

Nghiên cứu đánh giá rủi ro đối với hệ thống cấp nước và đề xuất giải pháp cấp nước an toàn cho thành phố Tân An, tỉnh Long An

Lưu Văn Cần*, Đỗ Thị Thu Huyền



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

TÓM TẮT

Nghiên cứu này nhằm đánh giá các rủi ro đối với hệ thống cấp nước của thành phố Tân An (tỉnh Long An) trong bối cảnh biến đổi khí hậu và phát triển đô thị nhanh chóng. Mục tiêu chính là xác định các mối nguy trọng yếu, phân tích mức độ ảnh hưởng, và đề xuất các giải pháp nhằm tăng cường khả năng chống chịu và đảm bảo cung cấp nước an toàn. Phương pháp nghiên cứu được triển khai thông qua phân tích tài liệu, khảo sát hiện trường, lấy ý kiến chuyên gia, kết hợp phương pháp phân tích thứ bậc (AHP) để xác định trọng số các tiêu chí đánh giá rủi ro. Kết quả cho thấy hệ thống không tồn tại rủi ro cấp độ rất cao, tuy nhiên nhiều rủi ro ở mức cao (thiếu lưu lượng, rò rỉ, áp lực không ổn định), trung bình (ô nhiễm nguồn, nhiễm mặn, lũ lụt, gián đoạn xử lý) và thấp (sự cố môi trường, hóa chất, tắc nghẽn, đầu nối không đạt chuẩn) vẫn hiện hữu. Trên cơ sở đó, nghiên cứu đề xuất các giải pháp quản lý rủi ro toàn diện, bao gồm giám sát chất lượng nước theo thời gian thực, nâng cấp hạ tầng, cải thiện quy trình vận hành, và nâng cao năng lực ứng phó nhằm bảo đảm an toàn cấp nước, bảo vệ sức khỏe cộng đồng và phát triển bền vững đô thị.

Từ khóa: Đánh giá rủi ro, hệ thống cấp nước, cấp nước an toàn, thành phố Tân An, AHP

MỞ ĐẦU

Nước sạch là nguồn tài nguyên thiết yếu, đóng vai trò nền tảng cho sự tồn tại và phát triển của con người cũng như xã hội. Nước sạch là loại hàng hóa đặc biệt, có ảnh hưởng lớn đến sức khỏe con người và phát triển kinh tế - xã hội của đất nước (Chỉ thị số 34/CT-TTg, ngày 28 tháng 8 năm 2020 của Thủ Tướng)¹. Việc đảm bảo cấp nước an toàn là điều kiện tiên quyết cho sức khỏe cộng đồng, an ninh môi trường và phát triển kinh tế - xã hội bền vững^{2,3}. Tuy nhiên, Việt Nam đang phải đối mặt với nguy cơ thiếu hụt nước sạch ngày càng nghiêm trọng, bất chấp hệ thống sông ngòi dày đặc. Tình trạng này chủ yếu xuất phát từ các bất cập trong quản lý, khai thác không bền vững, cùng với tác động ngày càng rõ rệt của biến đổi khí hậu, xâm nhập mặn và đô thị hóa nhanh chóng^{4,5}.

Thành phố Tân An – trung tâm hành chính, chính trị và kinh tế của tỉnh Long An – cũng không nằm ngoài vòng ảnh hưởng. Trong những năm gần đây, thành phố đối diện với nhiều thách thức trong công tác quản lý hệ thống cấp nước, bao gồm gia tăng nhu cầu sử dụng, suy giảm chất lượng nguồn nước thô, và hạ tầng xuống cấp. Đặc biệt, hiện tượng xâm nhập mặn, lũ lụt, ô nhiễm từ sản xuất nông nghiệp và công nghiệp đã đặt ra yêu cầu cấp thiết về một chiến lược đánh giá và kiểm soát rủi ro một cách hệ thống và hiệu quả⁴⁻⁶.

Nhiều nghiên cứu quốc tế đã ứng dụng các phương pháp đánh giá rủi ro tiên tiến như Kế hoạch An toàn Nước (Water Safety Plan - WSP)⁷, mô hình cây lỗi (FTA)^{8,9}, phân tích Markov¹⁰, mô phỏng Monte Carlo¹⁰, và các công cụ hỗ trợ quyết định đa tiêu chí (MCDA)⁹. Tại Việt Nam, tuy một số nghiên cứu đã đề cập đến đánh giá rủi ro trong cấp nước đô thị¹¹⁻¹⁷, song việc ứng dụng còn hạn chế, thiếu tiếp cận chung, toàn diện “từ nguồn đến vòi”.

Nghiên cứu này tập trung đánh giá các mối nguy chính trong toàn bộ hệ thống cấp nước thành phố Tân An, từ nguồn khai thác, trạm xử lý, mạng lưới phân phối đến điểm đầu nối khách hàng. Trên cơ sở đó, nhóm nghiên cứu đề xuất hệ thống giải pháp nhằm giảm thiểu rủi ro và đảm bảo cấp nước an toàn, góp phần vào định hướng phát triển bền vững của thành phố.

ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu này là hệ thống cấp nước thành phố Tân An, tỉnh Long An, bao gồm toàn bộ chuỗi cấp nước từ nguồn khai thác, xử lý, phân phối đến người sử dụng cuối cùng. Cụ thể, các hợp phần chính được phân tích như sau:

- **Nguồn nước thô:** Bao gồm nguồn nước mặt từ hồ Bảo Định và các kênh rạch liên quan, cũng

Viện Môi trường và Tài nguyên, Đại học Quốc gia TP HCM, Việt Nam

Liên hệ

Lưu Văn Cần, Viện Môi trường và Tài nguyên, Đại học Quốc gia TP HCM, Việt Nam

Email: ccnlongan@gmail.com

Lịch sử

- Ngày nhận: 11-06-2025
- Ngày sửa đổi: 25-08-2025
- Ngày chấp nhận: 26-09-2025
- Ngày đăng: 28-06-2026

DOI: <https://doi.org/10.32508/vnuhcmj-ees.v10i1.823>



Bản quyền

© Tập chí ĐHQG TP.HCM. Đây là bài báo công bố mở được phát hành theo các điều khoản của the Creative Commons Attribution 4.0 International license.

Trích dẫn bài báo này: Cần L V, Huyền D T T. Nghiên cứu đánh giá rủi ro đối với hệ thống cấp nước và đề xuất giải pháp cấp nước an toàn cho thành phố Tân An, tỉnh Long An. VNUHCMJ. Environ. Earth Sci. 2026; 10(1):1327-1338.

như nguồn nước ngầm từ các giếng khoan tại các phường 2, 3, 4, 6 và xã Lợi Bình Nhơn. Nguồn nước chịu tác động của nhiều yếu tố như khai thác quá mức, ô nhiễm nông nghiệp (thuốc trừ sâu, phân bón), nước thải sinh hoạt và công nghiệp, xâm nhập mặn trong mùa khô và chất lượng biến động mạnh trong mùa mưa.

- **Trạm xử lý nước:** Gồm các công trình thu nước, bể lắng, lọc, khử trùng và hệ thống phụ trợ đảm bảo nước đầu ra đạt tiêu chuẩn cấp nước sinh hoạt theo quy chuẩn Việt Nam.
- **Mạng lưới phân phối:** Hệ thống ống dẫn chính và nhánh, các trạm bơm tăng áp đưa nước từ nhà máy đến người sử dụng. Đây là khu vực có nguy cơ cao về rò rỉ, áp lực không ổn định và ô nhiễm thứ cấp.
- **Người sử dụng cuối:** Bao gồm hộ gia đình, cơ quan hành chính, đơn vị sản xuất, dịch vụ... Các yếu tố được phân tích gồm nhu cầu sử dụng, phản hồi về chất lượng dịch vụ và khả năng tiếp cận nguồn nước an toàn.

Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu được tiến hành theo quy trình chặt chẽ, tích hợp các phương pháp định tính và định lượng nhằm đảm bảo tính khách quan và độ tin cậy cao trong đánh giá rủi ro. Các phương pháp cụ thể gồm:

- **Thu thập và phân tích tài liệu thứ cấp:** Tổng hợp thông tin từ các báo cáo chuyên ngành, tài liệu quy hoạch, dữ liệu vận hành hệ thống, quy trình quản lý và các văn bản pháp lý có liên quan đến hệ thống cấp nước Tân An.
- **Khảo sát thực địa và phỏng vấn:** thực hiện khảo sát thực địa và phỏng vấn các nhóm đối tượng sau

o**Nhóm 1** – Khảo sát hiện trạng tại 6 trạm cấp nước đang hoạt động hòa mạng cho Tân An, bao gồm: Xí nghiệp cấp nước Tân An (17.000 m³/ngày), trạm cấp nước phường 2, 3, 6, xã Lợi Bình Nhơn và trạm Nguyễn Công Trung theo Bảng 1. Ghi nhận thực tế kỹ thuật và phỏng vấn bằng bảng hỏi để thu thập dữ liệu bổ sung.

o**Nhóm 2** – Phỏng vấn người sử dụng nước đại diện cho các phường/xã tại thành phố (khoảng 100 khách hàng), bao gồm hộ dân, đơn vị công sở, dịch vụ, trường học, cơ sở sản xuất...

- **Đánh giá rủi ro bán định lượng:** Rủi ro (R) được lượng hóa dựa trên hai yếu tố (tiêu chí chính) gồm: (i) tần suất xuất hiện mối nguy (P) và (ii) mức độ thiệt hại nếu sự cố xảy ra (Si). Rủi ro cấp nước được tính toán theo công thức sau:

Mức độ rủi ro (R) = Tần suất (P) × Mức độ thiệt hại (Si)¹⁸

Trong đó yếu tố tần suất xuất hiện mối nguy được đánh giá bán định lượng thông qua thu thập thông tin thực tế từ các đơn vị cấp nước trên địa bàn thành phố Tân An. Yếu tố mức độ thiệt hại được đánh giá bằng phương pháp đa tiêu chí, phân tích thành các tiêu chí con bao gồm các tác động về kinh tế, sức khỏe cộng đồng, môi trường, uy tín doanh nghiệp và mức độ gián đoạn dịch vụ. Nghiên cứu sau đó sử dụng phương pháp phân thứ bậc (AHP), kết hợp với phương pháp chuyên gia để xác định trọng số các tiêu chí chính và tiêu chí con này.

Rủi ro sau đó được phân loại thành 4 cấp độ: Thấp (1), Trung bình (2), Cao (3), và Rất cao (4)¹⁸, cụ thể theo ảnh 2 như sau:

- **Phương pháp chuyên gia:** Phối hợp đội ngũ đa ngành gồm 09 nhà khoa học, chuyên gia có kinh nghiệm trong lĩnh vực cấp nước, quản lý hạ tầng và môi trường, nhà quản lý và những người trực tiếp vận hành hệ thống cấp nước nhằm thu thập thông tin, đánh giá mức độ quan trọng của các tiêu chí, và đề xuất các giải pháp và kế hoạch cụ thể nhằm phòng ngừa, khắc phục và ứng phó rủi ro.
- **Phân tích thứ bậc (AHP – Analytic Hierarchy Process):** Ứng dụng AHP để xác định trọng số các tiêu chí đánh giá rủi ro. Các chuyên gia tiến hành so sánh cặp theo thang điểm của T. Saaty¹⁹, từ đó xây dựng ma trận so sánh cặp và tính toán trọng số trung bình cho từng tiêu chí chính và tiêu chí con theo phương pháp AHP.

Quy trình được mô tả trong Hình 1, thể hiện đầy đủ các bước từ xác định đối tượng đánh giá đến phân loại mức độ rủi ro và đề xuất giải pháp kiểm soát.

KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Hiện trạng hệ thống cấp nước thành phố Tân An

Tính đến năm 2024, tổng công suất cấp nước toàn thành phố Tân An đạt khoảng 24.000 m³/ngày đêm. Trong đó:

- **Nhà máy cấp nước Tân An** sử dụng nước mặt từ hồ Bảo Định (10.000 m³/ngày đêm) và nước ngầm từ giếng khoan (7.500 m³/ngày đêm).
- **Các trạm cấp nước khu vực** (phường 2, 3, 6 và xã Lợi Bình Nhơn) cung cấp tổng cộng 6.500 m³/ngày đêm, hòa mạng lưới chung.

Bảng 1: Đối tượng khảo sát [Nguồn: Nhóm tác giả]

STT	Đối tượng	Địa chỉ/ mô tả
1	Xí nghiệp cấp nước Tân An	- Phường 4, TPTA - Công suất: 17.000 m3/ngày - Hòa mạng cung cấp TPTA
2	Trạm cấp nước Phường 2	- Phường 2, TPTA - Công suất: 1.400 m3/ngày - Hòa mạng cung cấp TPTA
3	Trạm cấp nước Phường 3	- Phường 3, TPTA - Công suất: 1.500 m3/ngày - Hòa mạng cung cấp TPTA
4	Trạm cấp nước Phường 6	- Phường 6, TPTA - Công suất: 1.200 m3/ngày - Hòa mạng cung cấp TPTA
5	Trạm cấp nước Xã Lợi Bình Nhơn	- Xã Lợi Bình Nhơn, TPTA - Công suất: 1.000 m3/ngày - Hòa mạng cung cấp TPTA
6	Trạm cấp nước Nguyễn Công Trung	- Phường 3, TPTA - Công suất: 1.400 m3/ngày - Hòa mạng cung cấp TPTA

Bảng 2: Mô tả cấp độ rủi ro¹⁵

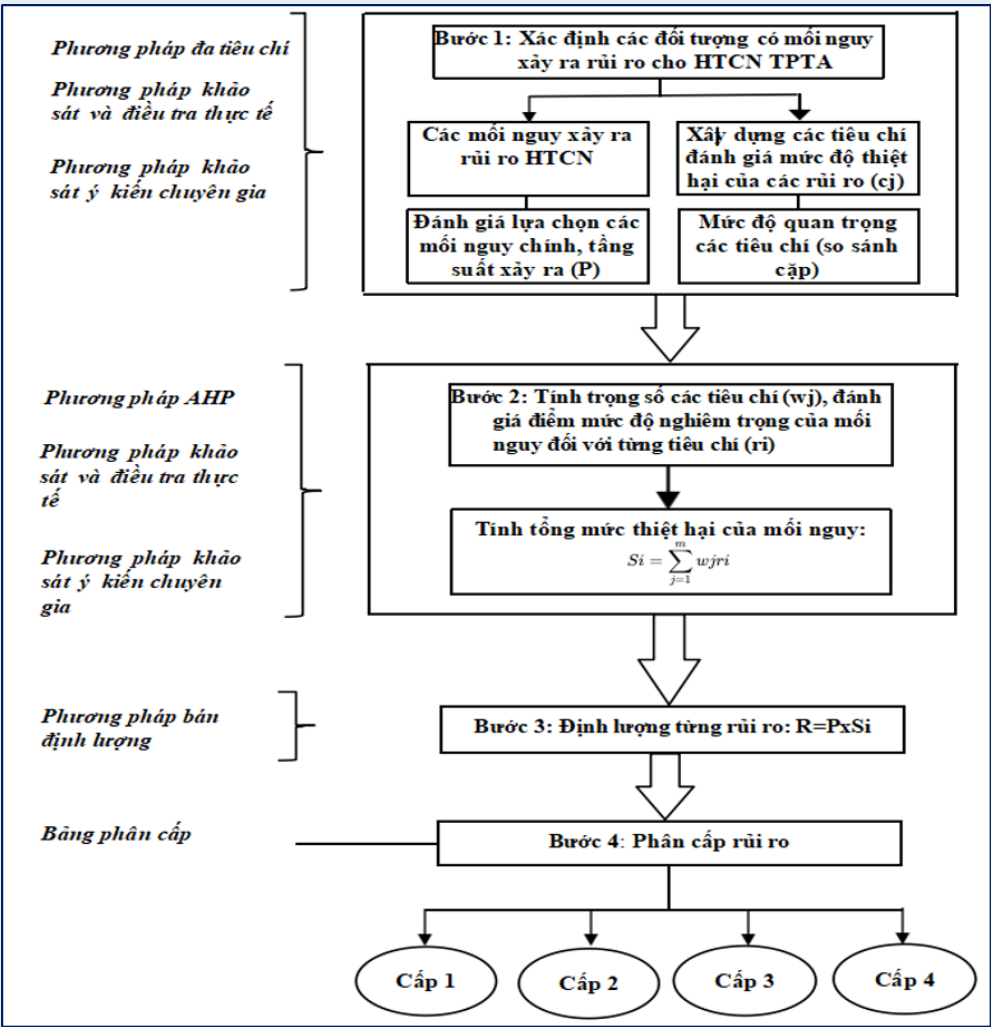
Cấp	Mức độ	Mô tả	Giá trị R
1	Thấp	Các hành động có thể được thực hiện như một phần của hoạt động thường lệ.	Tổng điểm từ 1-4
2	Trung bình	Không có tác động nào đến an toàn nước uống, nhưng cần chú ý đến hoạt động và/hoặc có thể cải thiện trong trung và dài hạn để tiếp tục giảm thiểu rủi ro.	Tổng điểm 4-7
3	Cao	Cần thực hiện các hành động để giảm thiểu rủi ro. Các lựa chọn khả thi (lựa chọn ngắn hạn, trung hạn và dài hạn) cần được ghi chép lại (như một phần của kế hoạch cải thiện) và triển khai dựa trên các ưu tiên và nguồn lực sẵn có.	Tổng điểm 7-15
4	Rất cao	Không thể loại trừ những tác động tiêu cực nghiêm trọng đến an toàn nước uống và thậm chí là gián đoạn nguồn cung cấp. Kiểm tra các phương án ngắn hạn để giảm thiểu hậu quả cấp tính; xem xét các nguồn nước thay thế.	Tổng điểm 15-25

Mạng lưới phân phối bao gồm hơn 440 km đường ống (gang, PVC, HDPE), phục vụ trên 27.000 khách hàng, bao gồm hộ dân cư, tổ chức, đơn vị sản xuất và dịch vụ. Sơ đồ tổng thể mạng lưới cấp nước thành phố Tân An được thể hiện trên Hình 2 sau.

Tuy nhiên, trong quá trình vận hành, hệ thống cấp nước TPTA đã và đang đối mặt với nhiều sự cố và rủi ro. Giai đoạn 2017–2023, số lượng sự cố về rò rỉ và hư hỏng ống dẫn tăng mạnh, từ 59 vụ (năm 2017) lên 1.329 vụ (năm 2023) (3). Trong đó, tình trạng vỡ ống do thi công hạ tầng khác hoặc do chất lượng ống kém chiếm tỷ lệ cao. Các vấn đề như áp lực không ổn định,

tắc nghẽn, ô nhiễm thứ cấp và sai lệch thông tin khách hàng cũng thường xuyên xảy ra.

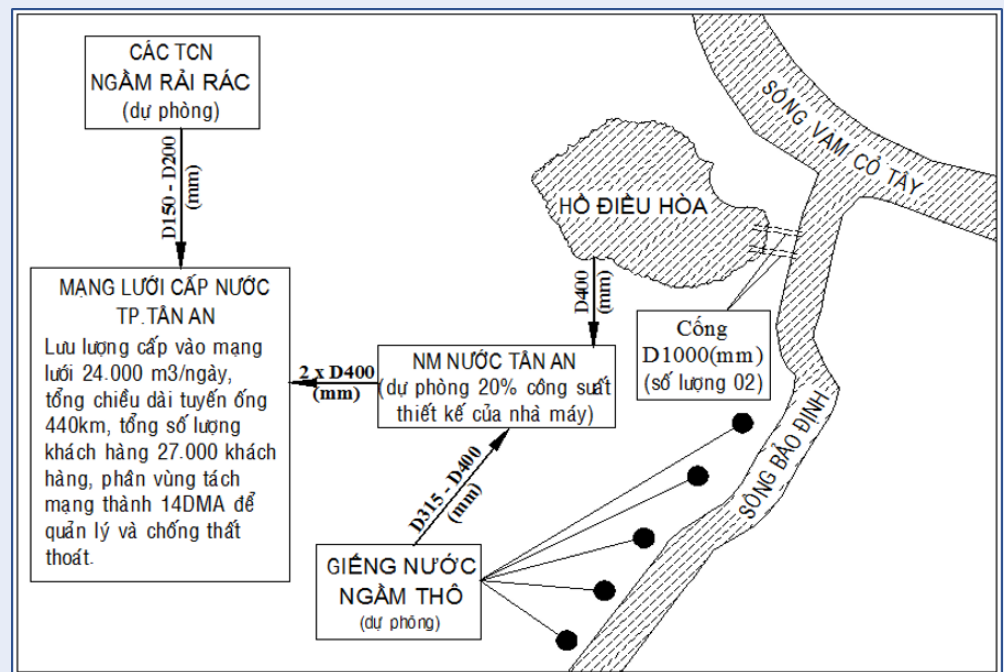
Tình trạng gia tăng sự cố rò rỉ và hư hỏng đường ống tại TPTA tương đồng với các thách thức mà nhiều đô thị đang phát triển ở Việt Nam và các nước đang phát triển phải đối mặt¹³. Các nghiên cứu quốc tế về hệ thống cấp nước thường chỉ ra rò rỉ mạng lưới là một trong những rủi ro phổ biến và gây thiệt hại lớn nhất, ảnh hưởng đến hiệu quả vận hành và chất lượng nước^{10,21–26}. Việc tăng số lượng sự cố theo từng năm (từ 59 vụ năm 2017 lên 1329 vụ năm 2023) cho thấy mức độ nghiêm trọng và cần được ưu tiên xử lý. Trên



Hình 1: Xây dựng quy trình đánh giá các rủi ro HTCN TPTA [Nguồn: Nhóm tác giả]

Bảng 3: Tổng hợp rủi ro mạng lưới cấp nước từ tháng 6 năm 2017 đến 2023²⁰

STT	Nguyên Nhân	TÂN AN						
		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
1	ỐNG CÁI	24	47	134	212	278	298	435
	Đơn vị thi công làm bể	1	15	35	105	117	140	224
	Tự bể	23	32	99	107	161	158	211
2	ỐNG NHÁNH	35	119	284	399	598	725	894
	Đơn vị thi công làm bể	0	5	25	120	152	129	201
	Tự bể	14	58	119	102	127	175	236
	Ống nghẹt	10	24	73	102	133	115	72
	Hư van, xi rác co	11	32	67	75	186	306	385
	TỔNG CỘNG	59	166	418	611	876	1023	1329



Hình 2: Hiện trạng cấp nước TPTA [Nguồn: Nhóm tác giả]

cơ sở đó, nghiên cứu đã xác định 20 mối nguy chính thuộc bốn hợp phần của hệ thống cấp nước gồm:

- **Mối nguy liên quan đến nguồn nước:** Ô nhiễm hữu cơ, thuốc BVTV, kim loại nặng, khu lấy nguồn nước thô; Thiếu lưu lượng nguồn nước thô; Sự cố môi trường, tràn dầu, ô nhiễm xả thải, công nghiệp, nông nghiệp,...; Nước thô nhiễm mặn mùa khô hạn; Lũ lụt, mưa to kéo dài thay đổi nhanh chóng về chất lượng nguồn nước thô (nước mặt, pH giảm);
- **Mối nguy liên quan đến hệ thống xử lý:** Rò rỉ hóa chất clo khử trùng, xút nâng PH, PAC keo tụ, phát sinh sản phẩm quá trình khử trùng; Quá tải hệ thống; Mất điện; Vận hành sai quy trình; Xử lý bị gián đoạn/mất khử trùng;
- **Mối nguy liên quan đến Mạng lưới phân phối nước:** Rò rỉ đường ống; Ô nhiễm thứ cấp; Tắc nghẽn đường ống; Áp lực nước không ổn định; Lưu lượng không đủ cấp

Mối nguy liên quan đến **Đầu nối khách hàng:** Thông tin khách hàng không chính xác; Hồ sơ thủ tục không đầy đủ; Công trình đầu nối không đảm bảo chất lượng; Vị trí đầu nối không phù hợp; Chảy ngược.

Bộ tiêu chí đánh giá rủi ro

Dựa trên các phương pháp nghiên cứu trên, rủi ro hệ thống cấp nước được đánh giá theo tần suất của mối

nguy và mức độ thiệt hại/hậu quả của rủi ro. Trong đó yếu tố tần suất xuất hiện mối nguy được đánh giá bán định lượng theo thang điểm từ 0-5, thông qua thu thập thông tin thực tế từ các đơn vị cấp nước trên địa bàn thành phố Tân An. Yếu tố mức độ thiệt hại được đánh giá bằng phương pháp đa tiêu chí. Dựa trên ý kiến chuyên gia (CG), nghiên cứu đã xác định 7 tiêu chí đánh giá (bảng 4) mức độ thiệt hại của rủi ro và trọng số tương ứng theo phương pháp AHP, kết quả được trình bày tại Bảng 6.

Việc sử dụng phương pháp AHP để xác định trọng số các tiêu chí đánh giá rủi ro là một cách tiếp cận khoa học và phổ biến trong các nghiên cứu đánh giá rủi ro phức tạp. Điều này giúp lượng hóa mức độ quan trọng của từng yếu tố dựa trên kinh nghiệm chuyên gia, tăng tính khách quan và tin cậy cho kết quả. Các tiêu chí được chọn lọc khá toàn diện, bao gồm cả tác động trực tiếp (gián đoạn, sức khỏe, kinh tế) và gián tiếp (uy tín, tâm lý xã hội), phù hợp với khuyến nghị của các tổ chức quốc tế như WHO về Kế hoạch An toàn Nước (WSP).

Việc xây dựng bộ tiêu chí rõ ràng và xác định trọng số bằng AHP là một điểm mạnh của nghiên cứu, đảm bảo tính hệ thống và minh bạch trong quá trình đánh giá rủi ro. Trọng số cao nhất dành cho "Gián đoạn cung cấp nước cho khách hàng" phản ánh đúng tầm quan trọng của việc duy trì dịch vụ liên tục, trong khi yếu tố "Ảnh hưởng sức khỏe, mầm bệnh" cũng được

Bảng 4: Kết quả các tiêu chí đánh giá mức độ thiệt hại trong rủi ro hệ thống cấp nước và trọng số [Nguồn: Nhóm tác giả]

Tiêu chí đánh giá	Trọng số theo từng Chuyên gia									Trọng
	CG1	CG2	CG3	CG4	CG5	CG6	CG7	CG8	CG9	
(1) Giảm đoạn cung cấp nước cho khách hàng	0.293	0.226	0.239	0.27	0.176	0.222	0.259	0.278	0.215	0.242
(2) Ảnh hưởng sức khỏe, mầm bệnh	0.165	0.165	0.165	0.158	0.212	0.228	0.158	0.132	0.134	0.169
(3) Mất niềm tin, uy tín vào khách hàng	0.105	0.134	0.141	0.117	0.136	0.082	0.115	0.129	0.166	0.125
(4) Gây hoang mang dư luận về chất lượng, thẩm mỹ	0.117	0.1	0.094	0.094	0.113	0.14	0.138	0.106	0.153	0.117
(5) Ảnh hưởng sản xuất, sinh hoạt, dịch vụ khách hàng	0.098	0.156	0.15	0.151	0.151	0.142	0.142	0.151	0.145	0.143
(6) Thiệt hại kinh tế cho khách hàng	0.117	0.086	0.083	0.08	0.083	0.078	0.082	0.120	0.086	0.091
(7) Thiệt hại kinh tế cho công ty	0.105	0.133	0.128	0.129	0.129	0.108	0.106	0.084	0.101	0.114

đánh giá cao, nhấn mạnh vai trò của nước sạch đối với sức khỏe cộng đồng^{7,25}.

Kết quả đánh giá rủi ro

Như đã trình bày ở trên, yếu tố tần suất của mỗi nguy được đánh giá trực tiếp cho từng mối nguy dựa trên kinh nghiệm của chuyên gia vận hành hệ thống cấp nước, theo thang điểm từ 0-5. Yếu tố mức độ thiệt hại của cũng được đánh giá dựa trên kinh nghiệm chuyên gia. Điểm đánh giá của mỗi nguy tương ứng với mỗi tiêu chí con của mức độ thiệt hại được nhân với trọng số của tiêu chí con tương ứng để xác định được điểm số mức độ thiệt hại tổng cộng của mỗi nguy đó.

Mức độ rủi ro của các mối nguy sau đó được tính toán theo công thức ($R = P \times Si$) và phân loại theo cấp độ theo Bảng 5 như sau:

Kết quả đánh giá trên cho thấy mạng lưới phân phối là khu vực rủi ro cao nhất với rò rỉ ống ($R = 14,55$), áp lực không ổn định ($R = 14,28$) và các vấn đề về lưu lượng, ô nhiễm thứ cấp ($R \sim 5-7$). Đối với nguồn nước thô, rủi ro tiềm ẩn cao nhất là nguy cơ thiếu hụt lưu lượng vào mùa khô ($R = 7,78$, cấp 3), tiếp đến là các rủi ro trung bình như ô nhiễm do mưa lũ, nhiễm mặn, xâm nhập nước thải (R dao động từ 5,2–5,7) và một số rủi ro thấp như tràn dầu hay xả thải công nghiệp ($R \sim 3,1$). Trạm xử lý nước và đầu nối khách hàng đều có rủi ro ở mức thấp ($R < 4$), ngoại trừ nguy cơ gián đoạn xử lý do chất lượng nước đầu vào kém ($R = 7,06$). Riêng đầu nối khách hàng nếu không kiểm soát tốt có thể gây ô nhiễm thứ cấp trong toàn hệ thống.

Về tổng thể, hệ thống không ghi nhận rủi ro ở mức rất cao (cấp 4), tuy nhiên có 4 rủi ro cấp cao (cấp 3) cần được ưu tiên xử lý, 8 rủi ro trung bình (cấp 2) có thể giảm nhẹ thông qua điều chỉnh kỹ thuật, và phần

lớn rủi ro ở mức thấp (cấp 1) vẫn cần giám sát định kỳ để ngăn ngừa tích lũy nguy cơ. Kết quả này phù hợp với thực trạng chung của các hệ thống cấp nước đô thị ở Việt Nam, nơi nguồn nước thường chịu áp lực từ ô nhiễm và biến đổi khí hậu (xâm nhập mặn, lũ lụt), và hạ tầng phân phối thường cũ kỹ, dễ gặp sự cố³. Tình trạng rò rỉ và áp lực không ổn định trong mạng lưới phân phối là vấn đề phổ biến được nhiều nghiên cứu chỉ ra^{8,9}. Việc không có rủi ro "rất cao" là một tín hiệu tích cực, cho thấy hệ thống có khả năng duy trì hoạt động cơ bản, nhưng sự hiện diện của nhiều rủi ro "cao" và "trung bình" đòi hỏi các biện pháp can thiệp kịp thời. Nguồn nước và mạng lưới phân phối là hai khu vực trọng yếu nhất về rủi ro, đặc biệt là tình trạng thiếu hụt lưu lượng nguồn nước và các sự cố liên quan đến rò rỉ, áp lực trong mạng lưới. Kết quả này cung cấp cơ sở vững chắc cho việc xây dựng các giải pháp kiểm soát rủi ro có mục tiêu.

Đề xuất giải pháp đảm bảo cấp nước an toàn

Để đảm bảo an toàn cấp nước cho thành phố Tân An trong bối cảnh biến đổi khí hậu và gia tăng nhu cầu sử dụng, nghiên cứu đề xuất tiếp cận kiểm soát rủi ro theo hướng chủ động, tích hợp và thích ứng.

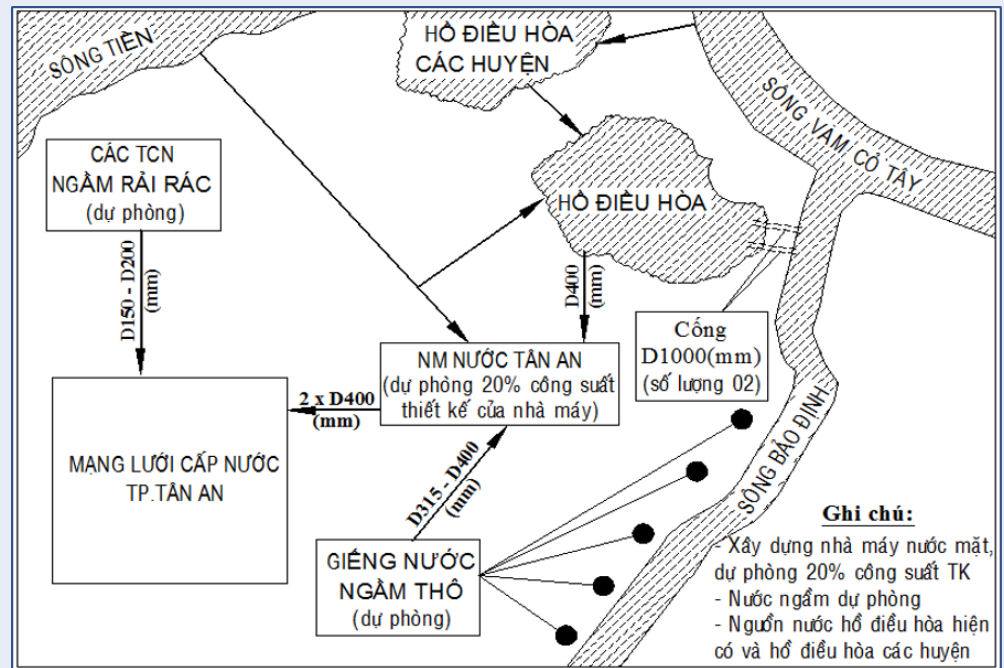
Trước hết, cần xác định rõ các điểm trọng yếu trong toàn bộ hệ thống – từ nguồn nước, trạm xử lý đến phân phối và sử dụng²⁷ – để đánh giá nguy cơ và xây dựng kế hoạch kiểm soát cụ thể. Trên cơ sở đó, LAWACO cần thay thế hệ thống mạng lưới lâu năm hết hạn sử dụng, đồng bộ vật tư thiết bị, giám sát, cảnh báo áp lực các điểm bất lợi trên toàn mạng lưới cấp nước đáp ứng theo nhu cầu khách hàng, hướng đến các nguồn nước bền vững trong tương lai, bao gồm

Bảng 5: Kết quả đánh giá mức độ rủi ro hệ thống cấp nước thành phố Tân An [Nguồn: Nhóm tác giả]

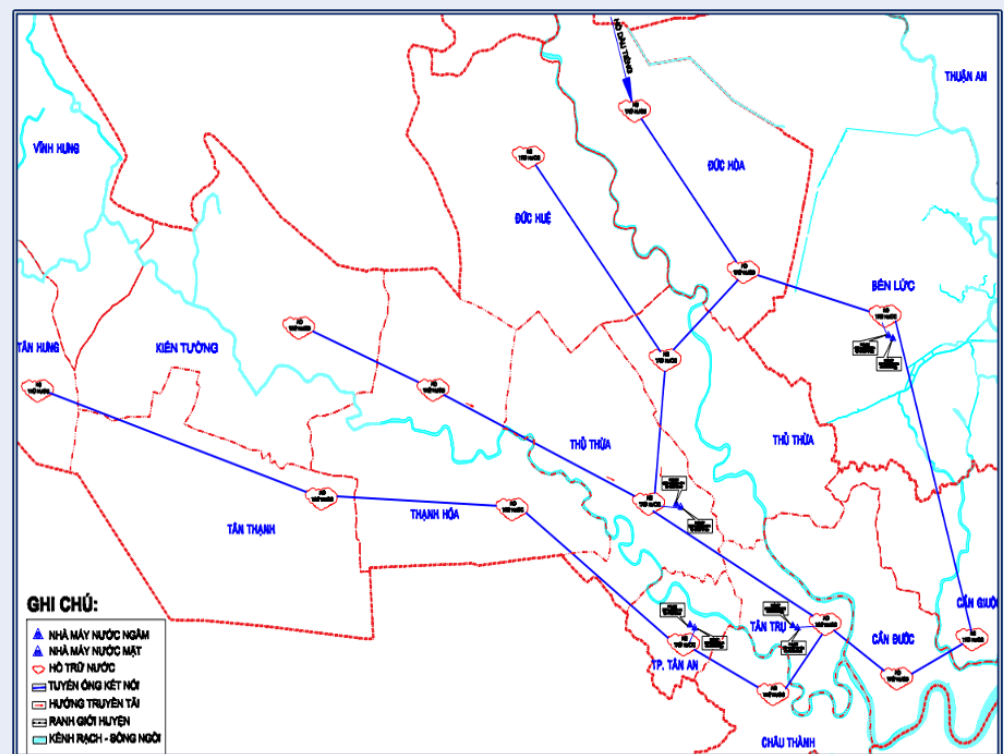
Đối tượng	Mối nguy	Tần suất	Mức độ thiệt hại	Giá trị rủi ro	Cấp độ
Nguồn nước	Ô nhiễm hữu cơ, thuốc BVTV, kim loại nặng, khu lấy nguồn nước thô	1	3.11	3.11	1
	Thiếu lưu lượng nguồn nước thô	2	3.89	7.78	3
	Sự cố môi trường, tràn dầu, ô nhiễm xả thải, công nghiệp, nông nghiệp,...	1	3.1	3.1	1
	Nước thô nhiễm mặn mùa khô hạn	2	2.85	5.70	2
	Lũ lụt, mưa to kéo dài thay đổi nhanh chóng về chất lượng nguồn nước thô (nước mặt), pH giảm	2	2.61	5.22	2
Hệ thống xử lý	Rò rỉ hóa chất clo khử trùng, xút nâng PH, PAC keo tụ, phát sinh sản phẩm quá trình khử trùng.	1	2.19	2.19	1
	Quá tải hệ thống: Bơm nước sạch, bơm giếng, bể lọc, hư biến tăng.	2	1.34	2.68	1
	Mất điện: điện yếu, sự cố, nguồn dự phòng	1	3.93	3.93	1
	Vận hành sai quy trình: hệ thống xử lý, trạm bơm, điều tiết áp lưu lượng, áp lực	1	3.40	3.40	1
	Xử lý bị gián đoạn/mất khử trùng: ngưng do sự cố mất điện, chất lượng nước thô xấu, Clo khử trùng không đủ....	2	3.38	6.76	2
Mạng lưới phân phối	Rò rỉ đường ống: bể ống, rò rỉ mối nối, ăn mòn từ bên ngoài, thi công hạ tầng khác	5	2.91	14.55	3
	Ô nhiễm thứ cấp: xâm nhập từ bên ngoài, hình thành cặn lắng, giảm Clo khử trùng, chảy ngược....	2	3.34	6.68	2
	Tắc nghẽn đường ống: chất lượng ống, rễ cây, vật dụng quá trình thi công	1	3.23	3.23	1
	Áp lực nước không ổn định: yếu giờ cao điểm, dư giờ thấp điểm, không phân bố đều trên hệ thống	4	3.57	14.28	3
	Lưu lượng không đủ cấp: thiếu nguồn nước sạch, đường kính ống nhỏ	3	1.75	5.25	2
Đầu nối tiêu thụ	Thông tin khách hàng không chính xác	2	1.37	2.74	1
	Hồ sơ thủ tục không đầy đủ	1	1.37	1.37	1
	Công trình đầu nối không đảm bảo chất lượng	1	2.23	2.23	1
	Vị trí đầu nối không phù hợp	2	1.94	3.88	1
	Chảy ngược	1	2.19	2.19	1

việc tận dụng nguồn nước mặt từ các nhà máy vùng (Hình 3), xây dựng hồ điều hòa nội tỉnh liên thông giữa các huyện (chiếm khoảng 2% diện tích tự nhiên) (Hình 4), đồng thời duy trì các giếng khai thác nước ngầm như nguồn dự phòng chiến lược. Thời gian dự kiến tiếp nhận nguồn nước thô Sông Tiền tháng 6 năm 2026, lưu lượng 60.000 m³/ngày đêm đến 73.000 m³/ngày đêm năm 2030. Chi phí đầu tư nhà máy 150 tỉ, tiết kiệm chi phí trên 65 tỉ/năm²⁰.

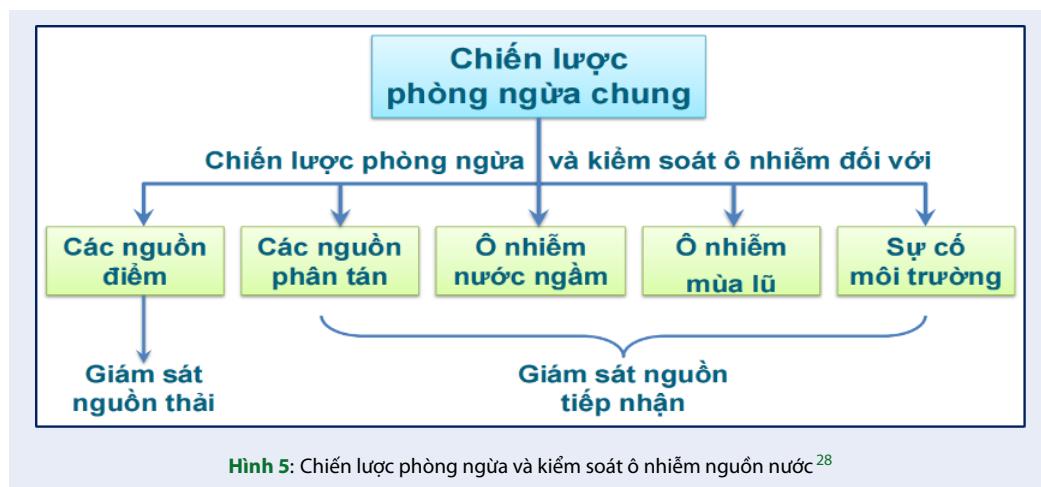
Song song, việc xây dựng chiến lược kiểm soát ô nhiễm nguồn nước là cấp thiết (Hình 5). Điều này bao gồm quản lý chặt chẽ các hoạt động xả thải nông nghiệp – công nghiệp, thiết lập ngay vùng đệm bảo vệ nguồn nước, và ứng dụng công nghệ giám sát chất lượng nước và lưu lượng theo thời gian thực nhằm phát hiện và phản ứng sớm với rủi ro. Trước những biến động về dân số và nhu cầu sử dụng nước, việc xây dựng **lộ trình thích ứng** là công cụ cần



Hình 3: Nguồn nước để xuất tương lai sử dụng tại LAWACO [Nguồn: Nhóm tác giả]



Hình 4: Đề xuất phương án nguồn nước ngọt bền vững cho tỉnh Long An [Nguồn: Nhóm tác giả]



thiết giúp các đơn vị cấp nước điều chỉnh quy mô, công suất và phương thức vận hành hệ thống trong từng giai đoạn phát triển (Hình 6). Lộ trình này cần được tích hợp trong quy hoạch đô thị và quản lý tài nguyên nước địa phương.

Ngoài ra, mô hình quản lý cấp nước cũng cần thay đổi theo hướng linh hoạt và tuần hoàn (Bảng 6). Cuối cùng, cần đẩy mạnh tuyên truyền và xây dựng mạng lưới phối hợp đa ngành – giữa chính quyền, doanh nghiệp, người dân – trong việc triển khai các giải pháp ứng phó hạn hán, xâm nhập mặn và biến đổi khí hậu. Sự tham gia của cộng đồng không chỉ nâng cao hiệu quả quản lý rủi ro mà còn góp phần xây dựng ý thức bảo vệ nguồn nước bền vững lâu dài.

Các giải pháp đề xuất mang tính toàn diện, bao gồm cả kỹ thuật (đa dạng nguồn, giám sát, nâng cấp hạ tầng) và quản lý (thích ứng, mô hình tuần hoàn, hợp tác cộng đồng). Những đề xuất này phù hợp với các chiến lược quốc tế về quản lý tài nguyên nước bền vững và Kế hoạch An toàn Nước (WSP) của WHO^{7,10,25,29}, vốn nhấn mạnh cách tiếp cận "từ nguồn đến vòi" (from source to tap). Đặc biệt, việc đề xuất mô hình quản lý mới theo hướng tuần hoàn và tái sử dụng nước là một xu hướng tiên tiến, nhằm tối ưu hóa tài nguyên nước trong bối cảnh khan hiếm và biến đổi khí hậu.

Các giải pháp được đưa ra rất có giá trị và phù hợp với bối cảnh thực tiễn của Tân An. Điểm mạnh là sự kết hợp giữa giải pháp kỹ thuật và giải pháp quản lý, cũng như sự nhấn mạnh vào vai trò của cộng đồng. Việc chuyển đổi sang mô hình quản lý nước tuần hoàn là một tầm nhìn chiến lược, đòi hỏi sự đầu tư lớn nhưng sẽ mang lại hiệu quả bền vững trong dài hạn, giúp Thành phố Tân An chủ động thích ứng với các thách thức về nước.

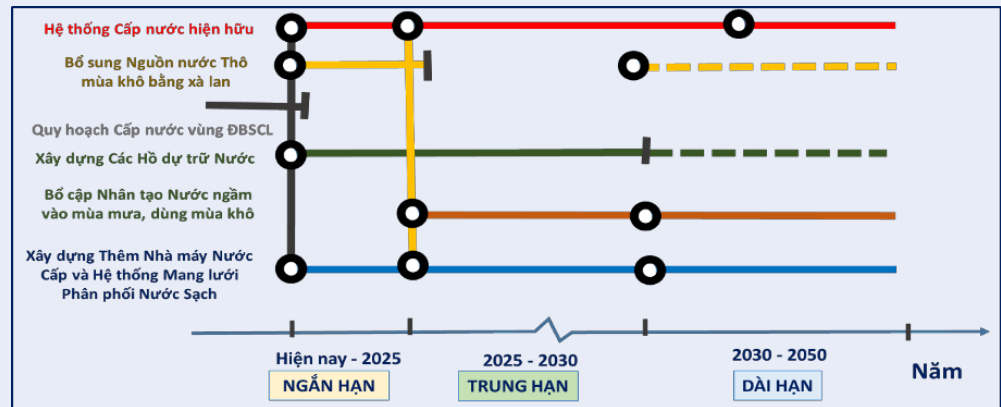
KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã thực hiện đánh giá tổng thể rủi ro của hệ thống cấp nước thành phố Tân An trong bối cảnh chịu nhiều áp lực từ biến đổi khí hậu, đô thị hóa và ô nhiễm nguồn nước. Thông qua phương pháp phân tích thứ bậc (AHP) kết hợp đánh giá bán định lượng, nghiên cứu đã xác định 20 rủi ro chính, phân loại theo mức độ từ thấp đến cao, trong đó các rủi ro đáng quan ngại nhất liên quan đến thiếu hụt nguồn nước, rò rỉ mạng lưới và áp lực không ổn định.

Kết quả cho thấy hệ thống cấp nước Tân An hiện không đối mặt với rủi ro ở mức độ rất cao, nhưng tồn tại nhiều rủi ro ở mức cao và trung bình, đặc biệt trong các hợp phần nguồn nước và phân phối. Những rủi ro này nếu không được kiểm soát kịp thời có thể dẫn đến gián đoạn dịch vụ, suy giảm chất lượng nước và mất lòng tin của người dân.

Nghiên cứu cũng đã đề xuất một hệ thống giải pháp toàn diện từ kỹ thuật đến quản lý, bao gồm: đa dạng hóa nguồn nước, nâng cao hiệu quả xử lý, hiện đại hóa mạng lưới phân phối, chuẩn hóa đầu nối khách hàng và chuyển đổi mô hình quản lý theo hướng thích ứng và tuần hoàn. Những đề xuất này không chỉ hướng đến việc giảm thiểu rủi ro hiện hữu mà còn tạo nền tảng cho hệ thống cấp nước phát triển bền vững trong dài hạn.

Từ kết quả nghiên cứu, nhóm tác giả đề xuất một số kiến nghị như: tích hợp đánh giá rủi ro vào quy hoạch cấp nước đô thị, ưu tiên cải tạo các tuyến ống và trạm xử lý có nguy cơ cao; áp dụng công nghệ giám sát chất lượng nước theo thời gian thực và tăng cường đào tạo nhân lực kỹ thuật; xây dựng cơ chế phối hợp liên ngành và ban hành hướng dẫn kỹ thuật về quản lý rủi ro cấp nước; đồng thời đẩy mạnh truyền thông cộng đồng và khuyến khích sự tham gia của người



Hình 6: Sơ họa bản đồ lộ trình chủ động thích ứng¹⁶

Bảng 6: Thay đổi mô hình quản lý²⁸

Chủ đề	Thực tiễn hiện nay	Mô hình quản lý mới
Sử dụng nước	Sử dụng đơn – nước chỉ sử dụng một lần rồi thải bỏ (có hay không có được xử lý)	Sự nhấn mạnh được đặt vào tái sử dụng và phục hồi nước, sử dụng nước nhiều lần (ví dụ nước xát từ các hộ gia đình được sử dụng tiếp để tưới)
Chất lượng nước cấp	Xử lý tất cả các nguồn nước để đạt tiêu chuẩn nước ăn uống sinh hoạt	Áp dụng “right water for right use” - mức độ chất lượng nước cấp tùy thuộc vào mục đích sử dụng cụ thể
Nước thải	Sau khi sử dụng một lần, nước thải tạo ra được xử lý và hoàn trả lại môi trường tiếp nhận	Vòng tuần hoàn kín - Công nhận các giá trị trong nước thải, thu hồi tài nguyên cho các kiểu sử dụng có lợi khác
Nước mưa	Tiêu thoát càng nhanh càng tốt ra khỏi khu vực mà không có sự duy trì tính nguyên vẹn của HST	Thu trữ nước mưa để cấp nước, tưới, bổ cấp nhân tạo cho nước dưới đất

dân và doanh nghiệp trong giám sát, phản hồi chất lượng dịch vụ (Để cộng đồng cùng giám sát chất lượng nước và phản hồi dịch vụ, cần nâng cao nhận thức qua truyền thông đa dạng, xây dựng cơ chế giám sát bằng ”khoa học công dân” và điểm giám sát cộng đồng, tạo kênh phản hồi hiệu quả (đường dây nóng, ứng dụng), tích hợp phản hồi này vào đánh giá rủi ro để ưu tiên xử lý, và xây dựng quan hệ đối tác bền vững với các bên giám sát minh bạch. Điều này giúp phát hiện sớm vấn đề và đảm bảo cấp nước an toàn). Những kiến nghị trên được kỳ vọng sẽ góp phần nâng cao khả năng chống chịu và vận hành an toàn hệ thống cấp nước thành phố Tân An, hướng đến phát triển đô thị bền vững và đảm bảo quyền tiếp cận nước sạch cho mọi người dân.

DANH MỤC CÁC TỪ VIẾT TẮT

AHP (Analytic Hierarchy Process) : Quy trình phân tích cấp bậc

- DMA (District Metered Area): Khu vực quản lý mạng lưới cấp nước
ĐBSCL: Đồng bằng sông Cửu Long
HTCN: Hệ thống cấp nước
KHCNAT: Kế hoạch cấp nước an toàn
LAWACO: Công ty Cổ phần Cấp thoát nước Long An
LA: Long An
TPTA: Thành phố Tân An
XNCN: Xí nghiệp Cấp nước
XUNG ĐỘT LỢI ÍCH

Nhóm tác giả cam đoan rằng không có xung đột lợi ích trong công bố bài báo ”Đánh giá rủi ro hệ thống cấp nước Thành phố Tân An, tỉnh Long An”.

ĐÓNG GÓP CỦA CÁC TÁC GIẢ

Lưu Văn Cẩn: Thực hiện nội dung nghiên cứu, Điều tra, thu thập dữ liệu, Phương pháp luận, Viết – bản thảo gốc, Viết – rà soát & chỉnh sửa. Đỗ Thị Thu Huyền: Hướng dẫn, Phương pháp luận, Giám sát, Quản lý đề tài.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Chính phủ. Chỉ thị về tăng cường công tác quản lý hoạt động sản xuất, kinh doanh nước sạch, bảo đảm cấp nước an toàn, liên tục. Hà Nội; 2020.
2. Bộ Xây dựng. Thông tư hướng dẫn thực hiện bảo đảm cấp nước an toàn. Hà Nội; 2012.
3. Chính phủ. Quyết định phê duyệt chương trình quốc gia bảo đảm cấp nước an toàn giai đoạn 2016-2025. Hà Nội; 2016.
4. UBND tỉnh Long An. Báo cáo tài nguyên nước giai đoạn 2016-2020; 2020.
5. UBND tỉnh Long An. Báo cáo hiện trạng môi trường tỉnh Long An giai đoạn 2016-2020; 2020.
6. Lợi TT. Nghiên cứu đề xuất giải pháp khai thác hiệu quả nguồn nước mặt phục vụ cấp nước sạch vùng hạ tỉnh Long An đến năm 2030; 2021.
7. World Health Organization. Water Safety Plan Manual. Geneva: World Health Organization; 2009.
8. Li H. Hierarchical Risk Assessment of Water Supply Systems; 2007.
9. Lindhe A. Risk Assessment and Decision Support for Managing Drinking Water Systems. Gothenburg, Sweden; 2010.
10. World Health Organization. Water Safety Planning for Small Community Water Supplies: Step-by-Step Risk Management Guidance for Drinking-Water Supplies in Small Communities. Geneva: World Health Organization; 2012.
11. Anh NV, Đỗ Phương Hiền, Hoa TTH. Kế hoạch cấp nước an toàn (WSP); 2020.
12. Chính PN, T NH. Kinh nghiệm quản lý rủi ro cấp nước đô thị từ một số nước trên thế giới; 2024.
13. Chính PN, T NH. Nhận diện những nguy cơ chính trong hoạt động cấp nước tại một số đô thị lớn ở Việt Nam. Tạp chí Xây dựng: Nghiên cứu khoa học. 2021;(09):82-85.
14. Công ty Cổ phần Cấp nước Vũng Tàu (BAWACO). Kế hoạch cấp nước an toàn. Vũng Tàu.
15. Tổng công ty Cấp nước Sài Gòn (SAWACO). Kế hoạch cấp nước an toàn. TP. Hồ Chí Minh; 2013.
16. Tổng công ty Cấp nước Sài Gòn (SAWACO). Kỳ yếu hội thảo cung ứng nước sạch cho thành phố Hồ Chí Minh và các đô thị Việt Nam: Thách thức và giải pháp. TP. Hồ Chí Minh; 2024.
17. Tổng cục Thủy lợi. Sổ tay hướng dẫn xây dựng và thực hiện kế hoạch cấp nước an toàn khu vực nông thôn. Hà Nội; 2020.
18. Đinh Tuấn N, Đ T T H, Trường HN, Trâm LTB, T NLT. Đề xuất phương pháp đánh giá sự cố môi trường mang tính liên vùng do tràn dầu áp dụng cho khu vực TP.HCM và các tỉnh lân cận. Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ: Chuyên san Khoa học Môi trường. 2018;2(1).
19. Thi VTM. Xây dựng bộ chỉ thị và chỉ số đánh giá mức độ phát thải các-bon cho khu công nghiệp: Áp dụng thử nghiệm tại khu công nghiệp Trảng Bàng tỉnh Tây Ninh; 2024.
20. LAWACO. Số liệu thống kê các rủi ro, HTCN, phản ánh khách hàng từ năm 2019-2024 từ Ban Chống thất thoát, công nhân vận hành nhà máy cấp nước, trung tâm chăm sóc khách hàng; 2024.
21. Aghaei M, N R, Nasser S, Naddafi K, Mahvi AH, Karimzadeh S. Risk Assessment of Water Supply System Safety Based on WHO Water Safety Plan: Case Study: Ardabil, Iran. Desalination and Water Treatment. 2017;.
22. Godfrey S, Howard G. Water Safety Plans (WSP) for Urban Piped Water Supplies in Developing Countries; 2004.
23. Godfrey S, N C, Howard G, Tibatemwa S. Water Safety Plans for Utilities in Developing Countries: A Case Study from Kampala, Uganda.
24. Gunnarsdóttir MJ. Safe Drinking Water: Experience with Water Safety Plans and Assessment of Risk Factors in Water Supply; 2012.
25. World Health Organization. Protecting Surface Water for Health: Identifying, Assessing and Managing Drinking-Water Quality Risks in Surface-Water Catchments. Geneva: World Health Organization; 2016.
26. World Health Organization. Water Safety in Distribution Systems. Geneva: World Health Organization; 2014.
27. Anh NV. Một số ý kiến đóng góp cho dự thảo cấp thoát nước; 2025.
28. Hùng NT. Giáo trình quản lý bền vững tài nguyên nước; 2021.
29. Committee on Public Water Supply Distribution Systems. Water Science and Technology Board. Assessing and Reducing Risks in Public Water Supply Distribution Systems. The National Academies Press; 2006.

Risk assessment of the water supply system and proposed safe water supply solutions for Tan An City, Long An Province

Luu Van Can^{*}, Do Thi Thu Huyen



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

ABSTRACT

This study aims to assess the risks facing the water supply system of Tan An City (Long An Province) in the context of rapid urban development and climate change. The primary objectives are to identify key hazards, analyze their level of impact, and propose solutions to enhance system resilience and ensure safe water supply. The research methodology involves document analysis, field surveys, expert interviews, and the application of the Analytic Hierarchy Process (AHP) to determine the weights of risk assessment criteria. Results indicate that the system does not exhibit risks at the very high level; however, several high-level risks (such as insufficient water flow, pipeline leakage, and unstable pressure), medium-level risks (including source pollution, salinity intrusion, flooding, and treatment interruptions), and low-level risks (such as environmental incidents, chemical leaks, blockages, and poor-quality service connections) are still present. Based on these findings, the study proposes a set of comprehensive risk management strategies, including real-time water quality monitoring, infrastructure upgrades, operational improvements, and enhanced emergency response capacity to ensure water supply safety, protect public health, and support sustainable urban development.

Key words: Risk assessment, water supply system, safe water supply, Tan An City, AHP.

Institute for Environment and Resources,
VNU-HCM, Vietnam

Correspondence

Luu Van Can, Institute for Environment
and Resources, VNU-HCM, Vietnam

Email: ccnlongan@gmail.com

History

- Received: 11-06-2025
- Revised: 25-08-2025
- Accepted: 26-09-2025
- Published Online: 28-06-2026

DOI : <https://doi.org/10.32508/vnuhcmj-ees.v10i1.823>



Copyright

© VNUHCM Journal. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International license.

Cite this article : Can L V, Huyen D T T. Risk assessment of the water supply system and proposed safe water supply solutions for Tan An City, Long An Province. *VNUHCMJ. Environ. Earth Sci.* 2026; 10(1):1327-1338.