

**TCVN**

**TIÊU CHUẨN QUỐC GIA**

**TCVN 13246:2020**

**ISO 20426:2086**

Xuất bản lần 1

**HƯỚNG DẪN QUẢN LÝ VÀ ĐÁNH GIÁ  
RỦI RO VỀ SỨC KHỎE ĐỐI VỚI VIỆC TÁI SỬ DỤNG  
NƯỚC KHÔNG DÙNG CHO MỤC ĐÍCH UỐNG**

*Guidelines for health risk assessment and management for non-potable water reuse*

HÀ NỘI – 2020

**Lời nói đầu**

**TCVN 13246:2020** hoàn toàn tương đương với ISO 20426:2018;

**TCVN 13246:2020** 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.

## **Lời giới thiệu**

Việc khẳng định lại tầm quan trọng của nước, cùng với an ninh lương thực và an ninh năng lượng, là một kết quả quan trọng trong các hành động và khuôn khổ tiếp theo được thông qua tại Hội nghị Liên hợp quốc về Phát triển Bền vững (Rio+20). Nước là tài nguyên không thể thiếu đối với sự phát triển bền vững, bao gồm xóa đói giảm nghèo, vệ sinh công cộng, an ninh lương thực, thủy điện, nông nghiệp và phát triển nông nghiệp và các cộng đồng vùng sâu, vùng xa. Các hành động thiết yếu trong việc quản lý tài nguyên nước bao gồm: ngăn ngừa ô nhiễm nước cho các hộ gia đình, các ngành công nghiệp và nông nghiệp; sử dụng nước hiệu quả hơn, xử lý và tái sử dụng nước thải làm tài nguyên nước, đặc biệt là ở các khu vực đô thị đang phát triển.

Ngày nay, khi nhiều khu vực trên thế giới đang phải đối mặt với tình trạng thiếu nước uống, việc tái sử dụng nước thải có thể cung cấp một nguồn nước thay thế phù hợp để đáp ứng phần lớn nhu cầu về nước, ngoại trừ việc uống và nấu nướng đòi hỏi chất lượng nước cao hơn. Mặt khác, các hoạt động tái sử dụng nước ngày càng gia tăng đang làm dấy lên những lo ngại về tác động tiềm ẩn đối với sức khỏe trên toàn thế giới. Điều này dẫn đến nhu cầu ngày càng tăng trong việc xác định các thông số chất lượng nước phù hợp với các ứng dụng và mục đích sử dụng nước cụ thể, cũng như phát triển các phương pháp đánh giá và quản lý rủi ro về sức khỏe từ cả cơ quan quản lý và người sử dụng. Nếu những nhu cầu này không được giải quyết, các cơ hội phát triển bền vững dưới hình thức sử dụng hợp lý nguồn nước tái tạo sẽ mất đi.

Tiếp xúc trực tiếp hoặc gián tiếp với nước tái tạo có thể có ảnh hưởng đến sức khỏe của các cá nhân, cho dù họ có phải là người sử dụng nước tái tạo hay không. Tiếp xúc với nước tái tạo có thể xảy ra trong quá trình thu gom xử lý nước thải, lưu trữ và phân phối nước đã qua xử lý, sử dụng nước tái tạo hoặc sau sử dụng. Rủi ro về sức khỏe cũng có thể xuất hiện trong quá trình vận hành và/hoặc khi bảo trì các cơ sở và quy trình. Những tác động đến sức khỏe này có thể ở mức trung bình trong một số trường hợp và cũng có thể là nghiêm trọng ở những trường hợp khác, và kéo dài trong một thời gian ngắn, trung bình hoặc dài.

Tiêu chuẩn này có thể hữu ích cho việc áp dụng các tiêu chuẩn hệ thống quản lý, như TCVN ISO 9001 và các tiêu chuẩn quản lý rủi ro, như TCVN ISO 31000.

## Hướng dẫn quản lý và đánh giá rủi ro về sức khỏe đối với việc tái sử dụng nước không dùng cho mục đích uống

*Guidelines for health risk assessment and management for non-potable water reuse*

### 1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này được sử dụng như một hướng dẫn kỹ thuật để đánh giá và quản lý các rủi ro về sức khỏe liên quan đến các mầm bệnh có trong nước tái tạo, được cho là do sử dụng nước tái tạo và/hoặc do sản xuất, lưu trữ và vận chuyển nước tái tạo.

Tiêu chuẩn này áp dụng cho việc sử dụng nước được tái tạo từ bất kỳ nguồn nước nào (lúc là nước thải sinh hoạt thô; nước thải đô thị đã qua xử lý; nước thải công nghiệp; nước mưa có khả năng bị ảnh hưởng bởi nước thải) và phục vụ sử dụng nước không dùng cho mục đích uống.

CHÚ THÍCH: Cách tiếp cận được mô tả trong tiêu chuẩn này có thể được áp dụng đối với chất gây ô nhiễm hóa học, nếu có.

### 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).

TCVN 13248 (ISO 20670), *Tái sử dụng nước – Thuật ngữ và định nghĩa*

### 3 Thuật ngữ, định nghĩa và thuật ngữ viết tắt

Tiêu chuẩn này sử dụng các thuật ngữ và định nghĩa trong TCVN 13248 (ISO 20670) và các thuật ngữ và định nghĩa sau.

#### 3.1 Thuật ngữ và định nghĩa

##### 3.1.1

Số năm sống được điều chỉnh theo bệnh tật (disability-adjusted life years)

Chỉ số dân số về số năm sống bị mất đi vì ốm đau do bệnh tật và tử vong.

[NGUỒN: WHO (2016) Đánh giá Rủi ro về Định lượng Vi sinh vật: Ứng dụng để quản lý an toàn nước]

## TCVN 13246:2020

### 3.1.2

**Đánh giá liều đáp ứng (dose-response assessment)**

Xác định mối quan hệ giữa mức độ tiếp xúc (liều lượng) với một tác nhân hóa học, sinh học hoặc vật lý và mức độ nghiêm trọng và/hoặc tần suất của các tác dụng phụ liên quan đến sức khỏe (phản ứng).

[NGUỒN: WHO (2016) Đánh giá Rủi ro về Định lượng Vi sinh vật: Ứng dụng để quản lý an toàn nước]

### 3.1.3

**Sự kiện nguy hại (hazardous event)**

Sự kiện trong đó mọi người tiếp xúc với một mối nguy trong hệ thống.

CHÚ THÍCH 1: Nó có thể là một sự cố hoặc một tình huống gây ra hoặc để lại mối nguy cho môi trường mà con người đang sống hoặc làm việc; khuếch đại nồng độ của mối nguy; hoặc không loại bỏ được mối nguy từ môi trường của con người.

[NGUỒN: WHO (2016) Đánh giá Rủi ro về Định lượng Vi sinh vật: Ứng dụng để quản lý an toàn nước]

### 3.1.4

**Tái sử dụng nước không dùng cho mục đích uống (non-potable water reuse)**

Tái sử dụng nước ngoại trừ việc tái sử dụng đòi hỏi chất lượng nước uống theo phạm vi quyền hạn của địa phương.

### 3.1.5

**Mầm bệnh (pathogen)**

Vi sinh vật (ví dụ vi khuẩn và vi rút) và ký sinh trùng (ví dụ động vật nguyên sinh và giun sán) có thể ảnh hưởng đến sức khỏe con người và gây ra bệnh tật.

### 3.1.6

**Điểm kiểm soát kết quả hoạt động (performance control point)**

Quy trình hoặc quy trình hoạt động trong đó có thể áp dụng để kiểm soát hoạt động và điều đó là cần thiết để ngăn ngừa các mối nguy thể hiện rủi ro cao hoặc giảm chúng xuống mức có thể chấp nhận được.

CHÚ THÍCH 1: Xem Hướng dẫn của Úc về Tái chế Nước [NRMMC, EPHC, AHMC (2006)]

## 3.2 Thuật ngữ viết tắt

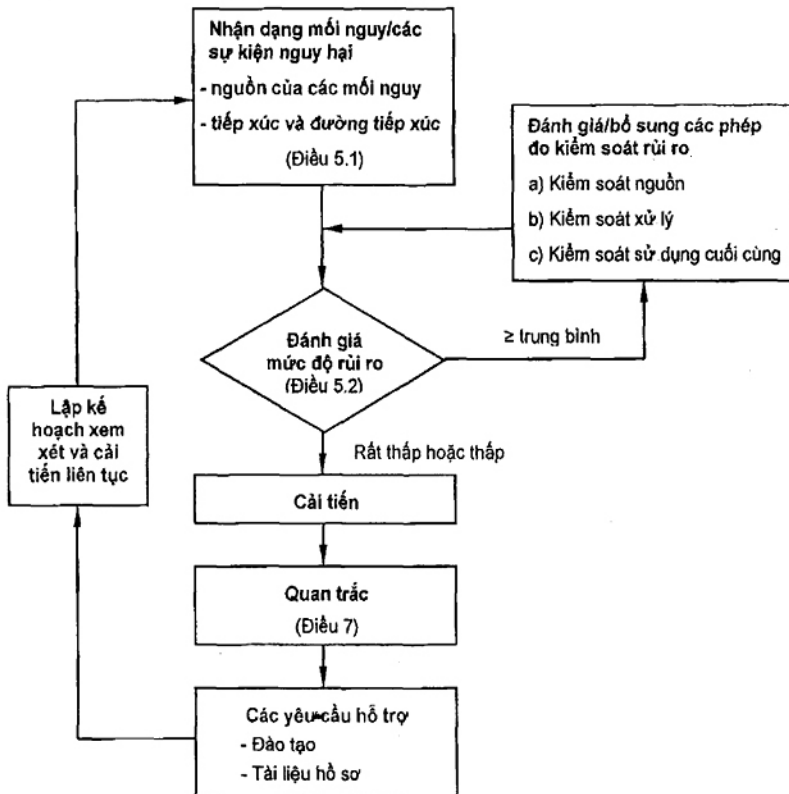
BOD	biochemical oxygen demand	Nhu cầu oxy hóa sinh hóa
DALY	disability-adjusted life years	Những năm sống được điều chỉnh theo bệnh tật
MLSS	mixed liquor suspended solids	Hỗn hợp chất rắn lơ lửng
PCP	performance control point	Điểm kiểm soát kết quả hoạt động
QA	quality assurance	Đảm bảo chất lượng

QC	quality control	Kiểm soát chất lượng
TSS	total suspended solids	Tổng chất rắn lơ lửng
UV	ultraviolet light	Tia cực tím
YLD	years lived with disability	Số năm sống bị bệnh tật
YLL	years of life lost	Số năm tổn thọ

#### 4 Khái niệm về quản lý và đánh giá rủi ro sức khỏe đối với tái sử dụng nước không dùng cho mục đích uống

##### 4.1 Khuôn khổ quản lý và đánh giá rủi ro

Nước tái tạo có khả năng chứa các mối nguy có thể ảnh hưởng đến sức khỏe con người. Mục tiêu của quá trình đánh giá và quản lý rủi ro là ước tính và giảm rủi ro của các tác động bất lợi xuống tới mức xã hội và cộng đồng địa phương có thể chấp nhận được. Việc đánh giá rủi ro về sức khỏe là nhằm thiết lập các tiêu chuẩn hoặc mục tiêu về kết quả hoạt động được sử dụng làm cơ sở cho việc thiết kế các bước xử lý và nhằm đảm bảo rằng nước có chất lượng an toàn được cung cấp cho người sử dụng cuối cùng. Khuôn khổ chung về đánh giá và quản lý rủi ro về sức khỏe đối với việc tái sử dụng nước không dùng cho mục đích uống được thể hiện trong Hình 1.



Hình 1 – Khuôn khổ về đánh giá và quản lý rủi ro về sức khỏe đối với việc tái sử dụng nước không dùng cho mục đích uống

**TCVN 13246:2020**

**4.2 Phạm vi sử dụng cuối cùng của nước tái tạo**

Tiêu chuẩn này đề cập đến mọi loại nguồn nước thải, như nước thải sinh hoạt/đô thị/công nghiệp. Trong trường hợp có các cơ sở công nghiệp nằm trong lưu vực của một nhà máy xử lý nước thải, thì cần xem xét các nguy cơ có lượng chất gây ô nhiễm cao (ví dụ hóa chất, mầm bệnh) từ các hoạt động công nghiệp này vào nước thải cần xử lý. Các hạng mục tái sử dụng nước chính được đề cập trong tiêu chuẩn này được trình bày trong Bảng 1.

**Bảng 1 – Các loại mục đích tái sử dụng nước không dùng cho mục đích uống (theo Tài liệu tham khảo [22])**

Loại		Mục đích sử dụng tiềm năng	Vấn đề/Hạn chế
Sử dụng trong nông nghiệp		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cây lương thực, ăn sống, chế biến hoặc nấu chín</li> <li>- Đồng cỏ để sản xuất sữa và/hoặc thịt</li> <li>- Thức ăn gia súc và cây công nghiệp</li> <li>- Vườn ươm cây cảnh</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rủi ro về sức khỏe liên quan đến sản phẩm thực phẩm và tiếp xúc trực tiếp với nước tái tạo</li> <li>- Chất lượng nước ảnh hưởng đến đất, cây trồng và nước ngầm</li> <li>- Kiểm soát dòng chảy và aerosol</li> <li>- Nông dân chấp nhận và tiếp thị cây trồng</li> <li>- Các yêu cầu về vùng đệm nếu có</li> </ul>
Sử dụng trong đô thị	Sử dụng cho tưới cảnh quan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sân golf và cảnh quan</li> <li>- Công viên, vườn riêng</li> <li>- Rải rác ven đường, trồng cây ven đường, dải cây xanh, nghĩa trang</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rủi ro về sức khỏe liên quan đến việc tiếp xúc trực tiếp với nước tái tạo</li> <li>- Chất lượng nước ảnh hưởng đến cây cảnh</li> <li>- Kiểm soát dòng chảy và sol khí</li> </ul>
	Sử dụng nước không dùng cho mục đích uống ở đô thị	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tái sử dụng trong tòa nhà, xả toilet</li> <li>- Cảnh quan (xem tưới)</li> <li>- Điều hòa không khí, cứu hỏa</li> <li>- Rửa xe ô tô/xe tải thương mại</li> <li>- Xả cống</li> <li>- Xả rửa đường và sân tennis</li> <li>- Tuyết tan</li> <li>- Công trình lớn (kiểm soát bụi, bảo dưỡng bê tông, đầm nén và dọn dẹp)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rủi ro về sức khỏe liên quan đến việc tiếp xúc trực tiếp với nước tái tạo</li> <li>- Đóng cặn, ăn mòn, bám bẩn và tăng trưởng sinh học</li> <li>- Thông thủy với nguồn cấp nước uống được</li> </ul>
Sử dụng trong việc giải trí và môi trường		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Các giới hạn về giải trí</li> <li>- Đất ngập nước hoặc phục hồi đa dạng sinh học</li> <li>- Lâm tuyết</li> <li>- Cải thiện môi trường (bảo vệ nước ngọt hoặc nước biển)</li> <li>- Nghề cá</li> <li>- Hồ và ao nhân tạo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rủi ro về sức khỏe liên quan đến việc vô tình nuốt phải hoặc tiếp xúc trực tiếp với nước tái tạo</li> <li>- Hiện tượng phú dưỡng (tảo phát triển) do chất dinh dưỡng</li> <li>- Độc đối với thủy sinh</li> </ul>

Bảng 1 – (kết thúc)

Loại	Mục đích sử dụng tiềm năng	Vấn đề/Hạn chế
Sử dụng trong công nghiệp	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nước làm mát</li> <li>- Nước cấp cho nồi hơi</li> <li>- Nước quá trình</li> <li>- Xây dựng lớn trong khu công nghiệp hoặc khu vực</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rủi ro về sức khỏe liên quan đến sol khí của tháp làm mát</li> <li>- Xử lý xả đáy</li> <li>- Đóng cặn, ăn mòn, bám bẩn và tăng trưởng sinh học</li> </ul>

Giải thích chi tiết về các mục đích tái sử dụng không dùng cho mục đích uống, bao gồm trong Bảng 1, như sau:

**Sử dụng trong nông nghiệp:** Sử dụng trong nông nghiệp bao gồm sử dụng nước tái tạo để tưới cây lương thực và/hoặc cây phi lương thực. Khi sử dụng tiêu chuẩn này có thể tham khảo các tiêu chuẩn sau.

- TCVN 12180-1 (ISO 16075-1)
- TCVN 12180-2 (ISO 16075-2)
- TCVN 12180-2 (ISO 16075-3)
- ISO 16075-4

**Sử dụng cho đô thị:** Bao gồm sử dụng nước tái tạo không dùng cho mục đích uống cho các ứng dụng tưới tiêu cho lĩnh vực giải trí sân golf, tưới cảnh quan, cứu hỏa và xả toilet. Khi sử dụng tiêu chuẩn này cũng có thể tham khảo các tiêu chuẩn sau.

- TCVN 12525-1 (ISO 20760-1)
- TCVN 12525-2 (ISO 20760-2)
- TCVN 12526 (ISO 20761)

**Sử dụng cho mục đích giải trí và môi trường:** Sử dụng cho các mục đích giải trí bao gồm sử dụng nước tái tạo trong một giới hạn trong đó không có giới hạn nào được áp dụng đối với các hoạt động giải trí mà nước có tiếp xúc với cơ thể. Sử dụng cho môi trường bao gồm sử dụng nước tái tạo để tạo ra, tăng cường, duy trì hoặc tăng cường các lưu vực nước, bao gồm các vùng đất ngập nước, môi trường sống dưới nước hoặc dòng chảy. Khi sử dụng tiêu chuẩn này cũng có thể tham khảo các tiêu chuẩn sau.

- TCVN 12525-1 (ISO 20760-1)
- TCVN 12525-2 (ISO 20760-2)
- TCVN 12526 (ISO 20761)

**Sử dụng trong công nghiệp:** Bao gồm sử dụng nước thải đô thị tái tạo cho quá trình công nghiệp và các ứng dụng liên quan mà không yêu cầu nước có thể uống bao gồm thủy điện, chế biến thực phẩm, công nghiệp bột giấy và giấy, dầu và khí.



## TCVN 13246:2020

### 4.3 Khuôn khổ quản lý rủi ro

Khuôn khổ quản lý rủi ro và lập kế hoạch quản lý rủi ro là cần thiết để thực hiện các chương trình tái sử dụng nước an toàn và đảm bảo tuân thủ các tiêu chuẩn về chất lượng nước tái tạo. Khuôn khổ này thường bao gồm bốn yêu cầu <sup>[24]</sup>.

- a) Sử dụng có trách nhiệm nước tái tạo: Có sự tham gia của các cơ quan có chuyên môn về cấp nước, quản lý nước thải và bảo vệ sức khỏe cộng đồng.
- b) Yêu cầu pháp lý và chính thức: Xác định tất cả các quy định, hướng dẫn liên quan và các yêu cầu của địa phương.
- c) Quan hệ đối tác và sự tham gia của các bên liên quan: Xác định tất cả các cơ quan có trách nhiệm và tất cả các bên liên quan ảnh hưởng đến các hoạt động tái sử dụng nước.
- d) Chính sách nước tái tạo: Xây dựng chính sách nước tái tạo, các giấy phép và hợp đồng cụ thể với người sử dụng cuối cùng.

Khuôn khổ quản lý rủi ro được sử dụng để xây dựng kế hoạch quản lý, mô tả cách thức vận hành, quan trắc và quản lý hệ thống tái tạo nước. Khuôn khổ này thường được biên soạn xây dựng bởi một nhóm, bao gồm đại diện từ các lĩnh vực khác nhau, có đủ kiến thức và chuyên môn. Các thành viên này thường bao gồm, nhưng không giới hạn, các nhà cung cấp nước tái tạo (ví dụ: nhân viên kỹ thuật), những người ra quyết định chính, các chuyên gia về rủi ro, đại diện các cơ quan quản lý, chính quyền địa phương và hộ sử dụng cuối cùng. Các bên liên quan khác như công chúng cũng được mời tham gia nếu cần thiết.

## 5 Đánh giá rủi ro về sức khỏe

### 5.1 Nhận dạng môi nguy và các sự kiện nguy hại

#### 5.1.1 Các thành phần trong nước nguồn

Nước thải đô thị có thể chứa các mầm bệnh gây ảnh hưởng xấu đến sức khỏe cộng đồng và nó gây ra các mối nguy rủi ro cho sức khỏe con người trong các ứng dụng tái sử dụng nước không dùng cho mục đích uống. Nước thải có thể chứa nhiều thành phần hóa học nguy hại, nhưng kinh nghiệm từ các mục đích tái sử dụng nước đã có cho thấy rằng các hóa chất có trong nước thải tái tạo thường tuân thủ các yêu cầu về chất lượng nước uống đối với hầu hết các thông số, bao gồm kim loại nặng, hóa chất hữu cơ, thuốc trừ sâu và các sản phẩm phụ khử trùng <sup>[24]</sup>. Chỉ trừ trong một số trường hợp nhất định, chẳng hạn như sự cố tràn nước và nước thải công nghiệp chảy mạnh vào hệ thống thoát nước, các thành phần này có thể gây ra nguy hại, nhưng điều này nằm ngoài phạm vi của tiêu chuẩn này. Các mầm bệnh thường hiện diện trong nước thải thô và được coi là các mối nguy cơ chính do vi sinh vật gây ra được nêu trong Phụ lục A.

### 5.1.2 Các sự kiện nguy hại, đường tiếp xúc và tiếp xúc tại nơi sử dụng cuối cùng

Ngoài việc xác định các mối nguy chính do vi sinh vật gây ra, bước đầu tiên của đánh giá rủi ro bao gồm xác định các sự kiện nguy hại dễ có thể xảy ra nhất, các đường tiếp xúc và mức độ tiếp xúc, điều này phụ thuộc vào hình thức sử dụng cuối cùng và cấu hình của chương trình tái sử dụng nước. Các sự kiện nguy hại tiềm ẩn phổ biến nhất, liên quan đến rủi ro cho sức khỏe con người tại các điểm sử dụng nước tái tạo trong các dự án tái sử dụng nước không dùng cho mục đích uống, như sau <sup>[24]</sup>:

- a) Khả năng chất lượng nước tái tạo không phù hợp, do không xử lý được hoặc do hệ thống lưu trữ và phân phối bị ô nhiễm;
- b) Khả năng cố ý hoặc vô ý sử dụng sai nguồn nước tái tạo (ví dụ như uống vào);
- c) Vô tình tiếp xúc với nước tái tạo do sai sót trong thiết kế hoặc vận hành (ví dụ: vỡ hoặc rò rỉ đường ống, thời gian tưới không đủ);
- d) Vô tình tiếp xúc với nguồn nước tái tạo do hệ thống sử dụng cuối cùng bị hỏng do bị phá hoại, thiên tai hoặc điều kiện thời tiết khắc nghiệt;
- e) Thông thủy với các nguồn nước chất lượng cao hơn (ví dụ: nước uống) hoặc các nguồn nước chất lượng thấp hơn; và
- f) Giáo dục và thông tin không đầy đủ về các loại sử dụng được phép.

## 5.2 Đánh giá mức độ rủi ro

### 5.2.1 Đánh giá định tính rủi ro

Khi tất cả các rủi ro liên quan đến một kế hoạch tái sử dụng nước nhất định đã được xác định, mức độ của từng rủi ro cần được đánh giá toàn diện để thiết lập các ưu tiên cho quản lý rủi ro <sup>[20] [24]</sup>. Đánh giá định tính rủi ro dựa trên sự đánh giá tổng hợp về mức độ của hậu quả và khả năng những hậu quả đó có thể xảy ra. Đối với các dự án tái sử dụng nước không dùng cho mục đích uống, đánh giá định tính rủi ro là phương pháp luận phù hợp và khả thi nhất về mặt kinh tế.

Hậu quả: Đối với từng mối nguy đã xác định, các hậu quả do tiếp xúc với mối nguy cần phải được làm rõ. "Hậu quả" trong đánh giá rủi ro sức khỏe cho biết tác động tiềm ẩn có hại đến sức khỏe của các tình huống tiếp xúc với mối nguy. Việc phân tích hậu quả có thể được thực hiện thông qua đánh giá định tính, với mô tả kết quả có thể xảy ra đối với mối nguy/sự kiện nguy hại. Hậu quả về tác động xấu đến sức khỏe cộng đồng có thể được phân loại thành năm cấp độ theo mô tả định tính (ví dụ, thang điểm '1 = không đáng kể' - '5 = thảm họa' đối với hậu quả sự kiện). Xem Bảng 2.

Bảng 2 – Các biện pháp đề xuất về hậu quả hoặc tác động (theo Tài liệu tham khảo [19] và [24])

Mức	Mô tả	Mô tả mức độ ảnh hưởng đến sức khỏe
1	Không đáng kể	Mối nguy hoặc sự kiện nguy hại không có hoặc không ảnh hưởng đến sức khỏe so với mức nền.
2	Nhỏ	Mối nguy hoặc sự kiện nguy hại có khả năng dẫn đến ảnh hưởng nhỏ đến sức khỏe.
3	Trung bình	Mối nguy hoặc sự kiện nguy hại có khả năng dẫn đến các ảnh hưởng có giới hạn đến sức khỏe hoặc bệnh nhẹ.
4	Lớn	Mối nguy hoặc sự kiện nguy hại có khả năng dẫn đến bệnh tật hoặc thương tích; và/hoặc có thể dẫn đến các khiếu nại và pháp lý; và/hoặc sự không tuân thủ quy định chính.
5	Thâm khốc	Mối nguy hoặc sự kiện nguy hại có khả năng dẫn đến bệnh tật hoặc thương tích nghiêm trọng, thậm chí tử vong; và/hoặc sẽ dẫn đến cuộc điều tra lớn của cơ quan quản lý với khả năng bị truy tố.

Khả năng xảy ra: Các rủi ro cần được đánh giá về khả năng xảy ra. "Khả năng xảy ra" trong đánh giá rủi ro về sức khỏe cho biết xác suất xảy ra một sự kiện nguy hại, trong một khoảng thời gian nhất định, với các tác động có hại tiềm ẩn. Có thể thực hiện việc phân tích khả năng xảy ra thông qua việc xem xét dữ liệu lịch sử hoặc đánh giá lỗi của con người, xây dựng sơ đồ cây lỗi và cây sự kiện. Khả năng liên quan đến nước tái tạo được xác định chủ yếu bởi xác suất con người tiếp xúc/phơi nhiễm với các chất/sự kiện nguy hại. Sự tiếp xúc/phơi nhiễm của con người có thể xảy ra thông qua khả năng kết hợp của hai tình huống:

- a) Khả năng con người tiếp xúc với môi trường nước có chứa (các) chất độc hại, và
- b) Xác suất có mặt của (các) chất độc hại trong nước tái tạo.

Khi khả năng xảy ra các vấn đề này tăng lên, mức độ rủi ro sẽ tăng lên. Mức độ khả năng xảy ra có thể được ưu tiên theo các mô tả định tính sau: thang điểm '1 = hiếm' đến '5 = gần như chắc chắn' cho khả năng xảy ra sự kiện. Xem Bảng 3.

**Bảng 3 – Các biện pháp được đề xuất về khả năng các sự kiện tiếp xúc có thể xảy ra  
(theo Tài liệu tham khảo [19] và [24])**

Mức	Mô tả	Mô tả ví dụ
A	Hiếm	Đã không xảy ra trong quá khứ và có khả năng cao sẽ không xảy ra trong khoảng thời gian hợp lý.
B	Không có khả năng	Đã không xảy ra trong quá khứ nhưng có thể xảy ra trong những trường hợp ngoại lệ trong thời gian hợp lý.
C	Có thể	Có thể đã xảy ra trong quá khứ và/hoặc có thể xảy ra trong những trường hợp thường xuyên trong khoảng thời gian hợp lý.
D	Có khả năng	Đã quan sát được trong quá khứ và/hoặc có khả năng xảy ra trong khoảng thời gian hợp lý.
E	Gần như chắc chắn	Đã thường quan sát được trong quá khứ và/hoặc gần như chắc chắn sẽ xảy ra trong hầu hết các trường hợp trong khoảng thời gian hợp lý.
CHÚ THÍCH: Khoảng thời gian hợp lý phụ thuộc vào mức độ rủi ro và quyền hạn của địa phương.		

Mức độ rủi ro: Mỗi rủi ro cần được đánh giá định tính dựa trên các mức độ của hậu quả và khả năng xảy ra. Mức độ rủi ro định tính có thể được biểu thị bằng công thức sau, với thang điểm '1 = rất thấp' đến '5 = rất cao', như trong Bảng 4.

$$\text{Mức độ rủi ro} = \text{Khả năng xảy ra} \times \text{Hậu quả}$$

Nếu một sự kiện có khả năng xảy ra và gây ra hậu quả lớn thì rủi ro đó được xếp vào loại rủi ro 'cao'. Ngược lại, bất kỳ trường hợp nào không chắc có hậu quả đều được xếp vào loại rủi ro 'thấp'.

**Bảng 4 – Đánh giá rủi ro được đề xuất (theo Tài liệu tham khảo [19] và [24])**

Khả năng xảy ra	Hậu quả				
	1-Không đáng kể	2-Nhỏ	3-Vừa	4-Lớn	5-Thâm khốc
A-Hiếm	Rất thấp	Rất thấp	Thấp	Thấp	Trung bình
B-Không có khả năng	Rất thấp	Thấp	Thấp	Trung bình	Cao
C-Có thể	Thấp	Thấp	Thấp	Cao	Cao
D-Có khả năng	Thấp	Trung bình	Cao	Cao	Rất cao
E-Gần như chắc chắn	Vừa	Cao	Cao	Rất cao	Rất cao

Nếu một rủi ro được đánh giá là 'trung bình' hoặc cao hơn, thì rủi ro đó cần có các biện pháp kiểm soát phòng ngừa để giảm mức rủi ro. Mục đích của quản lý rủi ro là giảm mức độ của tất cả các rủi ro xuống 'rất thấp' hoặc 'thấp'. Nguy cơ rủi ro cho sức khỏe 'rất cao' không phổ biến đối với việc tái sử dụng nước không dùng cho mục đích uống.

## TCVN 13246:2020

Việc phân loại ra loại ứng phó tại các mức độ rủi ro khác nhau cung cấp hướng dẫn cho giai đoạn đánh giá rủi ro của quá trình như được mô tả với các ví dụ chung bên dưới.

- Rất thấp - Thấp: (Rủi ro vốn có) Không yêu cầu hành động cụ thể.
- Trung bình - Rất cao: Giảm mức độ rủi ro bằng quản lý rủi ro (Xem 6.1).

### 5.2.2 Đánh giá định lượng rủi ro

Các tính toán định lượng rủi ro là cần thiết để áp dụng trong chương trình tái sử dụng nước có nguy cơ rủi ro cho sức khỏe 'rất cao', ví dụ: nơi mà con người có thể tiếp xúc với nước tái tạo (chẳng hạn như sử dụng trong gia đình). Trong mọi trường hợp, việc đánh giá định lượng rủi ro chi tiết chỉ có thể thực hiện được đối với một số loại chất gây ô nhiễm hạn chế, với độ không đảm bảo cao do nhiều chênh lệch về kiến thức. Thông tin chi tiết về phương pháp đánh giá định lượng rủi ro được trình bày trong Phụ lục B (Theo Tài liệu tham khảo [24]).

### 5.3 Giới hạn và độ không đảm bảo

Việc đánh giá rủi ro trong xác định các mối nguy kết hợp (ví dụ sự hiện diện của nhiều mầm bệnh) hoặc một mối nguy đơn nhất (ví dụ một mầm bệnh cụ thể) là ước đoán rất chủ quan đối với quyết định của người sử dụng; do đó, có thể có một số điều không chắc chắn liên quan đến các mối nguy và sự kiện nguy hại không được dự báo trước. Ví dụ, sự thay đổi nồng độ chất gây ô nhiễm theo thời gian có thể rất khó dự đoán.

Sự không đảm bảo về nhận thức, liên quan đến tình trạng thiếu hụt kiến thức về đặc điểm của các mối nguy và các sự kiện nguy hại, có thể gây cản trở việc đánh giá rủi ro toàn diện. Rủi ro liên quan đến sự không đảm bảo về nhận thức có thể được giảm, bằng cách thực hiện việc mô tả toàn diện các đặc điểm của nguồn nước (bao gồm các biến đổi hàng tuần và theo mùa) nền tảng văn hóa, phản hồi từ các hoạt động, đánh giá, xem xét tài liệu và cuối cùng bằng cách tiến hành nghiên cứu xây dựng các cảnh báo các mối nguy.

Việc áp dụng các phương pháp vận hành và ứng dụng tốt nhất để cải thiện tính nhất quán trong việc duy trì các mục tiêu chất lượng nước tái tạo và thực hiện các rào cản và biện pháp bảo vệ sức khỏe bổ sung là những phương pháp đã được chứng minh để đạt được các dự án tái sử dụng nước an toàn.

## 6 Quản lý rủi ro

### 6.1 Quản lý rủi ro bằng các biện pháp kiểm soát rủi ro

Khi các mối nguy và sự kiện nguy hại được xác định thông qua đánh giá rủi ro (xem Điều 5), thì cần xây dựng kế hoạch quản lý rủi ro, để giảm khả năng ảnh hưởng xấu đến sức khỏe của người sử dụng cuối cùng. Kế hoạch quản lý rủi ro mô tả cách thức quản lý các rủi ro vốn có đáng ngại nhất trong một ứng dụng cụ thể và biện pháp kiểm soát cần được thực hiện để giảm mối đe dọa của rủi ro xuống mức tối thiểu hoặc mức có thể chấp nhận được, ví dụ: mức độ rủi ro thấp và rất thấp [24] [28].

Tổng quan về các phương pháp tiếp cận quản lý và đánh giá rủi ro được trình bày trong Hình 1. Các rủi ro liên quan đến hoạt động vận hành tại nhà máy tái tạo nước (ví dụ: xử lý và lưu trữ hóa chất, thu thập mẫu nước, xâm nhập vào các khu vực hạn chế,...) được đánh giá, kiểm soát thông qua kiểm soát an toàn và quản lý rủi ro. Trong tiêu chuẩn này chỉ tập trung vào vấn đề rủi ro sức khỏe liên quan đến chất lượng nước. Biện pháp kiểm soát rủi ro liên quan đến sức khỏe nghề nghiệp có thể được xem xét phù hợp với các tiêu chuẩn liên quan, như TCVN ISO 45001. Các rủi ro về môi trường và nông nghiệp, liên quan đến cây trồng, đất, nước, có thể được đánh giá và quản lý theo các tiêu chuẩn liên quan, như từ TCVN 12180-1 (ISO 16075-1) đến TCVN 12180-3 (ISO 16075-3) và ISO 16075-4.

**Bước 1 – Đánh giá mức độ rủi ro:** Rủi ro vốn có lớn nhất của một mối nguy và/hoặc sự kiện nguy hại cụ thể được đánh giá cho mục đích sử dụng cuối cùng và nguồn nước thải cụ thể, trong suốt quá trình đánh giá rủi ro. Một ví dụ về đánh giá và quản lý rủi ro cho việc sử dụng trong khu dân cư được trình bày trong Bảng 5. Mặc dù trong mỗi sự kiện nguy hại (ví dụ như vô tình sử dụng nhầm nguồn nước tái tạo), các thành phần hóa học có thể là quan trọng trong một số trường hợp, nhưng việc đánh giá rủi ro trong tái sử dụng nước không dùng cho mục đích uống lại đặc biệt tập trung vào rủi ro đáng chú ý nhất cho sức khỏe – rủi ro liên quan đến vi sinh mang mầm bệnh. Nếu mục tiêu được đánh giá là rủi ro “thấp” hoặc “rất thấp” thì không cần cung cấp các biện pháp kiểm soát để giảm rủi ro sức khỏe.

**Bước 2 – Bổ sung biện pháp kiểm soát rủi ro:** Nếu mục tiêu được phân loại ở cấp độ rủi ro “trung bình” hoặc cao hơn, thì cần tiến hành xem xét bổ sung các biện pháp kiểm soát rủi ro (phòng ngừa). Các biện pháp kiểm soát là các hành động, được thực hiện để giảm các rủi ro tiềm ẩn xuống mức có thể chấp nhận được, để nước tái tạo có thể được sử dụng một cách an toàn mà không gây ảnh hưởng xấu đến sức khỏe. Các biện pháp kiểm soát rủi ro toàn diện từ đầu nguồn đến điểm sử dụng cuối cùng bao gồm:

- a) kiểm soát nguồn để ngăn chặn các nguy cơ xâm nhập vào hệ thống tái sử dụng nước;
- b) kiểm soát xử lý để loại bỏ các nguy cơ từ nước nguồn;
- c) kiểm soát việc sử dụng cuối cùng để giảm nguy cơ tiếp xúc tại điểm sử dụng.

Trong các hệ thống tái sử dụng nước không dùng cho mục đích uống, các biện pháp kiểm soát xử lý và kiểm soát sử dụng cuối cùng thường được kết hợp để cung cấp nước tái tạo có chất lượng an toàn sử dụng cho các mục đích tái sử dụng cụ thể.

Các biện pháp kiểm soát rủi ro sẽ đạt hiệu quả càng cao khi chúng được thực hiện càng gần tình huống của các mối nguy hoặc sự kiện nguy hại. Việc lựa chọn các biện pháp kiểm soát rủi ro cần dựa trên các tiêu chí sau <sup>[24]</sup>:

- chi phí;
- mục đích sử dụng và tiếp cận công cộng;
- các cơ sở xử lý hiện có;
- đất sẵn có;

**TCVN 13246:2020**

– chuyên môn kỹ thuật.

Các biện pháp kiểm soát kết quả hoạt động (ví dụ: loại bỏ) cũng là một tiêu chí lựa chọn. Chi tiết về các biện pháp kiểm soát như vậy được mô tả trong các điều khoản sau.

**Bước 3 – Đánh giá lại mức độ rủi ro:** Rủi ro sức khỏe liên quan đến chất gây ô nhiễm mục tiêu được đánh giá lại bằng các biện pháp kiểm soát được xác định trong Bước 2. Nếu phân loại rủi ro có kết quả là "trung bình" hoặc cao hơn, thì các biện pháp kiểm soát rủi ro bổ sung/thay thế cần được xác định, xem xét và thực hiện cho đến khi mối nguy hoặc sự kiện nguy hại mục tiêu được đánh giá ở mức "thấp" hoặc "rất thấp", tại đó hệ thống tái sử dụng nước có thể được thực hiện và quản lý một cách an toàn. Phương pháp tiếp cận nhiều rào cản, với nhiều biện pháp kiểm soát rủi ro (ví dụ: quy trình tái tạo nước, kiểm soát tiếp cận công cộng và các rào cản bổ sung đối với an toàn sức khỏe), có thể làm giảm đáng kể mức độ rủi ro. Việc áp dụng phương pháp tiếp cận nhiều rào cản cung cấp khả năng quản lý rủi ro đáng tin cậy hơn, với kết quả hoạt động ít thay đổi hơn so với phương pháp một rào cản duy nhất [24].

**Bước 4 – Quan trắc:** Việc quan trắc các dự án tái sử dụng nước là cần thiết để đảm bảo nước tái tạo có chất lượng an toàn được cung cấp cho người sử dụng cuối cùng mà không gây ảnh hưởng xấu đến sức khỏe. Chi tiết về các quy trình quan trắc được nêu trong Điều 7.

**Bước 5 – Yêu cầu hỗ trợ:** Tất cả các cá nhân có liên quan đến chương trình tái tạo nước (ví dụ: người vận hành và người sử dụng cuối cùng) cần được đào tạo thích hợp để đạt được đủ kiến thức chuyên sâu và kỹ năng. Đào tạo sẽ nâng cao khả năng tuân thủ các biện pháp kiểm soát rủi ro đã xác định trong kế hoạch quản lý rủi ro. Xây dựng hệ thống tài liệu, bao gồm báo cáo thường xuyên, là một thành phần thiết yếu của việc vận hành các chương trình tái tạo nước. Các báo cáo bao gồm chất lượng nước, các thông số vận hành và báo cáo sự cố là bằng chứng về việc tuân thủ kế hoạch quản lý rủi ro. Mỗi chu kỳ nhất định cần thực hiện một cuộc đánh giá. Các báo cáo này cũng cho phép đánh giá kết quả hoạt động của chương trình hiện có và lập kế hoạch cải tiến liên tục.

**Bảng 5 – Ví dụ về đánh giá và quản lý rủi ro đối với khả năng tiếp xúc với vi khuẩn gây bệnh trong nước tái tạo tại các điểm sử dụng cuối cùng (C = hệ quả, L = khả năng xảy ra, R = mức rủi ro)**

Mối nguy	Nguồn nước thải	Sử dụng cuối cùng	Sự kiện được xem xét	Rủi ro vốn có lớn nhất			Biện pháp kiểm soát rủi ro	Rủi ro còn lại		
				C	L	R		C	L	R
Vi khuẩn gây bệnh	Nước thải đô thị	Sử dụng của dân cư	Nhiễm trùng do tiếp xúc hoặc uống phải nước tái tạo	Lớn	Có khả năng	Cao	Kiểm soát nguồn	Lớn	Hiếm	Thấp
							Kiểm soát xử lý			
							Kiểm soát sử dụng cuối cùng			

## 6.2 Các biện pháp kiểm soát nguồn

Chất ô nhiễm trong nước thải công nghiệp có thể ảnh hưởng đến các quy trình xử lý của thành phố hoặc làm ô nhiễm nước thải đã qua xử lý khi đi qua <sup>[20]</sup>. Do đó, việc kiểm soát xả thải công nghiệp cần được tính đến, trong trường hợp các cơ sở công nghiệp nằm ở thượng nguồn của nhà máy xử lý nước thải đô thị. Tùy thuộc vào các rủi ro được xác định, một chương trình quan trắc các chất hóa học và mầm bệnh có thể được xác định. Việc xả thải này được kiểm soát thông qua xử lý sơ bộ công nghiệp theo quy định của địa phương và/hoặc các công nghệ hiện có tốt nhất. Cần tập trung chú ý cụ thể vào việc xả thải của bệnh viện trong trường hợp có nồng độ cao các chất gây ô nhiễm như mầm bệnh, dược phẩm và các sản phẩm chăm sóc sức khỏe được thải ra hệ thống cống. Ngoài ra, một chương trình quan trắc các chất ô nhiễm này trong xả thải với tần suất thích hợp cũng rất quan trọng. Trong trường hợp này, cần có các quy định nhằm ngăn ngừa nồng độ không mong muốn của chất ô nhiễm xâm nhập vào kế hoạch tái sử dụng nước dự kiến.

## 6.3 Các biện pháp kiểm soát việc xử lý

### 6.3.1 Các rào cản xử lý và phương pháp quan trắc

Việc sử dụng hàng rào xử lý là một chiến lược hiệu quả và thường được sử dụng để giảm các rủi ro về sức khỏe còn lại trong nước tái tạo. Mức độ xử lý cần thiết được xác định dựa trên mức độ chất lượng nước cần thiết, mức độ cuối cùng liên quan đến mục đích sử dụng cuối cùng. Đáng chú ý là việc kiểm soát xử lý thường được thực hiện cùng với kiểm soát việc sử dụng cuối cùng để đảm bảo việc bảo vệ sức khỏe cộng đồng. Quá trình xử lý điển hình cho việc tái sử dụng nước không dùng cho mục đích uống bao gồm, nhưng không giới hạn ở <sup>[17]</sup>:

- Xử lý sơ bộ – Xử lý loại bỏ cặn, sạn, chất rắn thô, mỡ, dầu và khử dầu mỡ;
- Xử lý bậc một – Xử lý để loại bỏ các chất nổi trên bề mặt và lắng [ví dụ: lắng bậc một và xử lý bậc một tăng cường về mặt hóa học];
- Xử lý bậc hai – Xử lý để loại bỏ hầu hết các chất hữu cơ (cacbon), chất dinh dưỡng, tổng chất rắn lơ lửng (TSS) và chất ức chế khử trùng (ví dụ: bùn hoạt tính + cặn lắng; địa sinh học hoặc bộ lọc nhỏ giọt + lắng cặn; bộ lọc sinh học, đất ngập nước được xây dựng; và hồ ổn định);
- Xử lý bậc ba – Xử lý để loại bỏ TSS dư và các thành phần khác còn lại sau quá trình xử lý bậc hai (ví dụ: đông tụ/tạo bông; lọc hạt/cát/môi trường; và lọc màng);
- Xử lý nâng cao – Xử lý để loại bỏ tổng chất rắn hòa tan và/hoặc các thành phần vi lượng theo yêu cầu cho các mục đích tái sử dụng nước cụ thể (ví dụ: hấp phụ than hoạt tính, thẩm thấu ngược và các quá trình oxy hóa nâng cao);
- Khử trùng – Xử lý để giảm hàm lượng mầm bệnh được thực hiện phổ biến nhất bằng cách sử dụng chất oxy hóa hóa học (ví dụ chất oxy hóa gốc clo và ozon), và chiếu tia cực tím (UV). Khử trùng có thể được sử dụng sau khi xử lý bậc hai, bậc ba hoặc nâng cao khi cần thiết; và



## TCVN 13246:2020

- Quá trình sau clo hóa - Xử lý để kiểm soát và duy trì lượng clo dư trong hệ thống phân phối nước tái sử dụng để ngăn ngừa vi khuẩn tái sinh và/hoặc ô nhiễm vi khuẩn sau quá trình xử lý. Việc áp dụng khử trùng bằng clo (phía) sau là tùy thuộc vào mục đích sử dụng cuối cùng.

Mục tiêu chính về chất lượng nước trong việc tái sử dụng nước không dùng cho mục đích uống là việc khử hoạt tính và/hoặc loại bỏ các mầm bệnh trong nước nguồn để giảm khả năng ảnh hưởng xấu đến sức khỏe. Clo đóng một vai trò quan trọng trong việc khử trùng trong quá trình tái tạo nước, cũng như đảm bảo clo dư trong hệ thống phân phối để kiểm soát sự tái sinh của vi sinh vật hoặc tái nhiễm bản. Một số quy trình xử lý bậc hai/bậc ba khác (ví dụ: lọc màng) cũng có khả năng làm giảm hàm lượng mầm bệnh và tăng cường khử trùng bằng cách loại bỏ các tạp chất dạng hạt trước khi khử trùng<sup>[17]</sup>.

Một số hướng dẫn kỹ thuật thường được cung cấp để đơn giản hóa việc lựa chọn các quy trình tái tạo nước để đạt được mức chất lượng nước tái tạo cụ thể. Ví dụ điển hình với bốn mức chất lượng nước được trình bày trong Bảng 6.

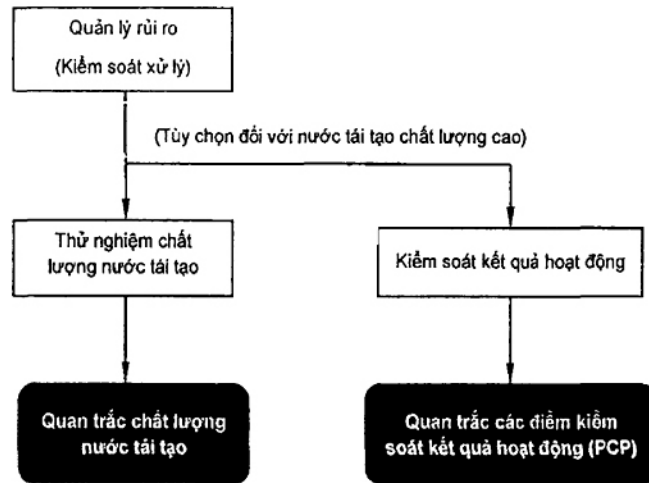
**Bảng 6 – Ví dụ về quá trình xử lý tại các mức chất lượng nước khác nhau**

Mức chất lượng nước	Quy trình xử lý điển hình
A (Cao)	Bậc hai + bậc ba + Khử trùng
B (Trung bình)	Bậc hai + (Lọc) + Khử trùng
C (Thấp)	Bậc hai + Khử trùng
D (Rất thấp)	Bậc hai

CHÚ THÍCH: Có thể sử dụng khử trùng sau quá trình xử lý bậc hai, bậc ba hoặc nâng cao nếu cần thiết.

Ví dụ, nước tái tạo có chất lượng nước cao nhất (ví dụ nước tái tạo loại A) thường yêu cầu xử lý lên bậc ba cùng với khử trùng bao gồm liều lượng vật lý/hóa học cụ thể để loại bỏ gần như hoàn toàn vi sinh vật và mầm bệnh. Ngược lại, nước tái tạo cấp thấp (ví dụ nước tái tạo loại D) thường yêu cầu xử lý bậc hai mà không cần khử trùng. Trong hầu hết các chương trình tái sử dụng nước không dùng cho mục đích uống, xử lý bậc hai sau đó là xử lý bậc ba là tiêu chuẩn tối thiểu. Tuy nhiên, nó có thể thay đổi tùy thuộc vào mức độ rủi ro tại điểm sử dụng cuối cùng.

Việc quan trắc các hệ thống tái tạo nước là rất quan trọng để đảm bảo tuân thủ các mục tiêu chất lượng và xác nhận kết quả hoạt động hoạt động liên tục để bảo vệ sức khỏe cộng đồng. Các chiến lược quan trắc điển hình được thể hiện trong Hình 2. Kiểm soát chất lượng nước (QC) được thực hiện trong hầu hết các chương trình tái sử dụng nước bằng cách quan trắc các thông số chất lượng nước đã chọn trong nước đã xử lý trước khi phân phối hoặc tại điểm sử dụng. Trong trường hợp các yêu cầu về chất lượng nước tái tạo ở mức cao, ngoài việc quan trắc chất lượng nước, nên sử dụng các điểm kiểm soát kết quả hoạt động (PCP). Điều 7 mô tả từng cách tiếp cận quan trắc.



Hình 2 – Kiểm soát quá trình xử lý và các phương pháp quan trắc

### 6.3.2 Quan trắc chất lượng nước tái tạo

Việc kiểm soát xử lý cùng với quan trắc chất lượng nước nhằm mục đích giảm các rủi ro về sức khỏe xuống mức có thể chấp nhận được bằng cách quan trắc liên tục hoặc gián đoạn chất lượng nước tại đầu ra của nhà máy tái tạo nước và tại điểm sử dụng. Các yêu cầu quan trắc (ví dụ, tần suất và thông số chất lượng nước) khác nhau tùy thuộc vào các quy định của địa phương và các yêu cầu được nêu ra trong quá trình đánh giá rủi ro và phê duyệt của cơ quan quản lý nước. Các quy trình chính về xây dựng các quy trình kiểm tra chất lượng nước tái tạo được quy định như sau:

- Thiết lập các mục tiêu chất lượng nước dựa trên các quy định và hướng dẫn của địa phương và các kết quả từ cuộc đánh giá rủi ro về sức khỏe;
- Xác định các thông số, chỉ số hoặc chất thay thế chính cần theo dõi, cũng như mức tối đa có thể chấp nhận được trong nước tái tạo để đảm bảo sức khỏe con người;
- Xác định tần suất lấy mẫu để đảm bảo chất lượng nước (QA);
- Lựa chọn các điểm lấy mẫu đại diện và kiểu lấy mẫu thích hợp (lấy hoặc kết hợp);
- Thiết lập các hành động khắc phục trong trường hợp không phù hợp;
- Thực hiện quan trắc định kỳ và đảm bảo độ tin cậy của các kết quả phân tích (ví dụ: quy trình lấy mẫu, quy trình QA/QC trong phòng thí nghiệm, bảo trì và hiệu chuẩn các dụng cụ phân tích trực tuyến và tại hiện trường).

Vì việc mô tả toàn diện các mối nguy trong việc tái sử dụng nước và quan trắc tất cả các thành phần đơn lẻ là không thực tế, các thông số về chất lượng nước thay thế thường được sử dụng để dễ dàng đảm bảo sự tuân thủ về chất lượng nước và kết quả hoạt động của quá trình tái tạo nước. Một số thông số đại diện này được mô tả dưới đây<sup>[17]</sup>.

## TCVN 13246:2020

**Vi sinh vật chỉ thị (ví dụ E. coli):** Các thông số liên quan đến mầm bệnh là mối quan tâm chính trong việc tái sử dụng nước không dùng cho mục đích uống<sup>(17)</sup>. Bởi vì mầm bệnh hiếm khi được đo ở nồng độ cao và trên thực tế việc đo lường tất cả các mầm bệnh cần quan tâm là không khả thi, các chỉ số của phân như E. coli hoặc coliform đường ruột chịu nhiệt thường được sử dụng làm sinh vật thay thế trong các chương trình quan trắc<sup>[25][29]</sup>. Các vi sinh vật này thường không gây bệnh nhưng cung cấp thông tin về khả năng ô nhiễm phân. Coliform tổng cũng được sử dụng như một chất chỉ thị vi sinh vật. Việc lựa chọn vi sinh vật chỉ thị phải tuân theo các quy định và hướng dẫn của địa phương.

**Độ đục hoặc TSS:** Các tạp chất dạng hạt trong nước tái tạo có thể che chắn vi sinh vật khỏi chất khử trùng, làm giảm hiệu quả khử trùng. Do đó, nên theo dõi độ đục hoặc TSS trước khi tiến hành khử trùng để đảm bảo quá trình khử trùng thực hiện tốt. Việc quan trắc độ đục được ưu tiên lựa chọn đối với nước tái tạo có khả năng tiếp xúc với con người cao vì nó có thể được đặt trực tuyến để kích hoạt báo động khi vượt quá mức mục tiêu.

**Nhu cầu oxy sinh hóa (BOD):** BOD là một đại diện liên quan đến các vấn đề thẩm mỹ và phiền hà. Điều này cũng cho thấy khả năng vi khuẩn tái sinh và hình thành màng sinh học, những yếu tố cuối cùng ảnh hưởng đến hiệu quả của quá trình khử trùng.

**Clo dư:** Clo thường được sử dụng để khử trùng hạ lưu của nhà máy tái tạo nước. Hiệu quả khử trùng thường được đánh giá với nồng độ clo nhân với thời gian tiếp xúc (thường được gọi là giá trị CT), trong khi giá trị này có khác nhau đáng kể giữa các cơ quan quản lý và các quốc gia. Theo dõi nồng độ clo dư trong các hệ thống phân phối nước tái tạo cũng rất quan trọng để tránh vi khuẩn phát triển trở lại trước khi đến điểm sử dụng cuối cùng. Để đảm bảo nồng độ clo ở mức thích hợp và giảm sự hình thành các sản phẩm phụ của quá trình khử trùng, cần đánh giá việc xác định nhu cầu clo. Việc theo dõi liên tục clo tại điểm sử dụng cuối cùng có thể cần thiết trong các ứng dụng mà có nguy cơ rủi ro cao đối với sức khỏe.

Các yêu cầu quan trắc điển hình đối với các mức yêu cầu chất lượng nước khác nhau được nêu tại Bảng 7.

**Bảng 7 – Ví dụ về các thông số quan trắc mức chất lượng nước trong các dự án tái sử dụng nước không dùng cho mục đích uống như một chức năng**

Mức chất lượng nước	Các thông số quan trắc điển hình
A (Cao)	BOD, độ đục hoặc TSS, E.coli <sup>a</sup> , clo dư
B (Trung bình)	BOD, Độ đục hoặc TSS, E.coli <sup>a</sup> , clo dư
C (Thấp)	TSS, E.coli <sup>a</sup> , clo dư
D (Rất thấp)	thường không yêu cầu quan trắc

<sup>a</sup> Các chỉ thị vi sinh vật khác có thể được sử dụng tùy theo thẩm quyền của địa phương.

### 6.3.3 Các điểm kiểm soát kết quả hoạt động (PCP)

Kiểm soát xử lý với PCP, ví dụ: các thông số quan trắc được cung cấp trong Bảng 7, là cách tiếp cận quản lý rủi ro của QC nước nhằm giảm rủi ro xuống mức có thể chấp nhận được bằng cách đảm bảo rằng các rào cản công nghệ đối với các mối nguy do vi sinh vật đang hoạt động như dự tính. Hoạt động đúng đắn của các PCP mang lại sự tin tưởng rằng nước tái tạo vẫn an toàn<sup>[26]</sup>. Nói cách khác, việc giảm kết quả hoạt động xử lý có nghĩa là nước tái tạo không thể đảm bảo an toàn. Việc kiểm soát kết quả hoạt động được đảm bảo thông qua việc lựa chọn các tiêu chí chất lượng nước hoặc các thông số thay thế và các giới hạn kiểm soát có thể đo lường được bằng số cần được thiết lập cho từng PCP. PCP tại hệ thống tái tạo nước được xác định với năm tiêu chí như sau<sup>[27]</sup>:

- a) Tầm quan trọng: PCP có quan trọng trong quản lý rủi ro không?
- b) Khả năng đo lường: Có thể đo lường PCP không?
- c) Hành động: Có bất kỳ hành động nào được thực hiện trong trường hợp mất PCP không?
- d) Giảm: PCP có giảm mức độ rủi ro không?
- e) Kịp thời: Có thể đo lường kịp thời PCP và các hành động khắc phục không?

Các phương pháp điển hình về xây dựng và quản lý PCP được cung cấp như sau:

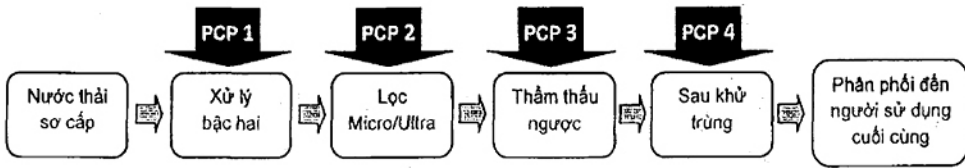
- a) Xác định các PCP trong hệ thống tái tạo nước;
- b) Thiết lập các giới hạn kết quả hoạt động quan trắc (ví dụ: cảnh báo, hành động và ngừng hoạt động) đối với từng PCP;
  - 1) Giới hạn cảnh báo: Không cần thực hiện hành động nào nhưng cần chú ý thêm để xử lý kết quả hoạt động.
  - 2) Giới hạn hành động: Cần phải điều tra để xác định nguyên nhân của sự sai lệch so với đường cơ sở và sau đó cần thực hiện các hành động khắc phục.
  - 3) Giới hạn ngừng hoạt động: Quá trình cần được dừng lại nếu không đảm bảo được kết quả hoạt động trong khi vẫn gây ra rủi ro cho sức khỏe con người.
- c) Thiết lập các hành động khắc phục khi vượt quá các giới hạn mà PCP đặt ra;
- d) Thiết lập các thủ tục để thẩm định và/hoặc thẩm tra PCP;
- e) Thực hiện quan trắc và đánh giá liên tục (bao gồm bảo dưỡng và hiệu chuẩn thiết bị quan trắc).

Thông số PCP thường được đặt ở nhiều quy trình. Các quy trình này bao gồm các quy trình xử lý bậc hai, quy trình bậc ba (bao gồm cả quy trình lọc) và quy trình khử trùng. Ví dụ, khi xử lý bậc hai, các thông số như oxy hòa tan, amoniac hoặc nitrat được sử dụng làm thông số quan trắc PCP. Trong quá trình lọc màng, các thông số PCP như độ đục và độ dẫn điện có thể được chọn. Vị trí điển hình của

**TCVN 13246:2020**

các PCP trong nhà máy tái tạo nước với nguồn nước tái tạo có chất lượng cao được thể hiện trong Hình 3. Ví dụ về các PCP và các thông số quan trắc cũng được trình bày trong Phụ lục C.

Mỗi PCP có thể đạt được các giới hạn hoạt động như nêu trong Bảng 8. Khi vượt quá giới hạn dừng máy, hệ thống xử lý sẽ ngừng hoạt động. Ngoài các giới hạn ngừng hoạt động, các giới hạn hành động cung cấp cảnh báo về các giới hạn kết quả hoạt động đang đến gần được khuyến nghị nên được thiết lập, để các biện pháp khắc phục có thể được thực hiện trước khi xảy ra sự cố ở mỗi PCP. Các giới hạn này rất quan trọng trong việc quan trắc kết quả hoạt động và cần được xác định cùng các chuyên gia có kinh nghiệm



Hình 3 – Ví dụ về PCP trong nhà máy tái tạo nước để sản xuất nước tái tạo có chất lượng cao

**Bảng 8 – Mẫu tiềm năng của các thông số quan trắc PCP tương ứng với Hình 3**

	PCP1 (Xử lý bậc hai)	PCP2 (Lọc Micro/Ultra)	PCP3 (Thẩm thấu ngược)	PCP4 (Sau khử trùng-trường hợp clo)
Thông số	Nồng độ amoniac	Độ đục	Độ dẫn điện	Clo tự do, và/hoặc CT
Giới hạn cảnh báo	_mg/L	_NTU	_mS/cm	_mg/L _mg.h/L/cm
Giới hạn hành động	_mg/L	_NTU	_mS/cm	_mg/L _mg.h/L/cm
Giới hạn ngừng hoạt động	_mg/L	_NTU	_mS/cm	_mg/L _mg.h/L/cm

CHÚ THÍCH: Các giá trị của từng tham số được cung cấp cùng dấu "\_" và các giá trị này có xu hướng áp dụng cho các hướng dẫn của địa phương/quốc gia.

**6.4 Các biện pháp kiểm soát việc sử dụng cuối cùng**

Kiểm soát việc sử dụng cuối cùng là một rào cản mạnh mẽ để giảm khả năng công chúng gặp phải các nguy hại về sức khỏe tại các điểm sử dụng cuối cùng. Nói chung, cần có các biện pháp kiểm soát sử dụng cuối với mức cao để sử dụng nước tái tạo chất lượng thấp. Các biện pháp đại diện của việc kiểm soát việc sử dụng cuối cùng như sau <sup>[24]</sup>.

Hạn chế sử dụng nước tái tạo: Về cơ bản có thể giảm tiếp xúc công cộng bằng cách hạn chế sử dụng nước tái tạo. Ví dụ, tưới cho cây lương thực mà tiêu thụ tươi thì cần nước tái tạo có chất lượng tốt hơn so với tưới nông nghiệp cho cây lương thực chế biến.

Kiểm soát các phương pháp áp dụng: Cũng có thể kiểm soát tiếp xúc của con người theo phương pháp áp dụng. Ví dụ, tưới nhỏ giọt hoặc tưới dưới bề mặt làm giảm tiếp xúc đáng kể so với tưới phun.

Đặt thời hạn khẩu lưu: Đặt thời hạn khẩu lưu giữa quá trình sản xuất nước tái tạo và sử dụng cuối cùng có thể làm giảm mức độ tiếp xúc của công chúng. Giảm đáng kể số lượng vi rút và vi khuẩn có thể xảy ra sau thời gian giữ lại. Trong trường hợp động vật nguyên sinh, việc giảm nồng độ chủ yếu được thực hiện bằng cách hút ẩm.

Kiểm soát tiếp cận: Kiểm soát việc tiếp cận công cộng trong quá trình tưới công viên và vườn cây, và sử dụng các vùng đệm giữa các khu vực tưới phun và các điểm tiếp cận công cộng làm giảm sự tiếp xúc với nước tái tạo. Việc lựa chọn thiết bị tưới thích hợp có thể hạn chế rủi ro tiếp xúc trực tiếp, chẳng hạn như vòi phun nước siêu nhỏ để tưới cảnh quan và tưới nhỏ giọt, cũng có thể cải thiện sự an toàn cho sức khỏe.

Thông thủy và kiểm soát dòng chảy ngược: Việc lắp đặt hệ thống ngăn chặn thông thủy và các thiết bị ngăn dòng chảy ngược là rất quan trọng để ngăn ngừa ô nhiễm nước chất lượng cao như nước uống.

Sử dụng biển báo, ghi nhãn, mã màu và thông tin liên lạc tại các điểm sử dụng cuối để giảm tiếp xúc ngẫu nhiên: Biển báo tại địa điểm tái sử dụng nước để biết rõ rằng đang sử dụng nước tái tạo và không phù hợp để uống, có thể góp phần giảm sự tiếp xúc ngẫu nhiên. Ngoài ra, việc ghi nhãn (ví dụ mã màu) của hệ thống phân phối như van và đường ống có thể có hiệu quả để giảm sự tiếp xúc ngẫu nhiên và thông thủy. Việc truyền đạt thông tin và giáo dục người sử dụng cuối cùng cũng rất quan trọng.

Nồng độ clo dư: Việc duy trì nồng độ clo dư trong hệ thống phân phối có thể cung cấp thêm biện pháp bảo vệ sức khỏe.

## **7 Quan trắc**

### **7.1 Yêu cầu chung**

Thực hiện việc quan trắc các hệ thống tái sử dụng nước để đảm bảo rằng nước tái tạo có chất lượng an toàn đang được cấp cho người sử dụng cuối cùng. Cần phân biệt hai loại quan trắc chính:

- a) quan trắc chất lượng nước, (còn gọi là quan trắc sự tuân thủ để kiểm tra các thông số quy định);  
và
- b) quan trắc kết quả hoạt động để thẩm tra hoạt động chính xác và hiệu quả của các quá trình xử lý.

Hai loại quan trắc này bổ sung cho nhau và được thực hiện cả trong quá trình vận hành nhà máy tái tạo nước và trong quá trình vận hành bình thường của nhà máy. Trong một số trường hợp, trong quá trình chạy thử, cần thiết lập các yêu cầu thẩm tra nghiêm ngặt hơn để quan trắc chất lượng nước, đặc biệt đối với các công nghệ mới hoặc đối với các dự án có nguy cơ tiếp xúc con người cao.

## **TCVN 13246:2020**

Các chương trình quan trắc chất lượng nước bao gồm một số điểm từ nước nguồn đến các điểm sử dụng cuối cùng, nhưng điểm QC của các quy định về nước điển hình là tại đầu ra của cơ sở tái tạo nước. Ví dụ về các thông số quan trắc trong hệ thống tái tạo nước được nêu trong Phụ lục D.

### **7.2 Quan trắc sự tuân thủ**

Thực hiện việc quan trắc sự tuân thủ về chất lượng nước để thẩm tra sự tuân thủ với các yêu cầu quy định. Ví dụ về các yêu cầu chất lượng nước tái tạo được mô tả trong 6.3.2. Theo dõi hàng tuần các chỉ số vi sinh vật thường được yêu cầu đối với các dự án tái sử dụng nước có rủi ro cao đối với sức khỏe, trong khi quan trắc hàng tháng hoặc hàng quý có thể đủ cho các dự án có nguy cơ tiếp xúc công cộng thấp. Đối với các dự án có rủi ro sức khỏe cao được xác định, việc quan trắc trực tuyến các chất thay thế (ví dụ như độ đục, clo dư) đảm bảo an toàn cho chất lượng nước tái tạo <sup>[24][28]</sup>.

### **7.3 Quan trắc kết quả hoạt động**

Thực hiện việc quan trắc kết quả hoạt động cùng với việc quan trắc trực đường hoặc định kỳ các thông số vận hành để xác nhận rằng các quá trình xử lý được thiết kế và vận hành đúng cách. Các thông số quan trắc kết quả hoạt động thường bao gồm các phép đo đơn giản của các thông số kiểm soát quá trình cho phép thực hiện các phép đo nhanh chóng và dễ dàng. Quan trắc kết quả hoạt động được thực hiện tại các PCP cụ thể. Ví dụ về giới hạn hoạt động của PCP được cung cấp trong 6.3.3.

Quan trắc kết quả hoạt động có thể xác định những thay đổi trong vận hành, trực trực hoặc thiếu sót của quy trình tái tạo nước. Việc thiết lập các giới hạn cảnh báo cho phép nhanh chóng xác định các sai lệch so với hoạt động bình thường của hệ thống để áp dụng các biện pháp khắc phục ngay lập tức và do đó tránh làm suy giảm chất lượng nước sản xuất và sự không phù hợp có liên quan.

Việc quan trắc kết quả hoạt động được khuyến nghị đối với các dự án tái sử dụng nước có rủi ro cao đối với sức khỏe, nhằm tránh phân phối nước tái tạo có chất lượng không phù hợp cho người dùng cuối cùng.

Việc quan sát hoặc kiểm tra tài sản và thiết bị bằng mắt thường bổ sung cho việc quan trắc thường xuyên hoặc trực đường các biện pháp kiểm soát để xác minh hoạt động bình thường của thiết bị và không có vi phạm trong hệ thống.

### **7.4 Kiểm soát chất lượng và đảm bảo chất lượng**

Tất cả các giai đoạn của chương trình quan trắc liên quan đến các thủ tục kiểm soát và đảm bảo chất lượng, được sử dụng để giúp tránh các lỗi và sự cố có thể xảy ra, đồng thời đảm bảo rằng dữ liệu thu thập được là đáng tin cậy. Các thủ tục đó có thể được thực hiện theo các tiêu chuẩn quản lý chất lượng liên quan.

## Phụ lục A

(Tham khảo)

## Các mầm bệnh thường được phát hiện trong nước thải thô

Các mầm bệnh thường được phát hiện trong nước thải thô được nêu trong Bảng A.1

Bảng A.1 – Các mầm bệnh thường được phát hiện trong nước thải thô

Sinh vật	Mầm bệnh	Bệnh
Vi khuẩn	<i>Shigella</i>	Shigellosis (bệnh lỵ trực khuẩn)
	<i>Salmonella</i>	Nhiễm khuẩn Salmonellosis, viêm dạ dày ruột (tiêu chảy, nôn mửa, sốt), viêm khớp phản ứng, sốt thương hàn
	<i>Vibrio cholera</i>	Bệnh tả
	Pathogenic <i>E. coli</i>	Viêm dạ dày ruột và nhiễm trùng huyết, hội chứng tan máu urê huyết
	<i>Campylobacter</i>	Viêm dạ dày ruột, viêm khớp phản ứng, hội chứng Guillain-Barre
Động vật nguyên sinh	<i>Entamoeba</i>	Amebiasis (bệnh kiết lỵ)
	<i>Giardia</i>	Giardiasis (viêm dạ dày ruột)
	<i>Cryptosporidium</i>	Cryptosporidiosis, tiêu chảy, sốt
Giun sán	<i>Ascaris</i>	Bệnh giun đũa (nhiễm giun đũa)
	<i>Ancylostoma</i>	Giun đầu gai (nhiễm giun móc)
	<i>Necator</i>	Hoại tử (nhiễm giun đũa)
	<i>Trichuris</i>	Bệnh giun tóc (nhiễm trùng roi)
Virus	Enteroviruses	Viêm dạ dày ruột, dị tật tim, viêm màng não, bệnh hô hấp, rối loạn thần kinh, một số bệnh khác.
	Adenovirus	Bệnh hô hấp, nhiễm trùng mắt, viêm dạ dày ruột
	Rotavirus	Biểu dạ dày ruột
CHÚ THÍCH: Theo Tài liệu tham khảo [24], [28] và [29] và có sửa đổi.		



## Phụ lục B

(Tham khảo)

### Đánh giá định lượng rủi ro sức khỏe

#### B.1 Qui định chung

Đánh giá định lượng rủi ro về sức khỏe là toàn bộ quá trình xác định mối nguy, đánh giá mức độ tiếp xúc, đánh giá phản ứng với liều lượng và xác định đặc điểm về rủi ro cho sức khỏe. Mặc dù việc đánh giá định lượng rủi ro chỉ có thể thực hiện được đối với một số chất ô nhiễm hạn chế, liên quan đến việc xem xét tái tạo nước và đòi hỏi thời gian, kinh nghiệm chuyên môn và chi phí cao, nó có thể được xem xét sử dụng cho các dự án có đánh giá rủi ro rất cao đối với sức khỏe cộng đồng.

#### B.2 Nhận dạng mối nguy

Các mô tả liên quan đến nhận dạng mối nguy được nêu tại 5.1.

#### B.3 Đánh giá mức độ tiếp xúc

Các rủi ro về sức khỏe khi sử dụng nước tái tạo là do vô tình uống, hít phải hoặc tiếp xúc với da trong quá trình sử dụng. Nước tái tạo có nhiều mục đích sử dụng và tần suất/thời gian sử dụng, và liều lượng uống, hít phải hoặc tiếp xúc da ngoài ý muốn đối với mỗi lần sử dụng là khác nhau tùy theo mục đích. Các giá trị này cũng thay đổi tùy theo quốc gia, khu vực và thời đại cho từng mục đích. Khối lượng, tần suất và thời gian sử dụng ngoài ý muốn, hít vào hoặc tiếp xúc với da cho mỗi mục đích chi có thể được thiết lập thích hợp trong trường hợp có dữ liệu/lý thuyết đầy đủ và đáng tin cậy.

#### B.4 Đánh giá liều đáp ứng

Đánh giá đáp ứng với liều lượng nhằm mục đích thiết lập mối quan hệ giữa liều lượng của mầm bệnh mà các cá nhân hoặc nhóm dân số tiếp xúc và xác suất ảnh hưởng xấu đến sức khỏe (ví dụ: nhiễm trùng, bệnh tật, tử vong). Từ mối quan hệ định lượng ước tính (mô hình liều lượng - đáp ứng), xác suất của các tác động có hại đến sức khỏe của một mức độ nghiêm trọng nhất định được ước tính từ một lần tiếp xúc nhất định với mầm bệnh cụ thể. Mô hình hóa liều đáp ứng là quá trình sử dụng các mối quan hệ toán học để mô tả xác suất của một ảnh hưởng xấu đến sức khỏe (ví dụ: nhiễm trùng, bệnh tật) xảy ra ở một cá nhân hoặc tần suất của ảnh hưởng xấu đến sức khỏe trong một quần thể khi cá nhân hoặc quần thể đó tiếp xúc với liều lượng tác nhân gây bệnh cụ thể. Đầu ra của đánh giá đáp ứng liều là một giá trị hoặc một tập hợp các giá trị cho các thông số đáp ứng liều. Tuy nhiên, chỉ có thể thiết lập các tham số này thích hợp trong trường hợp có dữ liệu/lý thuyết đầy đủ và đáng tin cậy.

#### B.5 Đặc điểm rủi ro cho sức khỏe

Việc xác định đặc tính rủi ro sức khỏe bao gồm việc sử dụng xác định mối nguy, đánh giá mức độ tiếp xúc và đánh giá phản ứng với liều lượng để xác định mức độ của rủi ro cho sức khỏe. Kết quả đầu ra của đặc tính rủi ro sức khỏe là các giá trị của xác suất ảnh hưởng xấu đến sức khỏe (ví dụ: nhiễm

trùng, bệnh tật, tử vong) và được biểu thị bằng xác suất nhiễm trùng hoặc số năm sống được điều chỉnh theo mức độ tàn tật (DALY). DALY là một chỉ số thể hiện mức độ nghiêm trọng của ảnh hưởng sức khỏe thông qua mức độ, độ lớn của nó.

DALY được biểu thị bằng công thức sau:

$$\text{DALY} = \text{YLL} + \text{YLD}$$

Số năm tổn thọ (YLL) là số năm bị mất do tử vong sớm. YLL được tính bằng cách trừ tuổi lúc tử vong cho tuổi thọ cao nhất có thể của một người ở độ tuổi đó. Ví dụ, nếu tuổi thọ cao nhất của nam giới ở một quốc gia nhất định là 75 tuổi, nhưng một người đàn ông tử vong vì ung thư ở 65 tuổi, thì ông ta có 10 năm tuổi thọ bị mất do ung thư. Số năm sống bị bệnh tật (YLD) có thể được xem là những năm sống trong tình trạng sức khỏe kém lý tưởng (bệnh tật). Các bệnh tật được tính bao gồm từ tình trạng như cúm, có thể chỉ kéo dài trong vài ngày, hoặc động kinh, có thể kéo dài suốt đời. Số năm tuổi thọ bị mất do bệnh tật được đo bằng cách lấy mức độ phổ biến của tình trạng này nhân với trọng số khuyết tật (có thể thu được từ dữ liệu nhiễm trùng). Trọng số khuyết tật phản ánh mức độ nghiêm trọng của các tình trạng khác nhau và được phát triển thông qua các cuộc khảo sát của công chúng.

**Phụ lục C**

(Tham khảo)

**Ví dụ về PCP và các thông số quan trắc**

Ví dụ về PCP và các thông số quan trắc được trình bày trong Bảng C.1.

**Bảng C.1 – Ví dụ về PCP và các thông số quan trắc**

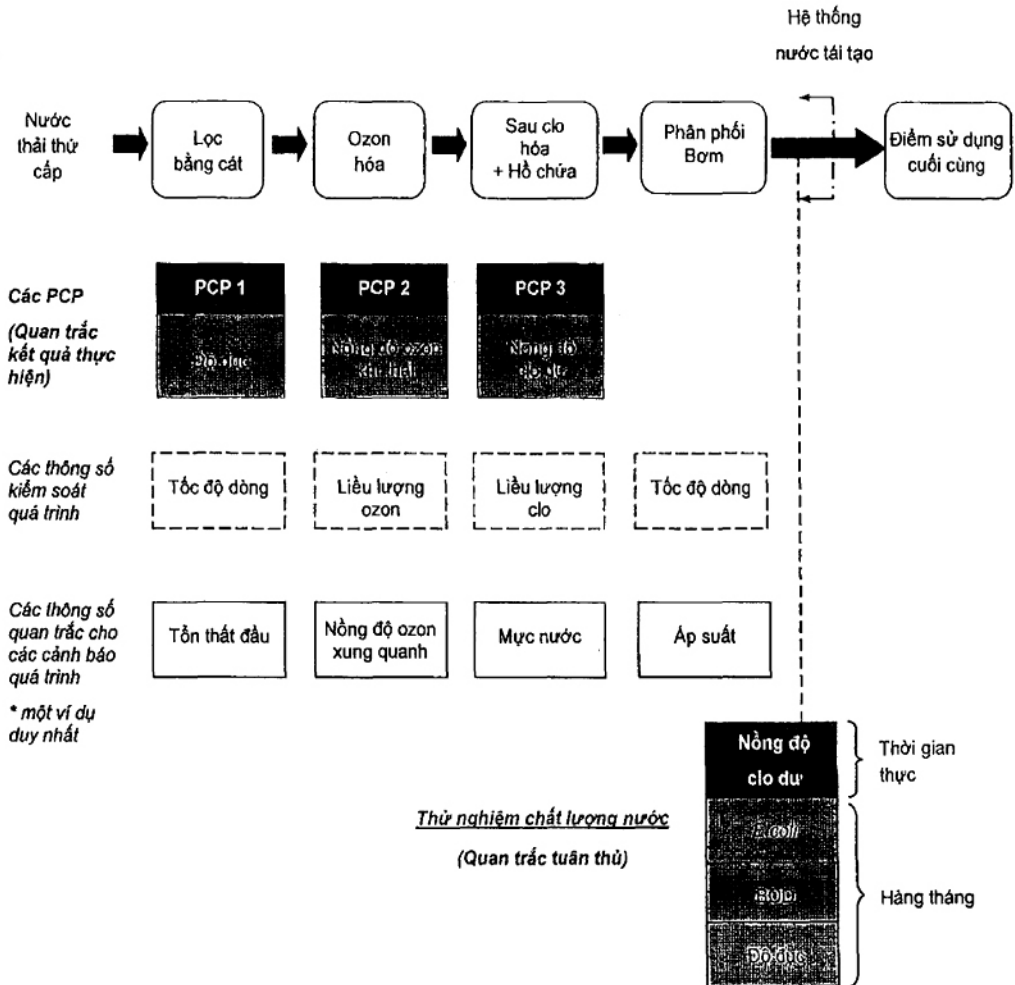
<b>PCP</b>	<b>Các thông số quan trắc tiềm năng</b>
Khử trùng bằng clo	Liều lượng clo CT (nồng độ x thời gian tiếp xúc) Clo dư
Khử trùng bằng tia cực tím	Cường độ/liều lượng UV Truyền tia UV
Lọc màng	Độ đục Tốc độ áp suất phân rã (hoặc bất kỳ quan trắc tính toán vụn khác)
Quy trình xử lý bậc hai	Oxy hòa tan Amoniac Hỗn hợp chất rắn lơ lửng (MLSS)
Các ao nuôi ổn định và trưởng thành	Thời gian lưu (ngày) Chất rắn lơ lửng
CHÚ THÍCH: Theo Tài liệu tham khảo [26] và có sửa đổi.	

**Phụ lục D**

(Tham khảo)

**Ví dụ về kết quả thực hiện và các thông số quan trắc tuân thủ trong hệ thống nước tái tạo**

Ví dụ về kết quả thực hiện và các thông số quan trắc tuân thủ trong hệ thống nước tái tạo được thể hiện tại Hình D.1



Hình D.1 – Ví dụ về kết quả thực hiện và các thông số quan trắc tuân thủ trong hệ thống nước tái tạo

**Phụ lục tài liệu tham khảo**

- [1] ISO/IEC Guide 51:2014, *Safety aspects – Guidelines for their inclusion in standards*
- [2] TCVN 9788:2013 (ISO Guide 73:2009), *Quản lý rủi ro – Từ vựng*
- [3] TCVN ISO 9000 (ISO 9000), *Hệ thống quản lý chất lượng – Cơ sở và từ vựng*
- [4] TCVN 7391-17:2007 (ISO 10993-17:2002), *Đánh giá sinh học đối với trang thiết bị y tế – Phần 17: Thiết lập giới hạn cho phép của chất ngấm chiết*
- [5] ISO 15800:2003, *Soil quality – Characterization of soil with respect to human exposure*
- [6] TCVN 12180-1:2017 (ISO 16075-1:2015), *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*
- [7] TCVN 12180-2:2017 (ISO 16075-2:2015), *Hướng dẫn sử dụng nước thải đã xử lý cho các dự án tưới – Phần 2: Xây dựng dự án*
- [8] TCVN 12180-3:2017 (ISO 16075-3:2015), *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*
- [9] ISO 16075-4:2016, *Guidelines for treated wastewater use for irrigation projects – Part 4: Monitoring*
- [10] TCVN 12525-1 (ISO 20760-1), *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*
- [11] 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*
- [12] TCVN 12526 (ISO 20761), *Tái sử dụng tại khu vực đô thị – Hướng dẫn đánh giá an toàn tái sử dụng nước – Thông số và phương pháp đánh giá*
- [13] TCVN 12592:2018 (ISO 21101:2014), *Du lịch mạo hiểm – Hệ thống an toàn – Yêu cầu*
- [14] TCVN ISO 45001 (ISO 45001), *Hệ thống quản lý an toàn, vệ sinh lao động – Các yêu cầu và hướng dẫn sử dụng*
- [15] ISO 30000:2009, *Ships and marine technology – Ship recycling management systems – Specifications for management systems for safe and environmentally sound ship recycling facilities*
- [16] TCVN ISO/IEC 31010, *Quản lý rủi ro – Kỹ thuật đánh giá rủi ro*
- [17] ASANO T., BURTON F.L., LEVERENZ H., TSUCHIHASHI R., TCHOBANOGLOUS G. *Water Reuse: Issues, Technologies, and Applications. McGraw-Hill, New York, 2007*
- [18] Jimenez B., & Asano T. *Water Reuse: An International Survey of Current Practice, Issues and Needs. WIA Publishing, 2008*

- [19] DEPARTMENT OF PUBLIC HEALTH AND ENVIRONMENT, WATER SANITATION HYGINESE AND HEALTH, WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). 2016. *Sanitation safety planning, Manual for safe use and disposal of wastewater, greywater and excreta*
- [20] GOVERNMENT OF WESTERN AUSTRALIA, DEPARTMENT OF HEALTH, PERTH, WESTERN AUSTRALIA, AUSTRALIA.. GWA DH. *Guidelines for the Non-potable Uses of Recycled Water in Western Australia, 2011*
- [21] *Health Canada*. 2010. Canadian guidelines for domestic reclaimed water for use in toilet and urinal flushing. Ottawa, Ontario, Canada (H128-1/10-602E)
- [22] Lazarova V., & Asano T. Milestones in Water Reuse: Main Challenges, Keys to Success and Trends of Development. An Overview. In: *Milestones on Water Reuse: The Best Success Stories*, (Lazarova V., Asano T., Bahri A., Anderson J. eds.). IWA Publishing, London, UK, 2013, pp.27-36
- [23] NATIONAL WATER INITIATIVE. 2010. National Water Initiative Policy Guidelines for Water Planning and Management
- [24] NATURAL RESOURCE MANAGEMENT MINISTERIAL COUNCIL, ENVIRONMENT PROTECTION AND HERITAGE COUNCIL, AUSTRALIAN HEALTH MINISTERS CONFERENCE, AUSTRALIA (NRMMC, EPHC, AHMC). 2006. Australian Guidelines for Water Recycling: Managing Health and Environmental Risks (Phase 1)
- [25] ASHBOLT N.J., GRABOW W.O., SNOZZI M. *Indicators of microbial water quality*. IWA Publishing, pp.289-316
- [26] NSW Department of Primary Industries — Office of Water (NSW DPI). 2015. NSW guidelines for recycled water management systems
- [27] NSW Government, Department of Water & Energy (NSW Government). 2008. Interim NSW guidelines for management of private recycled water schemes
- [28] UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US EPA). *Guidelines for Water Reuse, 2012*
- [29] *World Health Organisation (WHO)*. 2006. Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater: Volume 2, Wastewater use in agriculture
- [30] *World Health Organisation (WHO)*. 2016. Quantitative Microbial Risk Assessment: Application for Water Safety Management