

NGHIÊN CỨU PHÂN VÙNG MỨC ĐỘ AN TOÀN CẤP NƯỚC CHO HỆ THỐNG CẤP NƯỚC NHÀ BÈ - THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

Trần Đăng An¹, Nguyễn Hoàng Trí², Nguyễn Đình Vượng³

Tóm tắt: An toàn cấp nước là một trong những ưu tiên hàng đầu hiện nay tại các công ty cấp nước để đảm bảo dịch vụ cấp nước tốt nhất cho các đối tượng sử dụng nước. Nghiên cứu này trình bày phương pháp xác định chỉ số cấp nước an toàn cho mạng lưới cấp nước đô thị và các yếu tố chính ảnh hưởng tới khả năng cấp nước cho các đối tượng sử dụng nước trong phạm vi khu vực nghiên cứu điển hình – Mạng lưới cấp nước Nhà Bè, thành phố Hồ Chí Minh. Kết quả nghiên cứu cho thấy rằng, mạng lưới cấp nước khu vực nghiên cứu có hệ số an toàn cấp nước ở mức trung bình là 0.54. Tuy nhiên, mức độ an toàn cấp nước ở các khu vực DMA có sự khác nhau rõ rệt dao động từ 0.32 tới 0.77 phản ánh tính không đồng nhất về mức độ đảm bảo cấp nước cho các đối tượng sử dụng nước ở khu vực này. Ngoài ra, nghiên cứu này cho thấy rằng, tuổi ống có mức độ ảnh hưởng lớn nhất với hệ số ảnh hưởng quyết định 31% mức độ an toàn chung của toàn bộ mạng lưới, tiếp theo là áp lực lớn nhất trên hệ thống, số lượng điểm bề ghi nhận trong quá khứ lần lượt là 14.5% và 13.9%. Trong khi đó, chiều dài tuyến ống, vật liệu làm ống và đường kính đường như có ảnh hưởng không đáng kể (<10%) tới mức độ an toàn cấp nước của mạng lưới đường ống trong khu vực nghiên cứu. Điều này cho thấy rằng, để nâng cao mức độ an toàn cấp nước cần có các giải pháp cải tạo, nâng cấp thay thế các tuyến ống cấp nước đã sử dụng trong thời gian dài hiện tại không đảm bảo yêu cầu kỹ thuật phục vụ cấp nước trong mạng lưới cấp nước Nhà Bè.

Từ khóa: Mức độ an toàn cấp nước, mạng lưới cấp nước, Nhà Bè, SAWACO.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

An toàn cấp nước là một trong những ưu tiên hàng đầu đối với các công ty quản lý cấp nước trên thế giới nói chung và Việt Nam nói riêng, đặc biệt là Tổng công ty cấp nước Sài Gòn (SAWACO) và các công ty cấp nước thành viên. Do tác động tổng hợp của nhiều yếu tố kỹ thuật, quản lý vận hành, môi trường tự nhiên và xã hội nên hệ thống cấp nước nói chung và mạng lưới cấp nước của các công ty cấp nước nói riêng tiềm ẩn nhiều yếu tố gây mất an toàn ảnh hưởng đến khả năng cấp nước liên tục đảm bảo đúng yêu cầu áp lực, lưu lượng và chất lượng nguồn nước cấp cho các đối tượng sử dụng nước. Các nghiên cứu và khảo sát thực tế các mạng lưới cấp nước tại thành phố Hồ Chí Minh cho thấy rằng, mặc dù đã có những nỗ lực rất lớn trong công tác đảm bảo an

toàn cấp nước nhưng mạng lưới cấp nước tại các công ty cấp nước thuộc SAWACO vẫn xảy ra các sự cố rò rỉ, vỡ ống và chất lượng nước cấp bị ảnh hưởng. Do đó, việc đánh giá mức độ an toàn cấp nước của mạng lưới cấp nước là hết sức quan trọng, làm cơ sở để ngăn ngừa và xử lý các nguy cơ tiềm ẩn gây mất an toàn cấp nước, đồng thời xác định được mức độ ưu tiên đầu tư sửa chữa nâng cấp mạng lưới cấp nước đáp ứng các yêu cầu cấp nước theo tiêu chuẩn an toàn cấp nước đã được phê duyệt.

Hiện nay, phương pháp đánh giá an toàn cấp nước chủ yếu dựa vào hướng dẫn xây dựng kế hoạch cấp nước an toàn của tổ chức Y tế thế giới (WHO, 2004) (Eslami et al. 2018). Trong hướng dẫn này, WHO xây dựng phương pháp chung trong việc đánh giá các nguy cơ và rủi ro liên quan đến toàn bộ hệ thống cấp nước bao gồm từ nguồn cấp (trữ lượng, chất lượng), kỹ thuật xử lý nước, lưu trữ và phân phối nước sạch (chủ yếu tập trung vào chất lượng nước cấp). Đây là một trong những

¹Phân hiệu Trường Đại học Thủy lợi

²Công ty cổ phần Cấp nước Nhà Bè

³Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam

phương pháp quan trọng để đánh giá tổng thể mức độ an toàn nguồn nước cấp vào hệ thống cấp nước nhưng việc đánh giá tình trạng hoạt động của mạng lưới cấp nước chưa được đề cập chi tiết nên chỉ dừng lại ở việc hỗ trợ xây dựng chiến lược và kế hoạch cấp nước an toàn chung cho toàn hệ thống cấp nước. Ngoài phương pháp kể trên thì một số các nghiên cứu tập trung vào đánh giá mức độ bền vững của hệ thống cấp nước như nghiên cứu của Sofiane và các cộng sự (Boukhari et al. 2017), hay các nghiên cứu về đánh giá mức độ rủi ro cấp nước (Razmjou et al. 2019; Weber et al. 2020; Weber et al. 2021).

Ở Việt Nam hiện nay một số công ty đã áp dụng hướng dẫn xây dựng kế hoạch cấp nước an toàn của WHO, 2004. Bên cạnh đó, các công ty cấp nước sử dụng phổ biến công tác điều tra thực địa, xác định vị trí, số lượng và quy mô rò rỉ vỡ ống trên mạng truyền tải, phân phối và mạng dịch vụ từ đó xác định mức độ an toàn cấp nước theo khả năng đáp ứng cấp nước liên tục không gián đoạn đủ áp lực và lưu lượng tiêu thụ của các đối tượng sử dụng nước. Trong khi đó, chưa có nghiên cứu xác định hệ số cấp nước an toàn cho các mạng lưới cấp nước. Do vậy, nghiên cứu này sẽ trình bày đề xuất phương pháp tính hệ số cấp nước an toàn cho mạng lưới cấp nước làm cơ sở để đề xuất các giải pháp nhằm nâng cao hiệu quả cấp nước tại các công ty cấp nước hiện nay ở nước ta.

2. GIỚI THIỆU VÙNG NGHIÊN CỨU

Mạng lưới cấp nước Nhà Bè phục vụ cấp nước cho địa bàn các quận huyện bao gồm quận 4, quận 7, huyện Nhà Bè thành phố Hồ Chí Minh và các xã thuộc huyện Cần Giuộc tỉnh Long An. Khu vực này có địa hình thấp trũng cao độ địa hình biến đổi từ + 0.25 đến +1.5 m. Tổng dân số trong vùng khoảng 700 nghìn người (Niên giám thống kê, 2019). Khu vực này có nhiều đối tượng sử dụng nước bao gồm sinh hoạt và ăn uống của dân cư trên địa bàn chiếm trên 70% bên cạnh đó nhu cầu nước cho sản xuất công nghiệp, tiểu thủ công nghiệp, thương mại- dịch vụ, và nông nghiệp. Đây là khu vực có tốc độ đô thị hóa và tỉ lệ tăng trưởng kinh tế nhanh, điều này tạo ra sức ép rất lớn đối với mạng lưới đường ống truyền tải và phân phối hiện hữu.

Mạng lưới cấp nước Nhà Bè bao gồm 98 km ống truyền dẫn; 353 km ống phân phối và hơn 897 km ống dịch vụ. Tỷ lệ thất thoát nước bình quân năm 2010 là 40,8%, đến cuối năm 2020 là 13.12%. Thất thoát nước do rò rỉ vỡ ống trong khu vực nghiên cứu chủ yếu là do các yếu tố chính như đã đề cập ở bảng 1. Trong đó, tuổi thọ đường ống, áp lực và đặc tính vật liệu làm ống được xem là những yếu tố chính ảnh hưởng tới khả năng thất thoát nước do rò rỉ và vỡ ống gây mất an toàn cấp nước ở khu vực này.

3. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Phương pháp nghiên cứu được thể hiện qua Hình 1 dưới đây, theo đó việc xác định hệ số an toàn cấp nước được thực hiện qua ba bước sau.

Bước 1 – Xác định các vấn đề liên quan đến an toàn cấp nước, xác định cấu trúc phân loại an toàn cấp nước dựa vào nhóm tác động, tiêu chí và chỉ tiêu đánh giá phân loại mức độ an toàn. Xây dựng cấu trúc phân loại mức độ an toàn cấp nước. Hệ thống cấp nước rất dễ xảy ra sự cố và mất an toàn cấp nước do nhiều yếu tố tác động. Các nghiên cứu trên thế giới, tại Việt Nam và thực tế quản lý vận hành mạng lưới cấp nước Nhà Bè cho thấy một số nguyên nhân chính gây mất an toàn cấp nước bao gồm áp lực của hệ thống, đặc tính vật liệu ống, tuổi thọ, mật độ kết nối các tuyến ống và điều kiện môi trường khu vực tuyến ống đi qua. Điều kiện môi trường là một trong những yếu tố gián tiếp nhưng khá quan trọng đối với khu vực cấp nước Nhà Bè như khoảng cách từ tuyến ống tới bờ sông, đây là yếu tố rất đặc trưng cho khu vực này do càng gần bờ sông địa chất nền càng mất ổn định và sự dao động mực nước sông theo thủy triều cũng là yếu tố tác động lớn tới sự thay đổi mực nước ngầm và mức độ ổn định của nền địa chất nơi tuyến ống đi qua. Mức độ an toàn cấp nước của mạng lưới cấp nước phụ thuộc rất nhiều yếu tố trong đó các yếu tố có tác động trực tiếp, gián tiếp và tác động cộng hưởng tích lũy quyết định tới khả năng đảm bảo cấp nước của hệ thống. Do đó để đánh giá mức độ an toàn cấp nước, dựa vào điều kiện thực tế của mạng lưới cấp nước Nhà Bè, nghiên cứu này đã tiến hành xác định các nhóm tiêu chí, tiêu chí và chỉ số đánh giá mức độ an

toàn cấp nước như trình bày ở Bảng 1 dưới đây. Theo đó, mức độ an toàn cấp nước của mạng lưới

cấp nước Nhà Bè được chia làm 04 nhóm tiêu chí, 05 tiêu chí và 08 chỉ số đánh giá.

Bảng 1. Phân nhóm tiêu chí, tiêu chí và chỉ số đánh giá mức độ an toàn cấp nước

Nhóm tiêu chí	Tiêu chí	Ký hiệu	Chỉ số đánh giá
Kỹ thuật (D1)	Tuyến ống	DI	Đường kính ống
		MA	Vật liệu làm ống
		LE	Chiều dài tuyến ống
		AG	Tuổi ống
Quản lý vận hành (D2)	Áp lực làm việc	PM	Áp lực max
	Mức độ rò rỉ	BP	Số điểm bể
Môi trường (D3)	Độ ổn định của nền	DR	Khoảng cách tới sông
Xã hội (D4)	Mức độ sử dụng nước	PD	Mật độ ống kết nối

Bước 2 – Xây dựng ma trận so sánh cặp, xác định trọng số ảnh hưởng của các yếu tố tới mức độ an toàn cấp nước của hệ thống cấp nước khu vực nghiên cứu. So sánh cặp được thể hiện ở mỗi cấp độ so sánh bao gồm cấp độ 1 – kích thước, cấp độ 2 – tiêu chí và cấp độ 3 – các yếu tố ảnh hưởng. Ở mỗi cặp so sánh, chuyên gia sẽ cho điểm dựa vào giá trị được đề nghị bởi Saaty (Saaty, 1970) được thể hiện qua bảng 1 dưới đây.

Kết quả của việc so sánh này là một ma trận được xác định như phương trình (1) dưới đây.

$$A = [a_{ij}] = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ & \frac{1}{a_{12}} & & \\ \frac{1}{a_{12}} & 1 & & \dots & a_{2n} \\ & & \dots & & \\ \frac{1}{a_{12}} & \frac{1}{a_{2n}} & & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

Trong đó: A- là ma trận quyết định, a_{ij} là mức độ ưu tiên theo so sánh cặp giữa yếu tố i và j so sánh đối với tất cả các cặp của i với j thuộc tập hợp số tự nhiên nguyên dương Z^+ .

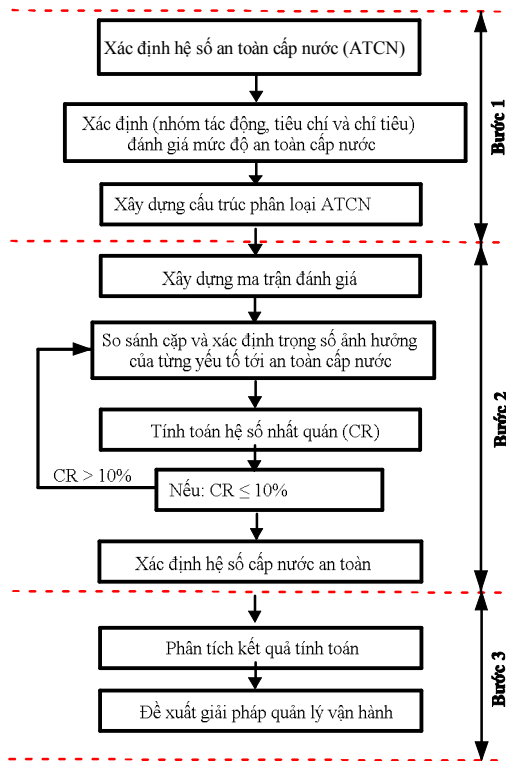
Các bước ở trên được sử dụng để xây dựng ma trận quyết định dùng để đánh giá mức độ an toàn cấp nước. Điều quan trọng ở đây là trọng số (w_i) từng yếu tố (i) quyết định tới mức độ an toàn cấp nước là bao nhiêu; do vậy, cần phải xác định trọng số này. Để xác định trọng số w_i của từng yếu tố cần thực hiện các bước sau (i) Tính toán tổng giá trị trong từng cột, (ii)

Chia mỗi giá trị trong từng cột cho tổng giá trị các cột và (iii) Trọng số được xác định bằng cách tính giá trị trung bình của mỗi hàng (Saaty 1990).

Do việc so sánh các cặp trong các ma trận của phương pháp AHP dựa vào mức độ ưu tiên nên sẽ dẫn đến sự thiếu nhất quán giữa các thông tin từ các yếu tố gây mất an toàn cấp nước. Do vậy, để xử lý vấn đề này, (Saaty 1990) đã đề xuất một hệ số gọi là hệ số nhất quán CR (Consistency Ratio) để đánh giá mức độ nhất quán trong các cặp so sánh và tổng hợp kết quả cuối cùng nếu hệ số CR < 10% thì được xem là kết quả đúng, nếu không, cần tiến hành lại việc so sánh các cặp để đạt được yêu cầu như trên.

Bảng 2. Chỉ số đánh giá mức độ quan trọng dựa vào mức độ ưu tiên

Mức độ quan trọng	Định nghĩa
1	Tầm quan trọng ngang nhau của hai yếu tố
3	Quan trọng hơn (phần tử i hơn phần tử j)
5	Quan trọng nhiều hơn (i hơn j)
7	Rất quan trọng hơn (i hơn j)
9	Vô cùng quan trọng hơn (i hơn j)
2, 4, 6, 8	Giá trị trung gian giữa hai phán đoán (i hơn j)
1/3	Ít quan trọng hơn (j hơn i)
1/5	Ít quan trọng nhiều hơn (j hơn i)
1/7	Rất ít quan trọng (j hơn i)
1/9	Vô cùng ít quan trọng (j hơn i)
1/2, 1/4, 1/6, 1/8	Giá trị trung gian giữa hai phán đoán (j hơn i)



Hình 1. Phương pháp nghiên cứu xác định hệ số cấp nước an toàn

Hệ số CR được xác định theo công thức 2 dưới đây.

$$CR = \frac{CI}{RI}, \text{ với } CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (2)$$

Trong đó, CI là chỉ số nhất quán, RI là chỉ số ngẫu nhiên; λ_{max} là giá trị riêng ma trận so sánh; n là kích thước của ma trận và W là vector trọng số. Khi thiết lập ma trận đánh giá thì sẽ xác định được giá trị riêng λ_{max} và vector trọng số W. Theo nghiên cứu của Saaty (1970) thì ma trận càng nhất quán khi λ_{max} tiến tới gần với giá trị n. Ngoài ra, độ lớn ma trận cũng ảnh hưởng tới tính nhất quán của các cặp so sánh, ma trận càng lớn thì càng khó để đạt được mức độ nhất quán theo yêu cầu đã đề cập ở trên. Trong thực tế các nghiên cứu thường giới hạn độ lớn của ma trận không nên vượt quá 10. Do đó trong nghiên cứu này kích thước ma trận được thiết lập có độ lớn là 37x8 với 8 yếu tố (DI- đường kính ống, MA-vật liệu làm ống, LE-chiều dài tuyến ống, AG-tuổi ống, PM- áp lực max, DR- khoảng cách tới sông, BP-số điểm bể, và PD- mật độ ống kết nối) ảnh hưởng tới mức độ an toàn cấp nước và 37 vùng DMAs của mạng lưới cấp nước Nhà Bè. Chỉ số RI được xác định theo kích thước của ma trận theo bảng 3 dưới đây.

Bảng 3. Bảng xác định chỉ số ngẫu nhiên RI

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

Dựa vào kết quả phân loại như trình bày ở trên, mức độ an toàn của một tuyến ống cấp nước bất kỳ thuộc mạng lưới cấp nước Nhà Bè được xác định dựa vào công thức:

$$R_j = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^{n=8} r_i * w_i \quad (3)$$

$$R_t = \sum_{i=1}^m R_i / m \quad (4)$$

Trong đó: R_j – Hệ số an toàn của DMA_j; k là số cấp độ tác động (trong nghiên cứu này k=5), r_i – Chỉ số phân cấp an toàn của DMA_j do yếu tố i tác động và w_i – trọng số ảnh hưởng của yếu tố i đối với mức độ an toàn của DMA_j; R_t – Hệ số an toàn tổng thể mạng lưới cấp nước; m- số lượng DMA trong mạng lưới tổng thể.

Bước 3- Tiến hành phân tích kết quả tính toán chỉ số an toàn cấp nước và đề xuất các giải pháp quản lý vận hành nhằm nâng cao hiệu quả cấp nước cho các đối tượng sử dụng nước trong khu vực nghiên cứu.

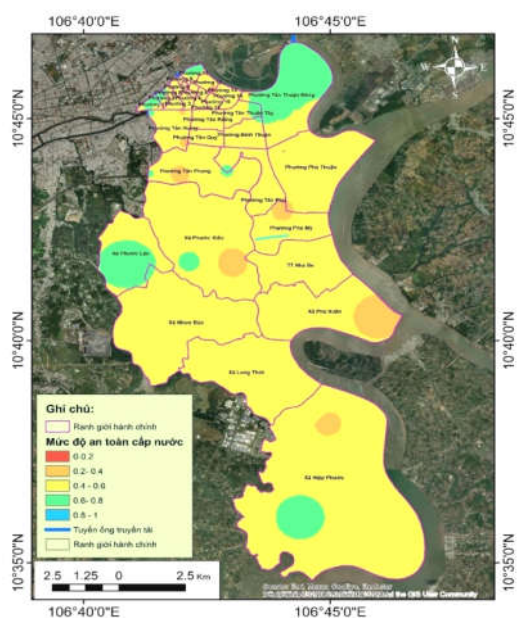
4. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

4.1. Xác định mức độ an toàn cấp nước

Mức độ an toàn cấp nước của hệ thống cấp nước Nhà Bè được xác định dựa vào phương pháp tính toán như đã trình bày ở mục 3 và kết quả được thể hiện dưới bảng 4 dưới đây.

Bảng 4. Kết quả tính toán mức độ an toàn cấp nước mạng lưới cấp nước Nhà Bè

Số DMA	Hệ số an toàn cấp nước	Giá trị
37	Giá trị lớn nhất	0.77
	Giá trị bé nhất	0.32
	Giá trị trung bình	0.54
	Độ lệch chuẩn	0.12



Hình 2. Phân vùng cấp nước an toàn mạng lưới cấp nước Nhà Bè

Kết quả cho thấy rằng hệ số an toàn của hệ thống đường ống cấp nước dao động từ 0.32 – 0.77 với giá trị trung bình khoảng 0.54 độ lệch chuẩn là 0.12. Tuyến ống có hệ số an toàn cao nhất nằm ở tuyến ống vận chuyển từ nhà máy nước Thủ Đức về tới điểm đầu vào của hệ thống cấp nước Nhà Bè. Mức độ khác biệt về hệ số an toàn trên toàn tuyến không quá lớn, tuy nhiên một số tuyến ống trên mạng lưới phân phối và dịch vụ tại các khu vực cấp nước thuộc hệ thống cấp nước Nhà Bè vẫn có sự khác biệt rõ rệt. Điển hình là khu vực trung tâm Quận 4, dọc đường Huỳnh Tấn Phát tiếp giáp sông Sài Gòn thuộc khu vực Quận 7 có hệ số an toàn rất thấp tới mức thấp dao động từ 0.32 - 0.41. Phần lớn khu vực còn lại ở mức an toàn trung bình 0.50 - 0.60, chỉ có

một số khu vực nhỏ đạt mức an toàn cao bao gồm một phần khu vực xã Phước Lộc, huyện Nhà Bè và các phường Tân Thuận Đông và Tân Thuận Tây thuộc Quận 7 và Phường 1, 2 và 12 thuộc địa bàn Quận 4 (hình 3-3). Hệ số an toàn cấp nước tổng thể của mạng lưới cấp nước Nhà Bè là $R_t = 0.54$, có thể nói rằng mạng lưới cấp nước khu vực này có mức độ cấp nước an toàn ở mức trung bình.

4.2. Xác định các yếu tố chính ảnh hưởng đến an toàn cấp nước

Như đã phân tích ở trên để mức độ an toàn cấp nước của hệ thống cấp nước phụ thuộc vào đối tượng và các thành phần trong hệ thống cấp nước về cơ bản có thể chia thành các nhóm chính bao gồm (1) Nguồn cấp; (2) Tuyến ống truyền tải, phân phối và dịch vụ; (3) Thiết bị và mức độ chất lượng dịch vụ cấp nước tới tận các hộ gia đình. Mức độ an toàn của hệ thống là tổng hợp mức độ an toàn của các thành phần kể trên, mỗi thành phần lại chịu sự tác động của rất nhiều yếu tố hết sức phức tạp. Trong phạm vi của nghiên cứu này chỉ xét tới mức độ an toàn của hệ thống đường ống với 8 yếu tố tác động chính bao gồm (1) DI-Kích cỡ đường kính; (2) MA-Vật liệu làm ống; (3) LE-Chiều dài tuyến ống; (4) AG-Thời gian phục vụ của tuyến ống; (5) PM-Áp lực làm việc max; (6) DR-Khoảng cách tới sông; (7) BP- Số lần rò rỉ/vỡ ống trong quá khứ; và (8) PD-Mật độ các tuyến ống kết nối. Dựa vào kết quả phân tích trọng số ảnh hưởng bằng phương pháp phân loại thứ bậc (AHP), hệ số ảnh hưởng của các yếu tố tới mức độ an toàn của mạng lưới cấp nước Nhà Bè được thể hiện như bảng 5 dưới đây.

Bảng 5. Trọng số ảnh hưởng của các thông số tới mức độ an toàn của hệ thống cấp nước Nhà Bè

Chỉ tiêu	Giải thích	Weights	+/-
1 Crit-1 (DI)	Đường kính ống	7.8%	4.8%
2 Crit-2 (MA)	Vật liệu làm ống	6.7%	3.8%
3 Crit-3 (LE)	Chiều dài tuyến ống	6.1%	2.2%
4 Crit-4 (AG)	Tuổi ống	30.9%	11.3%
5 Crit-5 (PM)	Áp lực max	14.5%	6.7%
6 Crit-6 (DR)	Khoảng cách tới sông	10.5%	3.6%
7 Crit-7 (BP)	Số điểm bể	13.9%	4.7%
8 Crit-8 (PD)	Mật độ ống kết nối	9.5%	4.4%

Chỉ tiêu	Giải thích				Weights	+/-
Giá trị riêng	λ_{\max} :				8.714	MRE: 45.0%
Tỷ số nhất quán	0.37	GCI: 0.26	Psi: 3.0%	CR: 7.3%	MRE est	45.2%

Kết quả cho thấy rằng, tuổi ống có mức độ ảnh hưởng lớn nhất với hệ số ảnh hưởng quyết định 31% mức độ an toàn chung của toàn bộ mạng lưới, tiếp theo áp lực trên hệ thống, số lượng điểm bể ghi nhận trong quá khứ lần lượt là 14.5% và 13.9%. Trong khi đó, chiều dài tuyến ống, vật liệu làm ống và đường kính đường như không có ảnh hưởng đáng kể (<10%) tới mức độ an toàn cấp nước của mạng lưới đường ống trong khu vực này.

5. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Nghiên cứu này phát triển phương pháp tính toán xác định hệ số an toàn cấp nước áp dụng cho mạng lưới cấp nước Nhà Bè dựa vào phương pháp phân loại AHP do Saaty đề xuất năm 1970 đã được ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực nghiên cứu khác nhau. Phương pháp này được ứng dụng để tính toán hệ số an toàn cấp nước cho khu vực nghiên cứu điển hình – mạng lưới cấp nước thuộc Công ty cổ phần Cấp nước Nhà Bè, thành phố Hồ Chí Minh. Kết quả nghiên cứu cho thấy rằng, mạng lưới cấp nước khu vực nghiên

cứu có hệ số an toàn cấp nước ở mức trung bình là 0.54. Tuy nhiên, mức độ an toàn cấp nước ở các khu vực DMA có sự khác nhau rõ rệt dao động từ 0.32 tới 0.77 phản ánh tính không đồng nhất về mức độ đảm bảo cấp nước cho các đối tượng sử dụng nước ở khu vực này. Ngoài ra, nghiên cứu này cho thấy rằng, tuổi ống có mức độ ảnh hưởng lớn nhất với hệ số ảnh hưởng quyết định 31% mức độ an toàn chung của toàn bộ mạng lưới, tiếp theo là áp lực lớn nhất trên hệ thống, số lượng điểm bể ghi nhận trong quá khứ lần lượt là 14.5% và 13.9%. Trong khi đó, chiều dài tuyến ống, vật liệu làm ống và đường kính đường như có ảnh hưởng không đáng kể (<10%) tới mức độ an toàn cấp nước của mạng lưới đường ống trong khu vực nghiên cứu. Điều này cho thấy rằng, để nâng cao mức độ an toàn cấp nước cần có các giải pháp cải tạo, nâng cấp thay thế các tuyến ống cấp nước đã sử dụng trong thời gian dài hiện tại không đảm bảo yêu cầu kỹ thuật phục vụ cấp nước trong mạng lưới cấp nước Nhà Bè.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Boukhari, S., Djebbar, Y., Amarchi, H., and Sohani, A. (2017). "Application of the analytic hierarchy process to sustainability of water supply and sanitation services: the case of Algeria." *Water Supply*, 18(4), 1282-1293.
- Eslami, A., Ghaffari, M., Barikbin, B., and Fanaei, F. (2018). "Assessment of safety in drinking water supply system of Birjand city using World Health Organization's water safety plan." *Environmental Health Engineering and Management Journal*, 5(1), 39-47.
- Razmjou, V., Moeinian, K., and Rahmani, A. (2019). "Risk assessment of water supply system safety based on WHO's water safety plan: case study Semnan, Iran." *DESALINATION AND WATER TREATMENT*.
- Boukhari, S., Djebbar, Y., Amarchi, H., and Sohani, A. (2017). "Application of the analytic hierarchy process to sustainability of water supply and sanitation services: the case of Algeria." *Water Supply*, 18(4), 1282-1293.
- Eslami, A., Ghaffari, M., Barikbin, B., and Fanaei, F. (2018). "Assessment of safety in drinking water supply system of Birjand city using World Health Organization's water safety plan." *Environmental Health Engineering and Management Journal*, 5(1), 39-47.
- Razmjou, V., Moeinian, K., and Rahmani, A. (2019). "Risk assessment of water supply system safety based on WHO's water safety plan: case study Semnan, Iran." *DESALINATION AND WATER TREATMENT*.

- Saaty, T. L. (1990). "How to make a decision: The analytic hierarchy process." *European Journal of Operational Research*, 48(1), 9-26.
- Wéber, R., Huzsvár, T., and Hős, C. (2020). "Vulnerability analysis of water distribution networks to an accidental pipe burst." *Water Research*, 184, 116178.
- Wéber, R., Huzsvár, T., and Hős, C. (2021). "Vulnerability of water distribution networks with real-life pipe failure statistics." *Water Supply*, 22(3), 2673-2682.
- Wéber, R., Huzsvár, T., and Hős, C. (2020). "Vulnerability analysis of water distribution networks to an accidental pipe burst." *Water Research*, 184, 116178.
- Wéber, R., Huzsvár, T., and Hős, C. (2021). "Vulnerability of water distribution networks with real-life pipe failure statistics." *Water Supply*, 22(3), 2673-2682.

Abstract:

**ESTIMATING SAFETY INDEX FOR NHA BE WATER
DISTRIBUTION SYSTEM, HO CHI MINH CITY**

The safety of the water distribution system is one of the top priorities at water supply companies to ensure the best water supply service for water users. This study presents a method to determine the safety index for the urban water supply network and the main factors affecting the ability to supply water to water users within the case study of Nha Be water distribution in Ho Chi Minh city. The results show that the overall safe water supply coefficient of the entire water distribution system in the study area is at an average level (0.54). However, the magnitude of the safety index in each DMAs presents significantly different, ranging from 0.32 to 0.77. In addition, this study shows that the age of the pipe system has the greatest influence on the reliability of the water supply system deciding 31% of the overall safety of the entire network, followed by the pressure on the system, the number of points tanks recorded in the past were 14.5% and 13.9%, respectively. Meanwhile, pipe length, pipe material, and diameter do not seem to significantly influence (<10%) the safety level of the water supply of the pipeline network in this area. This shows that, in order to improve the safety of the water supply, it is necessary to have solutions to renovate, upgrade and replace the existing water supply pipes that have been used for a long time, and do not meet the technical requirements for water supply system in the study area.

Keywords: Safety level of water supply, water supply network, Nha Be, SAWACO.

Ngày nhận bài: 08/9/2022

Ngày chấp nhận đăng: 04/6/2023