HỆ THỐNG TÁI SỬ DỤNG NƯỚC
TẬP TRUNG – PHẦN 1: NGUYÊN TẮC THIẾT KẾ HỆ
THỐNG TÁI SỬ DỤNG NƯỚC TẬP TRUNG**

*Water reuse in urban areas – Guidelines for centralized water reuse system –
Part 1: Design principle of a centralized water reuse system*

HÀ NỘI - 2018

Lời nói đầu

TCVN 12525-1:2018 hoàn toàn tương đương với ISO 20760-1:2018.

TCVN 12525-1:2018 do Ban kỹ thuật Tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC 282 *Tái sử dụng nước* biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Bộ tiêu chuẩn TCVN 12525 (ISO 20760), *Tái sử dụng nước tại khu vực đô thị – Hướng dẫn cho hệ thống tái sử dụng nước tập trung* gồm các tiêu chuẩn sau:

- TCVN 12525-1:2018 (ISO 20760-1:2018), Phần 1: Nguyên tắc thiết kế hệ thống tái sử dụng nước tập trung;
- TCVN 12525-2:2018 (ISO 20760-2:2017), Phần 2: Quản lý hệ thống tái sử dụng nước tập trung.

Lời giới thiệu

Cùng với sự phát triển về kinh tế, biến đổi khí hậu, gia tăng dân số và đô thị hóa nhanh chóng, nước đã trở thành một nguồn tài nguyên mang tính chiến lược, đặc biệt là ở các vùng khô hạn và bán khô hạn. Thiếu nước được coi là một trong những mối đe dọa nghiêm trọng nhất đối với sự phát triển bền vững của xã hội. Để khắc phục những thiếu hụt này, nước tái tạo đang được sử dụng để đáp ứng các nhu cầu về nước và chiến lược này ý nghĩa trong việc làm tăng độ tin cậy của các nguồn cung cấp nước lâu dài ở nhiều vùng khan hiếm nước.

Vai trò của việc tái sử dụng nước đang tăng lên ở các khu đô thị của nhiều quốc gia, bao gồm tưới cảnh quan; sử dụng trong công nghiệp; nước xả nhà vệ sinh và bồn tiểu; dùng để chữa cháy và dập lửa, làm sạch đường phố; sử dụng trong môi trường và giải trí (nước có tính chất trang trí, bổ sung cho các thủy vực); và rửa xe. Các hệ thống tái sử dụng nước tập trung này đã được phát triển đến mức hiện nay được coi là một hợp phần hữu hiệu trong quản lý nước đô thị và được sử dụng rộng rãi ở nhiều thành phố và quốc gia.

Các hợp phần cơ bản của hệ thống tái sử dụng nước tập trung bao gồm: nguồn nước, hệ thống thu gom nước thải (cống rãnh và trạm bơm), cơ sở xử lý nước thải; hệ thống phân phối nước tái tạo; lưu trữ nước tái tạo, hệ thống quan trắc chất lượng nước và qui trình hoạt động và bảo trì được các nhà khai thác có kinh nghiệm và trình độ cung cấp. Bản chất biến động và đa dạng của các nguồn nước hiện có là một thách thức để đảm bảo độ an toàn và tin cậy của nước trong từng hợp phần của hệ thống. Khó khăn khác nữa trong việc phân phối nước tái tạo là các ứng dụng tái sử dụng nước khác nhau đòi hỏi phải có những mức chất lượng nước khác nhau, dẫn đến yêu cầu phải lắp đặt hệ thống xử lý kèm theo.

Tiêu chuẩn này cung cấp các nguyên tắc thiết kế cho các hệ thống tái sử dụng nước tập trung tại khu vực đô thị. Hướng dẫn đưa ra các xem xét và giải quyết những vấn đề và các yếu tố quan trọng trong việc thiết kế các hợp phần khác nhau của hệ thống và nhằm trợ giúp cho các kỹ sư, các cơ quan quản lý, các nhà hoạch định chính sách và các bên liên quan để xem xét các cách tiếp cận khả thi và có hiệu quả để tái sử dụng nước an toàn và đáng tin cậy. Các chi tiết cụ thể về quản lý hệ thống tái sử dụng nước tập trung, được trình bày trong TCVN 12525-2 (ISO 20760-2).

Tái sử dụng nước tại khu vực đô thị – Hướng dẫn cho hệ thống tái sử dụng nước tập trung –

Phần 1: Nguyên tắc thiết kế hệ thống tái sử dụng nước tập trung

Water reuse in urban areas – Guidelines for centralized water reuse system –

Part 1: Design principle of a centralized water reuse system.

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này cung cấp hướng dẫn về qui hoạch và thiết kế các hệ thống tái sử dụng nước tập trung và các ứng dụng tái sử dụng nước tại các khu vực đô thị.

Tiêu chuẩn này áp dụng cho các cá nhân thực hiện và các cơ quan quản lý có ý định thực hiện các nguyên tắc và quyết định về tái sử dụng nước tập trung một cách an toàn, tin cậy và bền vững.

Tiêu chuẩn này đề cập đến toàn bộ hệ thống tái sử dụng nước tập trung và có thể áp dụng cho mọi hợp phần của hệ thống tái tạo nước (ví dụ, nước nguồn, xử lý, lưu trữ, phân phối, vận hành, bảo trì và quan trắc).

Tiêu chuẩn này cung cấp:

- Các thuật ngữ và định nghĩa ;
- Các hợp phần của hệ thống và các mô hình của hệ thống tái sử dụng nước tập trung;
- Các nguyên tắc thiết kế của hệ thống tái sử dụng nước tập trung;
- Các tiêu chí đánh giá chung và ví dụ liên quan về các chỉ tiêu chất lượng nước, tất cả đều chưa phải là các giá trị đặt ra hoặc ngưỡng mục tiêu; và
- Các yêu cầu cụ thể để xem xét và ứng phó khẩn cấp.

Các thông số thiết kế và các giá trị mang tính quy định của hệ thống tái sử dụng nước tập trung không thuộc phạm vi của tiêu chuẩn này.

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau rất cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất, bao gồm cả các sửa đổi, bổ sung (nếu có).

ISO 20670, *Water reuse – Terminology (Tái sử dụng nước – Từ vựng)*

3 Thuật ngữ và định nghĩa

Tiêu chuẩn này áp dụng các thuật ngữ và định nghĩa qui định trong ISO 20670 và các thuật ngữ định nghĩa sau.

3.1

Dòng chảy ngược (backflow)

Chuyển động của chất lỏng từ dưới lên trên trong hệ thống lắp đặt.

[NGUỒN: EN 1717:2000, 3.5]

3.2

Thiết bị chống dòng chảy ngược (backflow protection device)

Thiết bị được thiết kế để ngăn chặn sự nhiễm bẩn của nước uống được do *dòng chảy ngược* (3.1).

[NGUỒN: EN 1717:2000, 3.6]

3.3

Hệ thống khử phân tầng (destratification system)

Sử dụng các thiết bị cơ khí (ví dụ: bộ trộn bọt khí, máy trộn dùng ống thổi hoặc máy trộn không giới hạn) để giảm sự phân tầng cột nước, làm tăng sự di chuyển theo chiều thẳng đứng của oxy hòa tan và nhiệt trong bể/bể chứa, nhằm cải thiện chất lượng nước về mặt hóa học và kiểm soát sự phát triển của thực vật phù du.

3.4

Đánh giá độ tin cậy (reliability assessment)

Xác định và xem xét chính thức độ tin cậy của các hợp phần và thiết bị của hệ thống nước tái tạo.

CHÚ THÍCH 1: Đánh giá các xem xét và chi tiết các tiêu chuẩn vận hành, bảo trì, điều kiện vận hành tối hạn, yêu cầu về phụ tùng và tính khả dụng và bất kỳ vấn đề nào khác ảnh hưởng đến độ tin cậy hoặc hiệu suất xử lý của phương tiện tái tạo.

3.5

Cơ sở tái tạo nước (water reclamation facility)

Cơ sở thu hồi nước tái tạo để có chất lượng phù hợp cho mục đích sử dụng có ích.

3.6

Tái sử dụng nước tại khu vực đô thị (water reuse in urban areas)

Sử dụng có ích nước tái tạo cho các ứng dụng không dùng để uống và/hoặc uống gián tiếp ở các khu vực đô thị.

VÍ DỤ: Sử dụng cho cảnh quan, rửa đường phố, chữa cháy, ứng dụng trong công nghiệp, tăng cường cho môi trường, các ứng dụng giải trí, xả nước và sử dụng gia dụng khác, v.v...

4 Các thuật ngữ viết tắt

AI	alkalinity index	chỉ số kiềm
AGP	algal growth potential	tiềm năng phát triển tảo
AOC	assimilable organic carbon	carbon hữu cơ có thể đồng hóa
BDOC	biodegradable dissolved organic carbon	carbon hữu cơ có thể phân hủy sinh học
BGP	acterial growth potential	tiềm năng phát triển vi khuẩn
BOD	biochemical oxygen demand	nhu cầu oxy sinh hóa
CAPEX	capital expense	chi phí vốn
COD	chemical oxygen demand	nhu cầu oxy hóa học
HPC	heterotrophic plate count	số đếm vi sinh vật dị dưỡng trên đĩa
LR	Larson ratio	tỷ lệ Larson
LSI	Langelier saturation index	chỉ số bão hòa Langelier
OPEX	operating expense	chi phí vận hành
POU	point-of-use	điểm sử dụng
RSI	Ryznar stability index	chỉ số ổn định Ryznar
TN	total nitrogen	tổng nitơ
TP	total phosphorus	tổng photpho
TSS	total suspended solid	tổng chất rắn lơ lửng
TWW	treated wastewater	nước thải đã xử lý
WWTP	wastewater treatment plant	nhà máy xử lý nước thải

5 Lập kế hoạch và thiết kế hệ thống tái sử dụng nước tập trung

5.1 Khái quát

Lập kế hoạch là cơ sở để đảm bảo hiệu quả của một hệ thống tái sử dụng nước tập trung. Khi triển khai một quy hoạch tổng thể nước tái tạo, thì cần xem xét và xác định một cách cẩn thận các khía cạnh sau:

- Các nguyên lý và mục tiêu lập kế hoạch, bao gồm cả bảo vệ sức khỏe con người và môi trường;
- Phạm vi lập kế hoạch và tiến độ dự án;
- Xây dựng, vận hành và bảo trì cơ sở tái tạo nước và các thách thức vận hành tiềm ẩn;
- Độ tin cậy và dư thừa của hệ thống sản xuất, lưu trữ, truyền dẫn và phân phối tái tạo nước;

TCVN 12525-1:2018

- Các ứng dụng của nước tái tạo và số lượng, chất lượng nước liên quan;
- Khu vực đô thị sẽ được cung cấp nước tái tạo;
- Quy mô và cách bố trí của hệ thống và các liên kết/tuần thủ quy hoạch nước của địa phương hoặc khu vực;
- Tính khả thi kinh tế và khả năng kinh phí, gồm cả các chiến lược thuế quan và các thỏa hiệp;
- Tham vấn của các bên liên quan, thực hiện các cuộc họp và đối thoại;
- Khảo sát khách hàng để xác định các nhu cầu công nghiệp và gia dụng, giá trị nước tái tạo (sẵn lòng chi trả), khả năng kinh tế và tính bền vững;
- Thiết kế có ý thức về môi trường và giảm thiểu tác động môi trường;
- Nhận xét của công chúng và sự chấp nhận của xã đơn vị i.

Cần tiến hành xem xét định kỳ qui hoạch tổng thể nước tái tạo (do các cơ quan có thẩm quyền) và cập nhật, cải tiến khi có thông tin mới. Ví dụ, trong suốt thời gian vận hành, cơ quan quản lý nước có thể làm việc cùng với các bên liên quan trong nội bộ và bên ngoài, bao gồm cả cộng đồng và người sử dụng nước tái tạo tiềm năng, để đảm bảo rằng các vấn đề và mối quan tâm được hiểu rõ và được xem xét ^{[10], [11]}.

5.2 Ước tính nhu cầu sử dụng nước

5.2.1 Khái quát

Trong giai đoạn lập kế hoạch, cần đánh giá nhu cầu của từng ứng dụng tái sử dụng nước bao gồm cả số lượng và chất lượng nước tái tạo. Có thể áp dụng các phương pháp khác nhau để ước tính nhu cầu hiện tại và phân tích các ứng dụng sử dụng. Ngoài ra, khi chuyển từ hệ thống nước sạch tiêu chuẩn hoặc nước thải sang hệ thống tái sử dụng nước, việc xác định quy mô cơ sở hạ tầng sản xuất nước sạch có thể uống được phải được đánh giá thật kỹ để đảm bảo chất lượng nước/yếu tố về tuổi thọ nước vẫn còn nguyên vẹn (tức là tránh phục vụ quá công suất, tăng tuổi thọ nước và giảm dư lượng chất khử trùng).

5.2.2. Lượng nước tái tạo

Khi xác định lượng nước tái tạo có sẵn để tái sử dụng, cần xem xét một số yếu tố, bao gồm:

- a) Các đặc tính về số lượng và chất lượng nước thải xả ra từ các nguồn khác nhau (ví dụ: các loại thải công nghiệp, thương mại và các tổ chức, số lượng nhà ở, thấm/chảy ngầm, dòng chảy bề mặt, cống rãnh kết hợp hoặc riêng biệt, v.v.);
- b) Địa hình khu vực phục vụ và địa điểm các công trình xử lý nước thải hiện có;
- c) Sự biến động theo ngày và mùa của lượng nước thải được thu gom và xử lý;
- d) Lượng nước tái tạo có thể có sẵn sau khi xử lý và lưu trữ.

5.2.3 Xem xét tiềm năng sử dụng và đơn vị sử dụng cuối cùng nước tái tạo

Cần tiến hành đánh giá để xác định các đơn vị có tiềm năng sử dụng nước tái tạo, vị trí của họ và nhu cầu của họ về số lượng và chất lượng nước, đặc biệt là những đơn vị sử dụng có nhu cầu về nước có chất lượng và/hoặc chất lượng cao và các ứng dụng chi phí hiệu quả. Cần chú ý đặc biệt đến các động lực và lợi ích tiềm năng của việc sử dụng nước tái tạo; đặc biệt đối với những đơn vị sử dụng cuối cùng có nhu cầu nước lớn.

5.3 Điều kiện vị trí xây dựng

Khi lựa chọn vị trí xây dựng cho hệ thống tái sử dụng nước tập trung, cần xem xét các tiêu chí sau:

- a) Địa điểm và nhu cầu tương tự và đơn vị sử dụng nước tái tạo hiện tại và dự kiến trong tương lai;
- b) Sẵn có của vùng đất, đường đi và vùng trống cần thiết cho các hệ thống xử lý, lưu trữ, truyền dẫn và phân phối và các nhà máy bơm nước;
- c) Đánh giá phạm vi diện tích đất;
- d) Các xung đột về sử dụng đất và chính sách tái sử dụng nước tại địa phương;
- e) Khoảng cách (vị trí và số lượng các nguồn nước thải);
- f) Các yếu tố về xây dựng thủy lợi và dân dụng;
- g) Cơ hội hợp tác với các cơ quan khác;
- h) Khuôn khổ về môi trường như khí hậu, địa lý và địa hình;
- i) Các nguồn nước như nước mặt hoặc nước dưới đất;
- j) Mức độ chấp nhận xã hội về tái sử dụng nước.

Một hệ thống tái sử dụng nước tập trung có thể có hai cấu hình:

- Bổ sung xử lý nâng cao cho phương tiện xử lý nước thải tập trung hiện có;
- Xây dựng một phương tiện tái tạo tập trung mới để xử lý nước thải bổ sung và/hoặc sản xuất và làm sạch nước tái tạo.

Khó có thể tìm được một vị trí mà tất cả các điều kiện của vị trí đó đều tối ưu và xem xét điều chỉnh để bù đắp cho sự thiếu hụt của vị trí đó. Việc lập kế hoạch nên xem xét cả nhu cầu hiện tại và tương lai cho tất cả các đơn vị sử dụng nước tái tạo tiềm năng và sự phát triển khác nhau về nhu cầu đối với các nhu cầu nước khác nhau đang được xem xét. Để xác định các nhu cầu về nước tái tạo cần tiến hành đánh giá thị trường, đặc biệt là trong các cộng đồng có hạ tầng cơ sở đã được thiết lập. Các vấn đề khác cũng cần được xem xét bao gồm tác động của các thay đổi tiềm ẩn về quy hoạch sử dụng đất và khả năng phát triển đất đai trong tương lai.

5.4 Các hợp phần của hệ thống

Năm hợp phần tái tạo nước cần thiết sau đây cần được xem xét khi lập kế hoạch hệ thống tái sử dụng nước tập trung:

TCVN 12525-1:2018

- a) Nước nguồn (chất lượng và số lượng);
- b) Xử lý;
- c) Lưu trữ nước tái tạo;
- d) Phân phối nước tái tạo;
- e) Quan trắc.

(Các) Hệ thống lưu trữ có thể đặt trước và/hoặc sau đường ống dẫn chính tùy thuộc vào thiết kế thủy lực của hệ thống phân phối và phải cân bằng áp lực và lượng nước tái tạo.

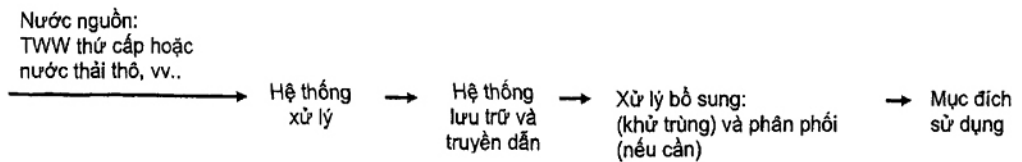
5.5 Các mô hình có thể có của hệ thống

5.5.1 Khái quát

Có bốn mô hình chung của một hệ thống tái sử dụng nước tập trung, cụ thể là ứng dụng đơn lẻ, đa ứng dụng, các ứng dụng về lưu trữ môi trường và tái sử dụng và sử dụng kiểu xếp tầng, từ các mô hình sử dụng đơn giản đến phức tạp hơn đều được xem xét trong tiêu chuẩn này.

5.5.2 Mô hình I – Ứng dụng đơn lẻ

Mô hình I sản xuất nước tái tạo chỉ cho một loại ứng dụng chất lượng nước tái sử dụng. Mô hình này tương đối đơn giản (Hình 1). Thường sử dụng hệ thống TWW thứ cấp làm nước nguồn trong hệ thống tái sử dụng nước tập trung. Trong một số trường hợp, khi cải tạo nước được tích hợp trong xử lý nước thải với mục đích tái sử dụng nước, nước thải không được xử lý từ hệ thống thoát nước được coi là nước nguồn (xem mô tả chi tiết tại 6.1). Một ví dụ điển hình của Mô hình I được nêu tại Hình 1.



CHÚ THÍCH: Việc xử lý bổ sung là tùy chọn và không bắt buộc, phụ thuộc vào nhu cầu sử dụng và chất lượng nước tái tạo.

Hình 1 – Ví dụ điển hình của Mô hình I cho ứng dụng đơn lẻ

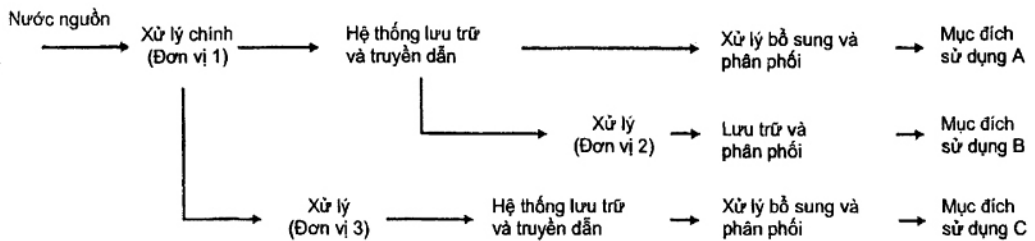
Mô hình I cần được xem xét khi:

- a) Nước tái tạo sẽ được cung cấp cho một đơn vị sử dụng đơn lẻ, như một nhà máy công nghiệp hoặc một tòa nhà độc lập, hoặc
- b) Nước tái tạo sẽ được cung cấp cho một mục đích sử dụng hoặc tiêu chuẩn nước tái tạo cho một đơn vị sử dụng đơn lẻ hoặc các đơn vị sử dụng tương tự, như khu dân cư hoặc công cộng nơi chất lượng của nước tái tạo phải đáp ứng tất cả các ứng dụng tái sử dụng nước.

Sử dụng nguyên tắc thiết kế đã được chấp nhận, công nghệ xử lý hoặc kết hợp các công nghệ cần được lựa chọn để đạt được các mục tiêu về chất lượng nước tái tạo cho mục đích sử dụng cụ thể và hiệu suất tổng thể của hệ thống nước tái tạo, xem TCVN 12526 (ISO 20761), ISO 20468-1 và Tài liệu tham khảo [12],

5.5.3 Mô hình II – Đa ứng dụng

Mô hình II tạo ra nhiều dòng nước tái tạo, mỗi dòng có một tiêu chí chất lượng nước khác nhau. Mô hình này thiết kế và vận hành phức tạp hơn và việc xử lý được tổ chức thành một cấu trúc phân cấp. Một ví dụ điển hình của Mô hình II được đưa ra tại Hình 2.



Hình 2 – Ví dụ điển hình của Mô hình II cho nhiều ứng dụng

Mô hình II nên được sử dụng khi nước tái tạo được cung cấp cho nhiều mục đích sử dụng cuối cùng với chất lượng nước khác nhau, như trong một khu công nghiệp với một số ngành khác nhau, hoặc một khu vực với các ứng dụng công nghiệp và gia dụng khác nhau đối với nước tái tạo.

Các vấn đề sau đây cần được xem xét khi lựa chọn công nghệ xử lý nước tái tạo hoặc phương án kết hợp công nghệ:

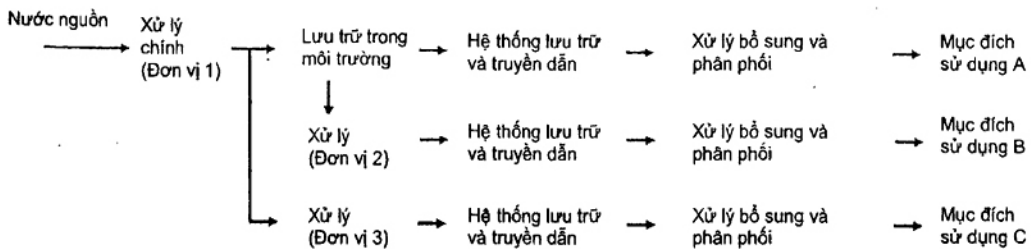
- a) Đơn vị xử lý 1 được thiết kế để đáp ứng các đặc tính về chất lượng và số lượng nước cho các đơn vị sử dụng lớn và có mức ưu tiên cao;
- b) Các đơn vị sử dụng nhỏ có nhu cầu chất lượng cao hơn có thể kết nối với Đơn vị xử lý chính (Đơn vị 1), nơi đồng thời cung cấp thiết bị xử lý bổ sung trước khi phân phối hoặc tại điểm sử dụng (POU). Quyền kiểm soát và trách nhiệm của đơn vị sử dụng cuối đối với cơ sở xử lý có thể thực hiện bằng một hợp đồng chi tiết và quyền truy cập vào cơ sở xử lý để đảm bảo chất lượng nước được duy trì theo các nhu cầu của họ. Có hai kịch bản có thể áp dụng:
 - Cơ sở xử lý nước tái tạo hợp đồng với đơn vị sử dụng cuối về hệ thống với số lượng và chất lượng qui định và cơ sở sẽ kiểm soát việc xử lý bổ sung;
 - Các đơn vị sử dụng nhỏ hợp đồng về số lượng đang được cung cấp và xây dựng phương án xử lý tăng cường tại vị trí riêng của mình, nơi họ có quyền kiểm soát và có trách nhiệm về việc xây dựng và vận hành hệ thống.
- c) Những đơn vị sử dụng nhỏ với yêu cầu chất lượng nói chung thấp hơn chất lượng của nước tái tạo có thể kết nối trực tiếp với đơn vị xử lý chính (Đơn vị 1) mà không cần xem xét để xử lý thêm.

TCVN 12525-1:2018

Chất lượng nước tối thiểu phải được đảm bảo bởi nhà cung cấp dịch vụ (nhà điều hành). Các nhu cầu chất lượng nước cho các đơn vị sử dụng cụ thể có thể đạt được bằng cách sử dụng quy trình xử lý bổ sung (ví dụ: Đơn vị 2 và Đơn vị 3).

5.5.4 Mô hình III – Các ứng dụng lưu trữ và tái sử dụng môi trường

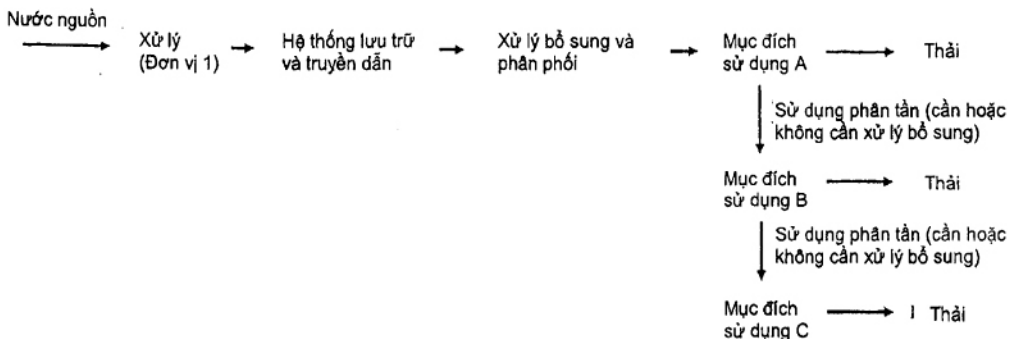
Mô hình III phải được xem xét khi các thủy vực như các vùng đất ngập nước tự nhiên/nhân tạo, ao, hồ, sông suối nằm gần hệ thống xử lý và có thể được sử dụng làm hồ chứa và/hoặc các đơn vị xử lý trong đó nước tái tạo có thể tiếp tục được làm sạch thêm. Quá trình lưu trữ nhằm mục đích cung cấp dung lượng đệm và/hoặc để tăng cường về mặt môi trường, để đạt được các lợi ích môi trường cao và tránh tác động bất lợi đến các đơn vị sử dụng. Việc lưu trữ và xử lý tại chỗ có thể tùy chọn như là một chức năng theo nhu cầu của người sử dụng. Một ví dụ điển hình của Mô hình III được nêu tại Hình 3.



Hình 3 – Ví dụ điển hình của Mô hình III cho các ứng dụng lưu trữ và tái sử dụng môi trường

5.5.5 Mô hình IV – Sử dụng nước tái tạo phân tầng

Mô hình IV cung cấp một hệ thống phân tầng đối với nước tái tạo, với việc sử dụng tuần tự hoặc phân tầng cho các ứng dụng tái sử dụng nước tái tạo khác nhau. Ví dụ, khi nước tái tạo được sử dụng cho mục đích công nghiệp, nước thải có thể được thu hồi từ cùng một quy trình công nghiệp và áp dụng cho các ứng dụng tái sử dụng tiếp theo, ví dụ như làm sạch hoặc tưới cảnh quan mà không cần xử lý bổ sung về chất lượng nước. Nếu yêu cầu chất lượng nước cao hơn cho các ứng dụng tái sử dụng tiếp theo, có thể cung cấp thêm quy trình xử lý hoặc có thể trộn nước tái sử dụng với nước có chất lượng cao hơn để có được chất lượng nước mong muốn cho ứng dụng tái sử dụng đó. Một ví dụ điển hình của Mô hình IV được nêu tại Hình 4.



Hình 4 – Ví dụ điển hình của Mô hình IV cho sử dụng phân tầng

5.6 Nguyên tắc cơ bản

Các nguyên tắc cơ bản về độ an toàn, tin cậy, tính ổn định và tính khả thi về kinh tế phải được kết hợp trong tất cả các điều khoản được áp dụng khi thiết kế hệ thống tái sử dụng nước tập trung.

6 Xem xét nước nguồn

6.1 Loại nước nguồn

6.1.1 Khái quát

Chất lượng của nước nguồn phải đảm bảo sao cho không có tác động xấu đến các ứng dụng tái sử dụng tiếp theo cũng như đối với sức khỏe con người và môi trường.

Các nguồn cho cơ sở cải tạo nước có thể bao gồm nước thải chưa được xử lý từ hệ thống cống hoặc nước thải đã xử lý (TWW) từ nhà máy xử lý nước thải (WWTP), với công nghệ xử lý và mức độ xử lý dựa trên nguồn nước và nhu cầu chất lượng nước tái tạo với sự xem xét các nguyên tắc về độ an toàn, tin cậy, ổn định, khả năng kinh tế và bảo vệ môi trường và sức khỏe cộng đồng.

Trong hầu hết các hoàn cảnh, hi vọng rằng TWW thứ cấp sẽ được sử dụng làm nguồn nước trong hệ thống tái sử dụng nước tập trung. Chất lượng của TWW thứ cấp thường đã được thiết lập. Ngoài ra, cải tạo nước có thể được tích hợp trực tiếp vào WWTP với mục đích tái sử dụng nước. Trong hệ thống tích hợp này, nguồn nước là nước thải chưa được xử lý từ hệ thống thoát nước, miễn là việc xử lý và độ tin cậy (về chất lượng và số lượng nước) đáp ứng nhu cầu tái sử dụng nước.

6.1.2 Nước thải đã xử lý từ WWTP

TWW thứ cấp thường được sử dụng làm nguồn nước tái tạo tại những khu vực đã có cơ sở xử lý nước thải tập trung. Điều này thường phải xem xét WWTP hiện tại để mở rộng hoặc nâng cấp, hoặc xây dựng gần đó của một cơ sở cải tạo nước mới. Để mở rộng hoặc nâng cấp các nhà máy xử lý nước thải hiện có, vấn đề quan trọng là khả năng tương thích với các quy trình xử lý hiện hành và một số yếu tố cần phải xem xét, bao gồm chất lượng TWW thứ cấp, không gian cho các cơ sở xử lý mới, sơ đồ thủy lực của nhà máy, các thay đổi về đường ống, xem xét về vận hành và các hệ thống phụ trợ. Trong mọi trường hợp, đều phải xem xét đến nhu cầu trong tương lai, quy hoạch vùng và tình trạng đất đai sẵn có.

6.1.3 Nước thải chưa được xử lý từ hệ thống thoát nước

Nước thải chưa được xử lý từ hệ thống thoát nước thường được coi là nước nguồn, ví dụ đối với:

- Các khu vực mới phát triển, nơi chưa có cơ sở xử lý nước thải tập trung, và
- Các khu vực có công suất xử lý nước thải hạn chế như các nhà máy xử lý sơ cấp.

Nước thải chưa được xử lý từ các hệ thống thoát nước thường có sẵn theo tỷ lệ dân số của khu vực được hệ thống thu gom bao phủ.

TCVN 12525-1:2018

Nhìn chung, nước thải chưa được xử lý từ hệ thống thoát nước có các đặc điểm sau:

- a) Nồng độ chất dinh dưỡng và các chất ô nhiễm hữu cơ và vô cơ cao hơn (bao gồm các hóa chất gia dụng và công nghiệp, dược phẩm và các sản phẩm chăm sóc cá nhân và các chất gây rối loạn nội tiết) so với TWW thứ cấp;
- b) Lượng chất rắn cao (ví dụ: cát sỏi, giấy, nhựa, khăn lau, v.v..) có thể gây tắc máy bơm, bộ lọc và các thiết bị khác;
- c) Tải lượng cao hơn và dài gây mầm bệnh rộng hơn;
- d) Thường được tập trung và tích trữ ở vùng trũng thấp của hệ thống thu gom.

Các thành phần, và các biến động trong chất lượng và khối lượng của nước thải chưa được xử lý là rất quan trọng cho việc thiết kế các giai đoạn xử lý, lưu trữ, phân phối và ứng dụng tiếp theo và cần được đánh giá một cách chính xác.

6.1.4 Các nguồn khác

Trong trường hợp khẩn cấp, sự cố bất thường hoặc gián đoạn về nguồn nước cấp, phải có sẵn các nguồn cung cấp nước dự phòng đáp ứng các đặc điểm kỹ thuật chất lượng nước cho các ứng dụng tái sử dụng nước để đáp ứng nguồn cung cấp dịch vụ thiết yếu (ví dụ, nước xả nhà vệ sinh). Các nguồn nước dự phòng có thể bao gồm nước uống được, nước mưa, sông và/hoặc các nguồn nước hồ nằm gần hệ thống tái sử dụng nước tập trung.

Khi các nguồn nước tái tạo không đủ để đáp ứng nhu cầu của đơn vị sử dụng, các nguồn bổ sung cần được xem xét khi có thể. Trong trường hợp đó, các nguồn này có thể yêu cầu bổ sung việc xử lý, lưu trữ hoặc pha trộn với các nguồn khác.

Nếu sử dụng nước uống được làm nguồn dự phòng hoặc nguồn bổ sung, hệ thống phân phối nước uống được phải được bảo vệ khỏi sự nhiễm bẩn tiềm ẩn từ nước tái tạo bằng cách sử dụng thiết bị chống dòng chảy ngược, tốt nhất là sử dụng rãnh khí ngăn cách.

6.2 Xem xét chất lượng nước đối với nước nguồn

6.2.1 Khái quát

Chất lượng và số lượng nước nguồn phải đáp ứng các xem xét về an toàn cho sức khỏe con người và an toàn môi trường của quá trình sản xuất và cung cấp nước tái tạo. Đây là hai vấn đề phải được giải quyết.

6.2.2 Nước nguồn thích hợp

Nước tái tạo có nguồn gốc từ nước thải sinh hoạt với tỷ lệ nước thải công nghiệp được kiểm soát có thể được coi là nước nguồn thô thích hợp cho các ứng dụng tái sử dụng nước.

6.2.3 Nước nguồn không phù hợp

Mặc dù các nguồn nước thải đô thị thường được dự kiến sẽ bao gồm hỗn hợp của các loại nước thải sinh hoạt, công nghiệp, thương mại và cơ quan (ví dụ như bệnh viện), nước thải từ các ngành công nghiệp và các tổ chức có chứa hóa chất độc hại hoặc tác nhân gây bệnh ở mức vượt quá mức cho phép theo qui định phải được loại trừ khỏi việc xem xét tái tạo và tái sử dụng có ích, vì hàm lượng cao của chất gây ô nhiễm có thể gây tác động bất lợi cho chất lượng nước tái tạo. Đặc biệt, cần thận trọng khi xem xét nước thải với tỷ lệ đáng kể nước thải từ bệnh viện do khả năng gây bệnh cao và có nhiều các chất khử trùng và dược chất, có thể tác động bất lợi đến quá trình xử lý sinh học.

Quy tắc về thực hành tốt phải được áp dụng để phát hiện và giảm thiểu các tác động bất lợi. Quy tắc này có thể bao gồm chương trình kiểm soát nguồn, hệ thống cấp phép, các yêu cầu riêng, cụ thể cho các ngành công nghiệp, quy trình quan trắc và đánh giá. Đầu vào nước thải công nghiệp, thương mại và/hoặc cơ quan có thể là nguồn nước thích hợp để tái sử dụng khi chất ô nhiễm được kiểm soát và xử lý trước một cách hiệu quả đến các mức có thể chấp nhận trước khi thải vào hệ thống thoát nước.

Nước thải phóng xạ và nước thải công nghiệp chứa quá nhiều kim loại nặng và hóa chất độc hại không được sử dụng làm nước nguồn.

6.3 Xem xét về độ tin cậy

6.3.1 Lượng nước

Lượng nước tái tạo sẵn có được xác định bởi lượng nước thải chưa xử lý thu gom được từ hệ thống thoát nước và/hoặc TWW thứ cấp sẵn có. Phải tính đến các hiện tượng rò rỉ đường ống, quá trình sử dụng nước và tổn thất nước không lường trước.

Số lượng nước là yếu tố biến động theo giờ và theo mùa và khi thiết kế cần xem xét đến yếu tố thay đổi này.

6.3.2 Chất lượng nước

Để giảm thiểu các biến động về chất lượng của nước nguồn, phải giải quyết các tác động có thể xảy ra do các tải lượng đột xuất từ nguồn nước thải công nghiệp và sự ngấm/chảy ngầm của nước mưa. Ngay khi nắm rõ được các tác động tiềm ẩn của việc xả thải công nghiệp và xác định được các chất ô nhiễm chính, chất lượng của nước tái tạo có thể được kiểm soát theo các phương thức lưu trữ đệm, quy trình xử lý phù hợp, kiểm soát nguồn từ công nghiệp và đào tạo các nhà khai thác, vận hành quy trình.

Đánh giá an toàn tái sử dụng nước phù hợp mục đích phải được thực hiện theo đúng các mục đích sử dụng, như được nêu trong TCVN 12526 (ISO 20761). Các thông số thông dụng để đánh giá chất lượng nước nguồn bao gồm các vi sinh vật chỉ thị [ví dụ: tổng coliform, coliforms phân, hoặc *Escherichia coli*], độ đục, TSS, BOD (và/hoặc COD như một thông số bổ sung), màu sắc, độ pH, tổng nitơ, tổng photpho và một số chỉ số cảm quan]. Danh mục các thông số quan trắc cần được lựa chọn theo phương pháp phù hợp với mục đích. Các thông số tùy chọn có thể bao gồm một số ứng dụng. Trong quá trình đánh giá chất lượng nước, cũng nên tính đến các vấn đề về độ ổn định như tái sinh vi khuẩn và các tác động

TCVN 12525-1:2018

bất lợi tiềm ẩn, như các nguy cơ ảnh hưởng đến sức khỏe, tác động đất hoặc các vấn đề môi trường khác. Thông tin liên quan đến các tiêu chí chất lượng nước được khuyến nghị cho ứng dụng tái sử dụng nước ở một số quốc gia có thể tham khảo trong Phụ lục A của TCVN 12526 (ISO 20761) và Tài liệu tham khảo [13], [14], [15] và [16].

6.3.3 Đánh giá độ tin cậy

Mỗi chương trình nước tái tạo phải tiến hành đánh giá độ tin cậy để xác định quy trình và phần thiết bị nào là thiết yếu, quan trọng và không quan trọng đối với việc sản xuất, phân phối và sử dụng cuối cùng của nước sản phẩm. Đánh giá này xác định mức độ ảnh hưởng của việc thiếu, bỏ qua các quy trình và thiết bị thiết yếu, quan trọng và không quan trọng đối với chất lượng nước tái tạo và chất lượng mà vì nó gây ảnh hưởng đến khả năng sản xuất, phân phối và sử dụng nước tái tạo. Kết quả đánh giá phát hiện sẽ được tích hợp vào thiết kế của các nhà máy xử lý để đảm bảo đầy đủ việc dự phòng, lưu trữ trong nhà máy, các vùng đệm ổn định cho môi trường và bao gồm cả các cảnh báo. Thiết kế cũng xác định các nhu cầu tối thiểu và quan trọng đối với nhân viên vận hành.

6.4 Xem xét về kinh tế

Tính khả thi kinh tế của tái sử dụng nước, bao gồm chi phí vốn và chi phí vận hành, phải được đánh giá theo từng trường hợp cụ thể. Hiệu quả chi phí cho việc sử dụng nước nguồn để tái sử dụng nước phải được so sánh với các nguồn nước sẵn có khác (ví dụ: CAPEX, OPEX, giá nước, tiết kiệm chi phí gián tiếp, v.v...).

7 Hệ thống xử lý nước tái tạo

7.1 Khái quát

Cần xem xét các yếu tố sau đây đối với nước tái tạo:

- Chất lượng nước nguồn;
- Mục đích xử lý và chất lượng mục tiêu của nước tái tạo;
- Hiệu suất công nghệ của các cơ sở xử lý;
- Địa điểm của các cơ sở xử lý và các hạn chế của vị trí trong khu vực;
- Các xem xét về năng lượng và kinh tế.

Phải lựa chọn các công nghệ và quy trình xử lý để đáp ứng nhu cầu và mục tiêu của việc sử dụng cuối cùng.

7.2 Nguyên tắc thiết kế hệ thống xử lý tái sử dụng nước tập trung

7.2.1 Khái quát

Trong quá trình thiết kế hệ thống xử lý tái sử dụng nước tập trung, phải tích hợp các nguyên tắc về an toàn, độ tin cậy, ổn định và khả năng kinh tế. Đồng thời cũng cần xem xét để tránh các tác động bất lợi về môi trường.

7.2.2 An toàn

Nước tái tạo an toàn phải đảm bảo có chất lượng phù hợp với mục đích sử dụng, nhằm bảo vệ sức khỏe con người và môi trường tránh khỏi các tác động bất lợi của mầm bệnh, chất gây ô nhiễm từ hóa chất độc hại hoặc chất dinh dưỡng. Ví dụ, nước tái tạo có chứa hàm lượng muối cao (ví dụ: natri và bo) có thể gây độc hại đặc biệt cho một số loại cây trồng. Khi đề xuất nguồn cung cấp dự phòng hoặc bổ sung để đảm bảo độ tin cậy và được cung cấp từ hệ thống nước uống được, khuyến nghị nhà cung cấp sử dụng thiết bị chống dòng chảy ngược giữa hai hệ thống để bảo vệ hệ thống nước uống được không bị ô nhiễm. Việc lựa chọn thiết bị chống dòng chảy ngược được đề xuất khuyến nghị là tùy thuộc và liên quan đến loại nguy cơ ô nhiễm đã xác định.

Khi đánh giá chất lượng nước phải tính đến việc xem xét đánh giá về an toàn tái sử dụng nước "phù hợp với mục đích" theo mục đích sử dụng cuối cùng.

7.2.3 Độ tin cậy

Có thể đánh giá các nhu cầu về số lượng nước và tính khả dụng bằng cách xác định nhu cầu về nước tái tạo và đảm bảo rằng nguồn cung cấp có thể đáp ứng nhu cầu cao điểm. Sử dụng việc đánh giá độ tin cậy để chứng minh rằng nước tái tạo đã xử lý có số lượng và chất lượng được chấp nhận khi chuyển dẫn đến hệ thống phân phối. Phải xem xét các khía cạnh sau đây để đảm bảo độ tin cậy của quá trình xử lý:

- a) Các nguồn nước dự phòng và nguồn cấp điện;
- b) Thiết bị dự phòng hoặc thay thế;
- c) Sử dụng theo mùa hoặc tạm thời hoặc lượng nước tái tạo được lưu trữ đệm (tùy thuộc vào hoàn cảnh, ví dụ như lưu trữ trong mùa đông, lưu trữ khẩn cấp, tưới theo mùa hoặc gia tăng dòng chảy);
- d) Tính thực dụng và hiệu quả của quá trình xử lý và khử trùng để đảm bảo hiệu suất ổn định;
- e) Các chương trình quan trắc, như quan trắc trực tuyến, hệ thống cảnh báo và điều khiển tự động để phát hiện và kiểm soát các khiếm khuyết của quá trình và xả thải không được kiểm soát trong các hệ thống thu gom nước thải đô thị;
- f) Vận hành, bảo dưỡng và kiểm soát của cơ sở xử lý.

7.2.4 Tính ổn định

Đánh giá tính ổn định có thể gồm ổn định hoạt động và tính ổn định/phù hợp về chất lượng nước thải.

Trong quá trình thiết kế hệ thống xử lý, điều quan trọng là thực hiện các cuộc kiểm tra về mục tiêu hiệu suất (ví dụ, đánh giá tính nhất quán và khả năng phục hồi của hệ thống) dựa trên các phương pháp đánh giá chất lượng nước để đảm bảo dư lượng của các thông số hóa học và vi sinh vật có thể chấp nhận được. Trong một số trường hợp, đối với nước tái tạo có nguy cơ cao tiếp xúc trực tiếp với con người, cần phải thực hiện một phương pháp tiếp cận đa rào cản hoặc tối thiểu một rào cản kép để

TCVN 12525-1:2018

giảm các nguy cơ về vi sinh vật. Cũng có thể xem xét thiết bị dự phòng bao gồm việc bổ sung các biện pháp ngoài các nhu cầu tối thiểu để đảm bảo luôn đạt được các mục tiêu hiệu suất. Dự phòng bao gồm các quy trình xử lý có khả năng độc lập vào cùng một loại chất gây ô nhiễm và cung cấp thiết bị và nguồn điện dự phòng.

Có thể đánh giá được tính ổn định về hóa học bằng cách xem xét các thông số thông thường, như độ pH, độ kiềm, nhiệt độ, độ cứng, clorua và sulfat. Trong một số trường hợp rất cụ thể, các thông số khác, như chỉ số bão hòa Langelier (LSI), chỉ số ổn định Ryznar (RSI), chỉ số kiềm (AI) và tỷ lệ Larson (LR) cũng có thể cần quan tâm, cũng như thêm một số chỉ số ổn định vi sinh vật khác như số đếm vi sinh vật dị dưỡng trên đĩa (HPC), carbon hữu cơ có thể đồng hóa (AOC), carbon hữu cơ có thể phân hủy sinh học (BDOC), tiềm năng phát triển tảo (AGP) và tiềm năng phát triển vi khuẩn (BGP).

7.2.5 Khả năng về kinh tế

Đánh giá khả năng kinh tế cần tiến hành xem xét việc đầu tư vốn ban đầu cho xây dựng và lắp đặt và các chi phí cho quá trình vận hành và bảo trì. Chi phí xử lý sẽ chịu ảnh hưởng bởi vị trí, chất lượng nước nguồn, số lượng và chất lượng nước thải cho mục đích sử dụng, chi phí năng lượng và chi phí cho lao động. Theo quy định, các mức thuế cụ thể được thiết lập để thúc đẩy việc tái sử dụng nước bền vững.

7.2.6 Môi trường

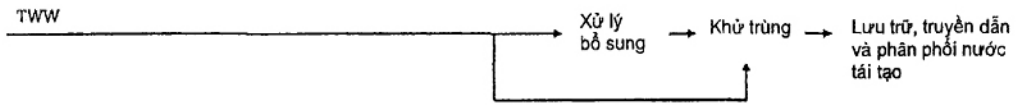
Bảo vệ môi trường và tránh các tác động bất lợi cho môi trường là quan trọng, mang tính quyết định^[17]^[18]^[19], Có thể xem xét các khía cạnh sau đây để đảm bảo tính bền vững môi trường trong tái sử dụng nước:

- a) Tác động sử dụng đất;
- b) Các hệ sinh thái, các loài hoặc đa dạng sinh học (ví dụ: các vùng đất ngập nước, các loài bị đe dọa, động vật hoang dã và môi trường sống);
- c) Vùng ngập lũ, các vùng đất nông nghiệp quan trọng, đất công viên hoặc khu bảo tồn;
- d) Số lượng hoặc chất lượng nước mặt hoặc nước dưới đất;
- e) Chất lượng không khí xung quanh hoặc các mức tiếng ồn.

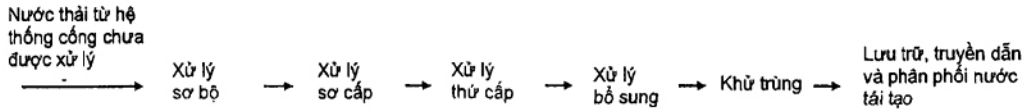
7.3 Cấu hình hệ thống xử lý tái sử dụng nước tập trung có thể

Hình 5 hiển thị sơ đồ của một hệ thống xử lý nước tái tạo điển hình. Khi nước nguồn là TWW thứ cấp, hệ thống thường bao gồm các quy trình xử lý và khử trùng bổ sung [Hình 5 a)]. Nếu nước nguồn là nước thải từ hệ thống cống rãnh chưa được xử lý, hệ thống này phải bao gồm các quy trình xử lý sơ bộ, sơ cấp, thứ cấp và các quy trình xử lý và khử trùng bổ sung [Hình 5 b)]. Các quá trình xử lý và khử trùng bổ sung là các thành phần chính trong xử lý nước tái tạo. Các đơn vị sử dụng cụ thể có thể thực

hiện các phương pháp xử lý bổ sung khác nếu họ có các nhu cầu đặc biệt về chất lượng của nước tái tạo (ví dụ: loại bỏ muối).



a) Cơ sở xử lý tái tạo nước được xây dựng phía dưới, và gần nhà máy xử lý nước thải



b) Cơ sở xử lý tái tạo nước được tích hợp trong nhà máy xử lý nước thải

CHÚ THÍCH: Xử lý nâng cao là tùy chọn và cần được xem xét tùy thuộc vào chất lượng và mục đích sử dụng nước tái tạo.

Hình 5 – Sơ đồ của hệ thống tái sử dụng nước tập trung điển hình

7.4 Quá trình xử lý

Trong một số trường hợp, xử lý nâng cao cần được xem xét. Để đảm bảo an toàn và độ tin cậy của hệ thống xử lý, tùy thuộc vào các ứng dụng nước tái tạo, cần xem xét áp dụng phương pháp xử lý kết hợp đa rào cản và hệ thống quan trắc được khuyến cáo, cũng như sự cần thiết các công nghệ tối thiểu (ví dụ khử trùng). Cách tiếp cận đa rào cản làm nổi bật việc sử dụng các biện pháp kết hợp như một hệ thống tích hợp.

Cách xử lý bổ sung thông dụng bao gồm các công nghệ lọc (lọc cát nhanh, lọc vải/đĩa hoặc lọc tinh).

Các công nghệ khử trùng thông dụng có thể bao gồm clo hóa, bức xạ cực tím và ozon hóa.

Công nghệ xử lý nâng cao phổ biến có thể bao gồm hấp phụ cacbon hoạt tính và trao đổi ion, lọc màng (ví dụ: vi lọc, siêu lọc, lọc nano và thẩm thấu ngược) và quá trình oxy hóa nâng cao (ví dụ, quá trình oxy hóa điện hóa, quá trình oxy hóa xúc tác quang hóa và bức xạ) [20].

8 Hệ thống lưu trữ nước tái tạo

8.1 Khái quát

Các phương tiện lưu trữ nước tái tạo là những hợp phần thiết yếu trong hệ thống tái sử dụng nước. Phải thiết kế và vận hành hệ thống lưu trữ đầy đủ để cân bằng các thay đổi về dòng chảy thủy lực, đáp ứng các nhu cầu nước, giảm các dao động về áp lực và cung cấp các lượng dự trữ cho các sự cố chữa cháy, mất điện và các trường hợp khẩn cấp khác. Khi xây dựng các phương tiện lưu trữ phải xem xét các loại hình lưu trữ và đặc thù khác nhau. Tính toàn vẹn về cấu trúc của hệ thống cũng phải được đảm bảo và có các biện pháp phòng ngừa hiện tượng rò rỉ và rò thấm từ hệ thống.

8.2 Các loại hình lưu trữ

8.2.1 Khái quát

Các phương tiện lưu trữ có thể ở dạng các công trình mở (ao hoặc hồ chứa) hoặc khép kín (các bể chứa có mái che hoặc tầng ngầm). Các loại hình lưu trữ bị ảnh hưởng bởi địa hình, thảm thực vật, hoạt động địa chấn, nguy cơ đóng băng, tính khả dụng của đất, vốn và chi phí vận hành và thử nghiệm trước đó.

8.2.2 Các hồ chứa mở

Các hồ chứa có bề mặt mở thường được sử dụng tại các cơ sở lớn. Chúng có thể được sử dụng như là một phần của hệ thống xử lý và phân phối (ví dụ: hồ điều hòa), hoặc có thể sử dụng để lưu trữ nước tái tạo trước khi bơm vào hệ thống phân phối. Các ao lưu trữ nằm trong khuôn viên thường được sử dụng cho các ứng dụng đô thị như tưới sân golf và công viên.

Kích thước của hồ chứa lưu trữ dạng mở phụ thuộc vào mục tiêu lưu trữ. Lưu trữ ngắn hạn là lựa chọn chủ yếu cho cảnh quan đô thị và tưới sân golf. Lưu trữ liên tục trong thời gian dài chủ yếu sử dụng cho tưới nông nghiệp, các dự án tái sử dụng nước đô thị lớn hoặc tái sử dụng gián tiếp đối với nước uống được. Các thông tin liên quan đến tái sử dụng nước cho tưới có thể tham khảo trong các TCVN 12180-1 (ISO 16075-1), TCVN 12180-2 (ISO 16075-2), TCVN 12180-3 (ISO 16075-3) và ISO 16075-4.

CHÚ THÍCH: Trong trường hợp tái sử dụng gián tiếp đối với nước uống được, nước tái tạo được thải vào môi trường lưu trữ đệm trước khi được lấy và xử lý thông qua các công trình xử lý nước cho mục đích nước sạch. Môi trường đệm cho trường hợp tái sử dụng gián tiếp đối với nước uống được có thể là bể chứa có bề mặt hở hoặc hồ, hoặc một tầng chứa nước. Có thể tham khảo các tiêu chuẩn liên quan khác để biết thêm thông tin cụ thể về trường hợp tái sử dụng gián tiếp đối với nước uống được^[21].

8.2.3 Các hồ chứa khép kín

Hai loại hồ chứa khép kín chính, cũng gọi là bể chứa, được sử dụng trong các hệ thống cải tạo nước: bể ngầm và bể nổi.

Việc lựa chọn và thiết kế bể chứa phụ thuộc vào địa hình, tính khả dụng của đất và sự xem xét về chi phí. Việc xây dựng các bể nổi luôn rẻ hơn các bể ngầm. Các bể này có một số ưu điểm, ví dụ, các chi phí về thiết bị điện thấp hơn, vì chúng có thể được nạp đầy trong các giờ có nhu cầu điện thấp và nước có thể được phân phối bằng tự chảy trong các giờ nhu cầu điện cao.

8.2.4 Lưu trữ và phục hồi tầng chứa nước

Nước tái tạo cho các loại hình cung cấp không dùng để uống, ví dụ, tưới và phục hồi hệ sinh thái, cũng có thể được lưu trữ trong các tầng chứa nước không uống được khi vượt quá chất lượng nước tái tạo đáp ứng phù hợp các xem xét của các tầng chứa nước. Các tầng chứa nước để lưu trữ nước tái tạo không được sử dụng trực tiếp (khi không có xử lý bổ sung) làm nguồn nước sạch. Điều quan trọng là phải đảm bảo các tầng chứa nước không được kết nối với tầng chứa nước sạch. Do tình hình lưu trữ

và điều kiện địa điểm phức tạp nên cần xem xét và đề phòng các vấn đề về địa chất thủy văn để ngăn ngừa ô nhiễm nước dưới đất, có khả năng giải phóng các hợp chất có hại tự nhiên như arsen và các kết nối tiềm ẩn với nước dưới đất được sử dụng để cung cấp nước uống được. Trong từng trường hợp, phải xem xét tính đến các hoàn cảnh cụ thể ^{[22] [23] [24] [25]}.

CHÚ THÍCH: Đối với việc lưu trữ và phục hồi tầng chứa nước, điều quan trọng là sử dụng nước từ tầng chứa nước sao cho đảm bảo các tiêu chuẩn chất lượng nhất định có thể được thỏa thuận trước khi quá trình tái nạp tầng chứa nước hoặc các quy trình quan trắc/xử lý thích hợp được thực hiện tại điểm sử dụng.

8.3 Xem xét về lưu trữ

Tùy thuộc vào các mục tiêu, xem xét về lưu trữ có thể được phân loại theo các đặc điểm của lưu trữ hoạt động và theo mùa. Những khía cạnh này cần được xem xét trong thiết kế lưu trữ và có thể có tác động đáng kể đến chi phí vốn của hệ thống.

Vận hành lưu trữ cần được thực hiện điều tiết cho phù hợp với biến động hàng ngày hoặc tạm thời của các dòng nước:

- Cân bằng đầu vào và đầu ra của dòng nước tái tạo qua hệ thống;
- Cung cấp lưu trữ khẩn cấp cho quá trình duy trì, xử lý lại hoặc thải bỏ nước tái tạo nhưng không được chấp nhận; và
- Cho phép xả thải thích hợp và có kiểm soát ra môi trường.

Các loại hình như hồ chứa hoặc ao, mở hoặc có che phủ, có thể được sử dụng để cho loại hình lưu trữ hoạt động. Đặc biệt, nên dùng thép kết cấu hoặc mái che linh hoạt cho bể bê tông. Các bể chứa bằng nhựa có chi phí thấp thường được sử dụng cho các hệ thống lưu trữ nhỏ.

Lưu trữ theo mùa được sử dụng để:

- Giữ lại lượng nước tái tạo dư thừa trong một khoảng thời gian cụ thể có nhu cầu thấp hoặc lượng nước nguồn cao, ví dụ: các trận mưa hoặc mùa mưa,
- Đảm bảo sẵn đủ nước để đáp ứng nhu cầu cao điểm,
- Tối đa hóa việc sử dụng nước tái tạo có sẵn, và
- Cung cấp lượng lưu trữ lâu dài.

Một hệ thống tái sử dụng nước lớn có thể có nhiều hơn một loại hình lưu trữ theo mùa.

Một số yếu tố cần được xem xét khi lựa chọn vị trí lưu trữ tối ưu, bao gồm điều kiện thủy lực và thủy văn, khoảng cách đến các đơn vị sử dụng, mục đích sử dụng cuối cùng đối với chất lượng nước và nước liên quan, tính khả dụng của đất, địa lý, địa hình, khả năng tiếp cận, điều kiện đất, các mối nguy hiểm và xây dựng. Nước tái sử dụng cũng có thể được lưu trữ tại các cơ sở phục vụ, chẳng hạn như điểm phân phối hoặc tại vị trí được khách hàng chỉ định.

Các ao đất được sử dụng phổ biến để lưu trữ dài hạn theo mùa.

8.4 Xem xét về quy mô của phương tiện lưu trữ và luân chuyển nước tái tạo

Các xem xét về quy mô phương tiện lưu trữ thường có thể ước tính từ tổng mức sử dụng trung bình hàng ngày (như cầu cao điểm và ngoài giờ), chữa cháy và/hoặc các tình huống khẩn cấp khác, khả năng bảo trì bù lại hoặc ngắt đường ống và khả năng bổ sung cho nhu cầu trong tương lai. Các yếu tố khác cũng cần được xem xét, bao gồm các đặc điểm của các đơn vị sử dụng, nhu cầu cao điểm tiềm năng (hàng ngày và theo mùa) và các dao động, tiềm năng cho các cao điểm đồng thời, áp lực phân phối nước, vận tốc dòng chảy, thời gian so le của sự tiêu thụ nước cuối cùng, thời gian gián đoạn có thể chấp nhận khi đang phục vụ và sự sẵn có của các nguồn cung cấp khác.

Cũng giống như sự đáp ứng nhu cầu cao điểm, sự luân chuyển nước tại các phương tiện lưu trữ cũng phải được đảm bảo tại các thời điểm khác khi nhu cầu giảm. Nước chưa sử dụng có thể bị ứ đọng và có thể tạo ra mùi không mong muốn do quá trình lên men của chất hữu cơ và cặn lắng đọng. Ở vùng khí hậu lạnh, việc đóng băng có thể xảy ra khi không đảm bảo sự luân chuyển tốt. Việc sử dụng hệ thống tuần hoàn hoặc khuấy trộn có thể giải quyết được vấn đề về kém luân chuyển nước.

8.5 Kiểm soát chất lượng nước

Các quá trình vật lý, hóa học và sinh học (như trong Bảng 1), cũng như sự ô nhiễm từ bên ngoài có thể làm suy giảm chất lượng nước tái tạo được lưu trữ.

Bảng 1 – Các vấn đề chung về chất lượng nước liên quan đến việc lưu trữ nước tái sử dụng

Các vấn đề về lý học	Các vấn đề về hóa học	Các vấn đề về sinh học
Nhiệt độ	Các thay đổi về độ pH và độ kiềm	Phát triển tảo
Độ đục	Nhiễm bẩn hóa chất	Tái sinh vi sinh vật
Chất rắn lơ lửng	Hình thành sản phẩm phụ từ khử trùng	Phụ dưỡng
Cảm quan (mùi, màu và độ đục)	Mùi và vị	Nhiễm khuẩn
CHÚ THÍCH: Theo US EPA (2012).		

Các vấn đề về chất lượng nước là có liên quan lẫn nhau. Việc kiểm soát chất lượng nước phải dựa trên sự đánh giá an toàn tái sử dụng nước được thiết kế phù hợp với mục đích, và tuân thủ theo các mục đích sử dụng cuối cùng. Phải thực hiện các cách thức quản lý như kiểm soát nguồn và/hoặc giảm thiểu nguy cơ thông qua việc loại bỏ chất dinh dưỡng, quản lý độ đục, quản lý lượng clo dư, hạn chế các nguồn ánh sáng và các giới hạn về thời gian lưu thủy lực. Kiểm soát tảo hiệu quả có thể đạt được thông qua sự khử phân tầng trong bể chứa, kiểm soát chất dinh dưỡng, xử lý hóa học, hoặc lắp đặt các lưới chắn tốt ở cửa xả hoặc xử lý bằng siêu âm. Nếu sử dụng lưu trữ theo kiểu tầng, thì cần kiểm soát độ mặn. Quá trình xử lý bổ sung bao gồm thực hiện qui trình khử clo hóa để duy trì chất lượng của nước tái tạo tại điểm sử dụng.

8.6 Các xem xét cụ thể đối với các bể chứa lưu trữ mờ

8.6.1 Khái quát

Tại các phương tiện lưu trữ mờ như hồ chứa và ao hồ cần quan tâm chủ yếu đến sự bay hơi và chất lượng nước.

8.6.2 Bay hơi

Có thể xảy ra sự bay hơi đáng kể từ các phương tiện lưu trữ mờ. Diện tích bề mặt trên một đơn vị thể tích của nơi trữ nước càng lớn thì sự thất thoát nước do bay hơi càng cao. Sự thất thoát nước thông qua quá trình bay hơi phải được tính toán và bao gồm khi ước tính quy mô của phương tiện lưu trữ. Cũng tương tự như sự thất thoát nước, sự bay hơi lâu dài có thể dẫn đến làm tăng độ mặn của nước tái tạo. Dòng bù trực tiếp từ nước mưa hoặc các nguồn khác có thể bù đắp các tổn thất do bay hơi.

8.6.3 Kiểm soát chất lượng nước

Các hệ thống lưu trữ mờ được đặc trưng bởi có nguy cơ cao về suy giảm chất lượng nước. Chất lượng nước có thể bị ảnh hưởng bởi các chất ô nhiễm từ bên ngoài, như phân của chim và các động vật khác, các vi sinh vật từ gió bụi và mảnh vụn, chất hữu cơ, tảo, sự phát triển của vi tảo và dòng chảy bề mặt không kiểm soát được. Cần chú ý đặc biệt đến sự phát triển của tảo và sự lây nhiễm mầm bệnh từ bên ngoài (ví dụ, nhiễm virus cúm gia cầm và các loài chim khác). Vì lý do này, khuyến nghị xây dựng các bể khép kín cho tất cả các mục đích sử dụng tại khu vực đô thị có nguy cơ cao cho sức khỏe (khả năng tiếp xúc trực tiếp với nước tái tạo).

Cần phải thực hiện đầy đủ các cách thức quản lý để ngăn chặn chất lượng nước xuống cấp (ví dụ, điều kiện yếm khí có thể phát triển trong bể khép kín) hoặc phải đảm bảo xử lý bổ sung trước khi phân phối.

8.6.4 Các phương tiện sau xử lý

Nếu chất lượng nước tái tạo bị giảm đi trong thời gian lưu trữ mờ, thì phải thực hiện sau xử lý, tùy thuộc vào mục tiêu chất lượng nước và các xem xét cụ thể. Các phương pháp sau xử lý có thể bao gồm một hoặc nhiều tùy chọn dưới đây:

- Các phương tiện lọc như bộ lọc hoặc cánh đồng tưới nhân tạo để làm sạch nước tái tạo;
- Kiểm soát thời gian lưu thủy lực, hoặc các phương pháp và thiết bị khác để ngăn chặn phát triển tảo quá mức (ví dụ: công nghệ siêu âm);
- Hệ thống khử phân tầng để duy trì tính đồng nhất của nước tái tạo;
- Tái clo hóa để đảm bảo khử trùng bổ sung và duy trì clo dư trong hệ thống lưu trữ và phân phối.

9 Hệ thống phân phối và truyền dẫn nước tái tạo

9.1 Khái quát

Khi thiết kế hệ thống phân phối và truyền dẫn nước tái tạo phải xem xét về các hợp phần của hệ thống, các mô hình cung cấp, vật liệu ống, màu sắc và dấu hiệu nhận dạng cũng như kiểm soát chất lượng

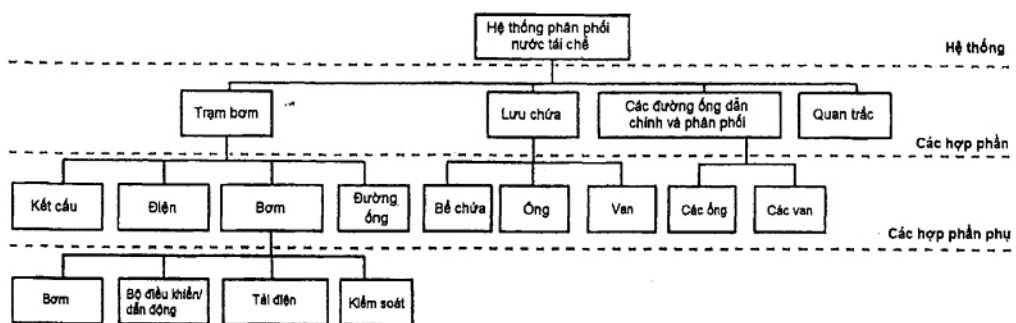
TCVN 12525-1:2018

nước [26] [27] [28]. Nói cách khác, việc thiết kế hệ thống phân phối nước tái tạo cũng tương tự như hệ thống phân phối nước sạch, vì chất lượng cũng như số lượng nước phải đáp ứng các tiêu chuẩn an toàn và độ tin cậy cao. Khác biệt cơ bản giữa thiết kế hệ thống của hệ thống phân phối nước tái tạo và hệ thống phân phối nước sạch bao gồm quản lý nhu cầu và xem xét cụ thể để kiểm soát các kết nối chéo.

9.2 Các hợp phần và mô hình của hệ thống phân phối

9.2.1 Các hợp phần

Các hợp phần chính của hệ thống phân phối nước tái sử dụng phải bao gồm các trạm bơm, lưu trữ và truyền dẫn và hệ thống đường ống phân phối (như trong Hình 6). Lưu trữ phân phối được đề cập tại 9.4.



Hình 6 – Ví dụ về các hợp phần của hệ thống phân phối nước tái sử dụng

9.2.2 Mô hình

Tại các khu vực đô thị, một "hệ thống phân phối kép" thường được áp dụng liên quan đến hai hệ thống đường ống nước riêng biệt phân phối nước cho các đơn vị sử dụng, một hệ thống dẫn nước sạch và một hệ thống dẫn nước tái tạo khác phục vụ cho mục đích không để uống. Hệ thống phân phối nước tái sử dụng là một hệ thống riêng biệt và/hoặc song song với hệ thống phân phối nước sạch.

Tại các khu vực phát triển, nơi có hệ thống phân phối nước sạch hiện có đang hoạt động, cần giải quyết các vấn đề cải tạo trong quy hoạch, thiết kế và xây dựng hệ thống phân phối nước tái tạo.

Tại các khu vực mới phát triển, tích hợp các quá trình quy hoạch, thiết kế và xây dựng hệ thống phân phối nước sạch và nước tái tạo đã mang lại lợi ích về quản lý tài nguyên nước và tiết kiệm chi phí.

9.2.3 Nguyên tắc thiết kế

Các nguyên tắc về an toàn, độ tin cậy, tính ổn định và tính khả thi về kinh tế cần được kết hợp trong thiết kế hệ thống phân phối nước tái sử dụng.

Đối với những vấn đề về an toàn, việc ngăn chặn các kết nối chéo, sử dụng không đúng cách nước tái tạo và vận hành không đúng hệ thống là những xem xét quan trọng trong thiết kế của bất kỳ hệ thống phân phối nước tái sử dụng. Các biện pháp bảo vệ có thể được điều chỉnh để đáp ứng các khía cạnh cụ thể của dịch vụ, người sử dụng và bên điều hành.

Độ tin cậy của hệ thống phân phối nước tái sử dụng thường không cao bằng hệ thống phân phối nước sạch. Trong nhiều trường hợp (ví dụ: khi sử dụng lưu trữ trung gian), hệ thống phân phối nước tái tạo có thể chịu sự gián đoạn (ví dụ: vài giờ hoặc một ngày) mà không gây hại quá mức. Thỏa thuận dịch vụ với đơn vị sử dụng có thể bao gồm các điều khoản liên quan đến thời gian gián đoạn dịch vụ có thể chấp nhận được.

Đối với các vấn đề về độ ổn định, nước tái tạo trong hệ thống phân phối phải được bảo vệ tránh nhiễm vi khuẩn và/hoặc hóa chất. Khuyến cáo lấy mẫu và phân tích nước định kỳ từ hệ thống phân phối.

Đối với các vấn đề kinh tế, cần phân tích hiệu quả chi phí của hệ thống phân phối nước tái tạo. Có thể tiến hành đánh giá về chi phí vốn ban đầu cho thiết kế, xây dựng và triển khai hệ thống và các loại chi phí cho vận hành và bảo trì (ví dụ: chi phí cho các đồng hồ nước, các biện pháp kiểm soát kết nối chéo và cải tạo đường ống, kiểm tra và thanh tra kế hoạch).

Đối với các vấn đề môi trường, có thể phải tính đến các tác động tiềm ẩn của hệ thống truyền dẫn và phân phối nước tái tạo đối với vùng đất xung quanh, hệ sinh thái, chất lượng không khí, các mức ồn và chất lượng cũng như số lượng nước mặt và nước dưới đất.

9.3 Trạm bơm

9.3.1 Khái quát

Các trạm bơm phải được thiết kế để đảm bảo hệ thống phân phối đủ tin cậy để đạt được dải áp suất phân phối và tốc độ dòng chảy của nguồn cung cấp. Nếu hệ thống được thiết kế để phục vụ tất cả các khách hàng từ một vị trí trung tâm, thì nên áp dụng tổ hợp gồm lưu trữ cao, lưu trữ mặt đất và trạm bơm tăng áp để duy trì áp suất hệ thống và vận tốc dòng chảy. Ngoài ra, thiết kế của một trạm bơm có thể xem xét đến khả năng có thể mở rộng. Do đó, cần có đủ không gian cho các máy bơm và thiết bị bổ sung.

9.3.2 Áp lực phân phối nước tái tạo

Cần duy trì áp lực đủ cho hệ thống phân phối nhằm đáp ứng nhu cầu của khách hàng trong khu vực phục vụ. Một số yếu tố cần được xem xét khi xác định mức áp lực phân phối tối thiểu và tối đa, chẳng hạn như các loại hình sử dụng cuối cùng, các nhu cầu sử dụng cuối cùng, các nhu cầu cao điểm, các hạn chế về vật liệu ống và tổn thất áp suất giữa nguồn nước và điểm sử dụng.

Khi xem xét về áp suất đối với các nhu cầu cao và một phạm vi rộng lớn có nghĩa là rất khó để duy trì sự phân phối với áp suất không đổi. Trong những điều kiện này, có thể cần tối ưu hóa việc truyền dẫn nước cho các đơn vị sử dụng và cung cấp dung lượng lưu trữ tại chỗ cho các đơn vị sử dụng lớn.

Để tạo thêm mức độ an toàn, mạng lưới phân phối tái sử dụng được vận hành ở áp suất thấp hơn so với hệ thống cấp nước uống được, đồng thời duy trì khả năng sử dụng, để hạn chế các rủi ro về nhiễm bẩn cho nước sạch từ các kết nối chéo trái phép.

9.3.3 Vận tốc dòng nước tái tạo

Khi thiết kế hệ thống phân phối nước tái tạo cần phải đánh giá cẩn thận về vận tốc dòng chảy tối thiểu và tối đa và các tổn thất đầu ống. Tốc độ dòng chảy chủ yếu phụ thuộc vào lượng nước tái tạo, nhu cầu tiêu thụ và khả năng điều chỉnh.

9.4 Hệ thống phân phối nước tái tạo

9.4.1 Tránh tình trạng ứ đọng

Lý tưởng nhất khi có thể là các hệ thống phân phối nước tái tạo được lắp đặt dạng vòng để giảm thiểu khả năng xảy ra tình trạng ứ đọng trong mạng nhánh cụt. Mạng lưới phân phối ban đầu phải phân phối nước tái tạo một cách an toàn và đáng tin cậy cho khách hàng. Nếu có thể, nên tránh hoặc giảm các ống dẫn cụt (kể cả trong các tòa nhà) để tránh những thay đổi về chất lượng nước tiềm ẩn do thời gian lưu thủy lực lớn, sự tái sinh của vi khuẩn và sự ăn mòn đường ống. Khi bị ứ đọng, dư lượng clo có thể khó duy trì và oxy có thể bị thất thoát khi sinh mùi. Do đó, có thể áp dụng một số hành động để xử lý các tình huống này (ví dụ: có thể lắp đặt thiết bị thổi có thể được mở định kỳ để cho phép xả hoặc rửa đường ống để bảo trì hoặc kiểm tra). Phải xem xét các nhu cầu và chi phí trong tương lai khi thiết kế một hệ thống phân phối hiệu quả.

9.4.2 Bố trí và vật liệu đường ống

Một mạng lưới phân phối thông thường bao gồm một hoặc nhiều đường ống chính và một số đường ống nhánh đảm bảo việc phân phối nước tái tạo đến các điểm sử dụng cuối cùng. Nắm vững về vị trí của các điểm chính sử dụng cuối cùng và sự phân bố về không gian của chúng trong một cộng đồng là các tiêu chí chính để thiết kế các tuyến ống dẫn. Đường ống dẫn chính phải được xây dựng tại vị trí mà cho phép các kết nối với cả hai đường ống trong tương lai và những đơn vị sử dụng nước lớn đã được xác định trước đó. Đường ống dẫn nước sạch phải được bảo vệ và phải ở trên và có khoảng cách đủ lớn theo chiều ngang khi chạy song song với các ống nước thải hoặc tái chế. Ngoài ra, các đường ống dẫn nước tái tạo phải được thiết kế với khoảng cách đủ thích hợp theo chiều dọc và chiều ngang với đường ống thoát nước thải.

Khi lựa chọn vật liệu đường ống cần xem xét các yếu tố khác, ví dụ, chất lượng dự đoán của nước, áp suất, dòng chảy, điều kiện địa chất và tính khả thi về mặt kỹ thuật và kinh tế. Các tác dụng phụ của một số hóa chất, như clo, đối với vật liệu đường ống cũng cần được xem xét. Vật liệu đường ống sử dụng trong các hệ thống phân phối nước tái tạo bao gồm sắt dẻo, thép, polyvinyl clorua, polyethylene mật độ cao và polyester có gia cố sợi thủy tinh.

9.4.3 Chất lượng nước trong hệ thống phân phối

Để duy trì nước tái tạo có chất lượng cao, clo, như một chất khử trùng thường được sử dụng dư để kiểm soát sự phát triển của màng sinh học trong các hệ thống phân phối. Mức clo dư được xác định bởi thời gian lưu của nước tái tạo trong hệ thống phân phối và các nhu cầu clo cần cho nước tái tạo. Cần xem xét qui trình tái clo hóa tại các trạm bơm trung gian và bơm tăng áp để duy trì nồng độ clo dư

mong muốn cho đến tận điểm sử dụng. Nếu nước tái tạo được thải ra suối để tăng cường dòng chảy, thì điều quan trọng là phải xem xét sự cần thiết phải khử clo trước khi xả nước, để bảo vệ môi trường thủy sinh hoặc phải xem xét các giải pháp công nghệ khử trùng khác thay thế (ví dụ, ôzon hóa, ánh sáng tử ngoại, sunfat đồng, axit peracetic và khử trùng) để tránh nguy cơ hình thành các sản phẩm phụ khử trùng và giảm độc tính cho các loài thủy sinh.

Cũng cần xem xét các tác động môi trường tiềm ẩn khi sử dụng nước tái tạo để làm sạch đường phố.

9.4.4 Hệ thống mã hóa bằng màu, ký hiệu và nhãn nước

Các kết nối vật lý trực tiếp không được bảo vệ giữa hệ thống phân phối nước tái tạo không uống được và bất kỳ hệ thống phục vụ nào khác, bao gồm hệ thống cấp nước sạch và hệ thống nước thải hoặc nước mưa, đều không được phép. Cần thực hiện các biện pháp hiệu quả để phòng ngừa, ngăn chặn các kết nối chéo và dòng chảy ngược từ mạng lưới xử lý nước tái tạo không uống được vào hệ thống phân phối nước uống được.

Đường ống phân phối nước tái tạo không uống được phải được nhận dạng khác với đường ống sử dụng cho nước sạch. Ví dụ: có quy định riêng về màu (như màu tím) hoặc gắn nhãn cho các thành phần phân phối nước tái tạo không uống được. Có thể áp dụng nhận dạng bằng cách quét sơn, ghi nhãn hoặc bọc quần tùy điều kiện. Các phần nổi trên mặt đất như van và ống dẫn cũng phải được đánh dấu hoặc dán nhãn thích hợp để chỉ ra rằng chúng được sử dụng cho nước tái tạo không uống được. Các phần chôn ngầm cũng phải được nhận diện một cách thích hợp. Trên mặt nhìn thấy của các hộp van có thể được sơn và ghi nhãn để chỉ rõ đó là nguồn cấp nước không uống được.

Việc sử dụng sơn hoặc chất kết dính để cố định cho nhãn có thể ảnh hưởng đến ống nhựa/phụ kiện hoặc chất lượng của chất lỏng đang được dẫn trong ống qua sự xâm thấm (ví dụ, keo dán nhãn). Trong những trường hợp này, cần có tư vấn từ nhà sản xuất ống nhựa để xác định sự phù hợp của bất kỳ hợp chất sơn phủ hoặc chất kết dính nào được sử dụng.

9.4.5 Các kết nối phục vụ và vị trí đơn vị sử dụng

Khi hệ thống nước tái tạo sử dụng cung cấp cho nhiều đơn vị sử dụng, cần xem xét chi tiết kết nối dịch vụ tiêu chuẩn. Điều này có thể bao gồm hệ thống mã hóa bằng màu, ký hiệu và nhãn; hoặc khi có hệ thống cung cấp dự phòng hoặc bổ sung thì phải lắp đặt thiết bị thích hợp chống dòng chảy ngược (thiết bị bảo vệ dòng chảy) trong phạm vi của đơn vị sử dụng để tránh nhiễm chéo sang hệ thống cấp nước uống được.

10 Hệ thống quan trắc

10.1 Khái quát

Phải quan trắc chất nước tái tạo để đảm bảo an toàn, độ tin cậy, hiệu quả quản lý và tính bền vững của hệ thống tái sử dụng nước. Hệ thống quan trắc có thể bao gồm quan trắc dòng chảy và quan trắc chất lượng nước và được thiết kế dựa trên đánh giá về an toàn theo mục đích sử dụng, tức là "phù hợp với

TCVN 12525-1:2018

mục đích" [xem TCVN 12526 (ISO 20761)]. Quan trắc chất lượng nước là cách thức quản lý cơ bản đối với hiệu suất của hệ thống kiểm soát và hạn chế các nguy cơ rủi ro.

Để đối chiếu, hệ thống quan trắc phải bao gồm các thông số liên quan, phù hợp để quan trắc và kiểm soát hoạt động. Ví dụ, pH, BOD, COD, TSS, độ đục, clo dư, chất dinh dưỡng, độc tính, độ dẫn điện và vi sinh vật chỉ thị thường được sử dụng để kiểm tra chất lượng nước tái tạo. Việc lựa chọn các thông số quan trắc chất lượng nước phù hợp phụ thuộc vào thông số kỹ thuật của từng hệ thống riêng biệt. Ngoài ra, các tiêu chí và tần suất quan trắc được xác định rõ ràng và phải thiết lập cho từng thông số để đạt được chất lượng nước tái tạo và mục tiêu tái sử dụng một cách nhất quán. Cần thực hiện các hành động thích hợp nếu chất lượng nước và mục tiêu tái sử dụng không đạt được.

10.2 Vị trí và các trạm quan trắc

Các trạm quan trắc phải được thiết lập tại các vị trí quan trọng trong toàn bộ hệ thống tái sử dụng nước, từ đó có thể lấy các mẫu nước định kỳ để phân tích trong phòng thí nghiệm. Khuyến nghị lắp đặt các thiết bị quan trắc trực tuyến có hệ thống cảnh báo, cảm biến trực tuyến, đồng hồ áp suất và các bộ điều khiển tự động cho các ứng dụng tái sử dụng nước có nguy cơ cao về sức khỏe (có tiềm năng tiếp xúc trực tiếp với nước tái tạo) để cung cấp dữ liệu theo thời gian thực về hiệu suất của hệ thống.

Theo nguyên tắc, tại cửa xả của các nhà máy tái tạo nước lắp đặt các thiết bị quan trắc trực tuyến và thiết bị lấy mẫu nước tự động và làm lạnh được trang bị đầy đủ.

10.3 Quan trắc nước nguồn

Cũng có thể được cài đặt hệ thống quan trắc trực tuyến và cảnh báo sớm để quan trắc chất lượng nước nguồn (ví dụ, nước thải thứ cấp) và lưu lượng nước. Đặc biệt, độc tính của nước thải đô thị chảy đến mà có các lượng đầu vào cao từ các ngành công nghiệp và bệnh viện thì phải tiến hành quan trắc và kiểm soát chặt chẽ. Việc quan trắc thường xuyên hơn và lưu trữ đệm là cần thiết khi chất lượng và số lượng của nước nguồn dao động đáng kể, hoặc nếu chất lượng của nguồn đặc biệt thấp.

10.4 Quan trắc và kiểm soát các cơ sở xử lý

Hiệu suất của cơ sở xử lý phải được quan trắc để đảm bảo hiệu quả hoạt động của các quá trình xử lý và chất lượng nước thải phù hợp với các mục tiêu nhằm tới. Phải thiết lập hệ thống quan trắc, cảnh báo và kiểm soát trực tuyến để phát hiện sự cố về quy trình (ví dụ: kiểm tra tính toàn vẹn của màng, liều lượng chất khử trùng, v.v...). Các thiết bị quan trắc chất lượng nước trực tuyến cũng được lắp đặt tại các cơ sở xử lý chính và tại đầu ra của cơ sở xử lý tái tạo nước.

Các dụng cụ lấy mẫu nước được lắp đặt tại các cửa đầu vào và đầu ra của cơ sở tái tạo nước để quan trắc thường xuyên và phân tích chất lượng nước tái tạo. Ngoài các quy trình xử lý chính khuyến nghị quan trắc bổ sung định kỳ trong trường hợp có nguy cơ cao cho sức khỏe hoặc không phù hợp chất lượng nước tái tạo.

10.5 Quan trắc quá trình phân phối

Trong hệ thống phân phối phải thực hiện quan trắc về áp lực nước, tốc độ dòng chảy và clo dư. Khi có điều kiện nên sử dụng thiết bị trực tuyến. Tiến hành lấy mẫu và phân tích định kỳ nước phân phối, đặc biệt khuyến cáo đối với các vi sinh vật chỉ thị.

10.6 Quan trắc lưu trữ

Chất lượng nước trong hệ thống lưu trữ cũng phải được quan trắc định kỳ. Các thông số quan trắc được đề xuất bao gồm nhiệt độ, độ pH, độ đục, độ dẫn điện hoặc tổng các chất rắn hòa tan (TDS), clo dư và vi sinh vật chỉ thị (ví dụ: coliform).

10.7 Quan trắc tại các vị trí của đơn vị sử dụng

Phải thiết lập các chương trình quan trắc chất lượng nước tại các địa điểm của đơn vị sử dụng để đảm bảo bảo vệ sức khỏe con người, đặc biệt đối với các ứng dụng tái sử dụng có nguy cơ tiếp xúc trực tiếp cao và trong trường hợp có các xét nghiệm nghiêm ngặt. Các xét nghiệm quan trắc có thể thay đổi đáng kể cho từng trường hợp cụ thể. Trước khi kết nối, cần kiểm tra các vị trí của đơn vị sử dụng để đảm bảo sự tuân thủ đặc biệt rằng không có kết nối chéo có thể dẫn đến ô nhiễm tại các vị trí của đơn vị sử dụng cuối cùng. Người sử dụng nên có một kế hoạch quản lý tại chỗ, trong đó gồm chỉ những người vận hành có trình độ được đào tạo mới được phép làm việc trên hệ thống tái sử dụng nước.

11 Kế hoạch ứng phó khẩn cấp

Phải có kế hoạch ứng phó khẩn cấp để giải quyết và giảm thiểu các tác động của sự cố hoặc trường hợp khẩn cấp mà có thể ảnh hưởng đến chất lượng nước tái tạo, như điều kiện thời tiết khắc nghiệt, thiên tai, sai quy trình, kết nối chéo không chủ ý và dịch bệnh. Các qui trình triển khai kế hoạch ứng phó khẩn cấp phải gồm:

- Trao đổi thông tin đến tất cả các cơ quan liên quan và/hoặc chính quyền địa phương để xác định các sự cố và trường hợp khẩn cấp tiềm ẩn;
- Xây dựng kế hoạch ứng phó khẩn cấp và các qui trình liên quan được lập thành văn bản. Có thể sử dụng qui trình đánh giá rủi ro để xác định các điểm quan trọng, các tình huống có nguy cơ tiềm ẩn và phương án lựa chọn quản lý tốt nhất nhằm giảm mức độ rủi ro, xem ISO 20426;
- Kiểm tra thường xuyên các kế hoạch ứng phó khẩn cấp;
- Thường xuyên cập nhật kế hoạch.

Các lĩnh vực chính cần được đề cập đến trong các kế hoạch ứng phó sự cố và khẩn cấp bao gồm:

- Các thỏa thuận được xác định trước bởi các cơ quan chủ đạo và/hoặc chính quyền địa phương để quyết định các tác động tiềm ẩn về sức khỏe hoặc môi trường;
- Các hành động đáp ứng, như tăng tần suất quan trắc;

TCVN 12525-1:2018

- Cự phòng các nguồn cung cấp nước thay thế;
- Các giao thức và chiến lược truyền thông, bao gồm các qui trình thông báo;
- Cơ chế tăng cường giám sát sức khỏe hoặc môi trường.

Cũng cần thiết lập hồ sơ và báo cáo thích hợp về sự việc hoặc tình trạng khẩn cấp. Các kỹ sư và nhà điều hành phải rút ra các bài học càng nhiều càng tốt từ bất kỳ sự cố nào để cải tiến các biện pháp phòng ngừa và lập kế hoạch hành động khắc phục cho các sai lỗi khác.

Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] TCVN 12525-2 (ISO 20760-2), *Tái sử dụng nước tại khu vực đô thị – Hướng dẫn cho hệ thống tái sử dụng nước tập trung – Phần 2: Quản lý hệ thống tái sử dụng nước tập trung*
- [2] TCVN 12526 (ISO 20761), *Tái sử dụng nước tại khu vực đô thị – Hướng dẫn đánh giá an toàn tái sử dụng nước – Thông số và phương pháp đánh giá*
- [3] ISO 20468-1, *Guidelines for performance evaluation of treatment technologies for water reuse systems — Part 1: General*
- [4] TCVN 12180-1 (ISO 16075-1), *Hướng dẫn sử dụng nước thải đã xử lý cho các dự án tưới – Phần 1: Cơ sở của một dự án tái sử dụng cho tưới.*
- [5] TCVN 12180-2 (ISO 16075-2), *Hướng dẫn sử dụng nước thải đã xử lý cho các dự án tưới – Phần 2: Xây dựng dự án*
- [6] TCVN 12180-3 (ISO 16075-3), *Hướng dẫn sử dụng nước thải đã xử lý cho các dự án tưới – Phần 3: Các hợp phần của dự án tái sử dụng cho tưới*
- [7] ISO 16075-4, *Guidelines for treated wastewater use for irrigation projects – Part 4: Monitoring*
- [8] ISO 20426, *Risk and performance evaluation of water reuse systems – Guidelines for health risk assessment and treatment for water reuse*
- [9] EN 1717, *Protection against pollution of potable water in water installations and general requirements of devices to prevent pollution by backflow, 2000*
- [10] GWA (Government of Western Australia). *Draft guidelines for the use of recycled water in Western Australia*, Perth, Australia, 2009
- [11] WaterReuse Association (WRA). *Manual of Practice, How to Develop a Water Reuse Program*. WaterReuse Association. Alexandria, VA, 2009
- [12] DNRW (Department of Natural Resources and Water). *Water quality guidelines for recycled water schemes*. Office of the Water Supply Regulator, Brisbane, Australia, 2013
- [13] LAZAROVA V., ASANO T., BAHRI A., ANDERSON J. *Milestones in water reuse: the best success stories*. IWA Publishing, London, UK, 2013, pp. 1-375
- [14] Ministry of Housing and Urban-Rural Development (MOHURD). *Guideline for the reclaimed water application in urban areas*, Beijing, China, 2013
- [15] NRMHC-EPHC-AHMC. *Australian guidelines for water recycling: Managing health and environmental risks, Phase 1*. Canberra, Australia, 2006
- [16] U.S. EPA (United States Environmental Protection Agency). *Guidelines for water reuse, EPA/600/R-12/618*. U.S. EPA and U.S. Agency for International Development, Washington, 2012
- [17] DPIWE (Department of Primary Industries Water and Environment). *Environmental guidelines*

TCVN 12525-1:2018

- for the use of recycled water in Tasmania, Australia.* Department of Primary Industries Water and Environment, Tasmania, Australia, 2002
- [18] EPA Victoria. Guidelines for environmental management – Use of reclaimed water, Publication 464.2. EPA Victoria, Southbank, Victoria, 2003
- [19] EPAPEHS (Environment Protection Agency & Public and Environmental Health Service. *South Australian reclaimed water guidelines.* Adelaide, Australia, 1999
- [20] HAMOUDA M.A., ANDERSON W.B, HUCK P.M., Decision support systems in water and wastewater treatment process selection and design: A review. *Water Sci. Technol* 2009, 60 (7) pp. 1757-1769
- [21] World Health Organization (WHO). *Potable reuse: guidance for producing safe drinking-water*, CC BY-NC-SA 3.0 IGO. WHO, Geneva, Switzerland, 2017
- [22] NRMCC-EPHC-AHMC. *Australian guidelines for water recycling: Managing health and environmental risks, Phase 2: Augmentation of drinking water supplies.* Canberra, Australia, 2008
- [23] NRMCC-EPHC-AHMC. *Australian guidelines for water recycling: Managing health and environmental risks, Phase 2: Managed aquifer recharge.* Canberra, Australia, 2009
- [24] State of California. *Proposed guidelines for groundwater recharge with recycled municipal wastewater*, Sacramento, CA, USA, 2001
- [25] State of California. *Recycled water related regulations – refer to published codes Title 22 and 17 California code of regulations*, California, USA, 2015
- [26] AWWA (American Water Works Association). *Planning for the Distribution of Reclaimed Water*, AWWA Manual M24, Denver, USA, 2009
- [27] MAYS L.W. *Water distribution system handbook.* McGraw-Hill Professional, USA, 1999
- [28] State of California. *Guidelines for the preparation of an engineering report for the production, distribution and use of recycled water*, California, USA, 2001.
-