

Cân chỉnh mô hình thủy lực mạng lưới cấp nước và xác định vùng giao thoa giữa các nguồn nước trên mạng lưới ở phía Bắc thành phố Hồ Chí Minh

Hồ Minh Thông^{1,*}, Lê Văn Đức², Nguyễn Quốc Phong², Nguyễn Thị Thanh Duyên³



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

¹Tổng công ty Cấp nước Sài Gòn, TNHH MTV, Tp.HCM

²Công ty Cổ phần Cấp nước Trung An, Tp.HCM

³Trung tâm Quản lý nước và Biến đổi khí hậu, Viện Môi trường và Tài nguyên, ĐHQG-HCM

Liên hệ

Hồ Minh Thông, Tổng công ty Cấp nước Sài Gòn, TNHH MTV, Tp.HCM

Email: thong.hm@sawaco.com.vn

Lịch sử

- Ngày nhận: 12-4-2021
- Ngày chấp nhận: 31-8-2021
- Ngày đăng: 11-9-2021

DOI : 10.32508/stdjet.v4i3.830



Bản quyền

© 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.



TÓM TẮT

Mô hình mô phỏng thực tế mạng lưới cung cấp nước đã được ứng dụng rất nhiều trong vấn đề quản lý tài nguyên nước, từ thiết kế tối ưu hóa đến quản lý việc vận hành mạng lưới cấp nước. Dù vậy, việc thực hiện cân chỉnh một mô hình mô phỏng mạng lưới phù hợp với thực tế vẫn là một nhiệm vụ đầy thách thức, do bản thân bên trong mạng lưới cấp nước còn rất nhiều các biến số chưa thể xác định, như lưu lượng tiêu thụ biến đổi, đặc tính của đường ống, tổn thất và lượng nước chưa thể kiểm soát hay lượng nước không doanh thu, mà điển hình nhất là lưu lượng tại các điểm rò rỉ tiềm tàng. Nghiên cứu này trình bày việc xây dựng và cân chỉnh mô hình thủy lực mạng lưới cấp nước tại khu vực phía Bắc thành phố Hồ Chí Minh, bao gồm Quận Gò Vấp và một phần Quận 12. Mạng lưới hiện cung cấp nước cho hơn 140.000 đồng hồ nước và được kiểm soát đo đếm lưu lượng nước vào, ra mạng lưới theo thời gian thực. Kết quả cân chỉnh mô hình mạng lưới cấp nước được đánh giá là phù hợp với thực tế vận hành về mặt lưu lượng và áp lực nước thay đổi trong ngày tại các điểm quan sát theo các hệ số đánh giá mô phỏng. Trên cơ sở đó, nghiên cứu đã tiếp tục ứng dụng mô hình đã cân chỉnh để phân tích bài toán truy vết nguồn nước sử dụng để xác định vùng giao thoa giữa hai nguồn nước cung cấp cho khu vực từ hai Nhà máy nước.

Từ khóa: mô hình mạng lưới cấp nước, cân chỉnh thủy lực mạng lưới, vùng giao thoa nguồn nước, rò rỉ, EPANET

TỔNG QUAN VỀ VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU

Mô hình thủy lực mạng lưới cấp nước (MLCN) là công cụ thiết yếu để hỗ trợ các công ty cấp nước trong việc lập kế hoạch, vận hành và bảo trì hệ thống phân phối nước. Mô hình còn giúp phân tích các hành vi của mạng lưới khi có sự thay đổi giả lập từ người quản lý tác động đến mạng lưới. Tuy nhiên, do nhiều vấn đề liên quan đến mức độ không chắc chắn và thiếu các thông số cân chỉnh nên việc sử dụng các mô hình này bị hạn chế bởi việc hiệu chỉnh thích hợp các thông số mô hình^{1,2}. Một sự cân chỉnh đạt kết quả tối ưu nhất cho mô hình thủy lực MLCN là điều cần thiết để có thể tiếp tục ứng dụng phân tích thêm các kết quả hữu ích khác cho công ty cấp nước.

Việc cân chỉnh một mô hình MLCN là một tiến trình thực hiện sao cho có thể giảm thiểu nhất sự khác biệt giữa kết quả mô hình tính toán và các dữ liệu thực tế đo đạc tại ngoài MLCN³, thông thường là các giá trị áp lực nước và lưu lượng trên các tuyến ống tại các điểm đo được kiểm soát. Các giá trị để hiệu chỉnh thay đổi thông thường để thực hiện mô phỏng cân chỉnh là lưu lượng sử dụng tại các nút (Demand), hệ số rò

ri k_e (Emitter), hệ số dùng nước (Pattern)⁴ và hệ số tổn thất của các tuyến ống⁵. Trong đó, hệ số rò rỉ k_e là giá trị được mô phỏng cho các điểm rò rỉ tiềm tàng trong MLCN, và lưu lượng Q_e tại một điểm rò rỉ có áp lực H được xác định theo công thức $Q_e = k_e \cdot H^n$, thông thường $n = 0,5^{6,7}$. Công thức này có nguồn gốc xuất phát từ dạng công thức dòng chảy qua vòi, trong đó k_e đại diện cho hệ số lưu lượng và các giá trị hằng số khác.

Trong các giá trị cân chỉnh như trình bày, việc cân chỉnh giá trị rò rỉ k_e phụ thuộc vào rất nhiều các yếu tố chưa xác định và độ phức tạp tương ứng với tỷ lệ nước không doanh thu tại khu vực⁸. Tỷ lệ nước không doanh thu càng cao thì mạng lưới càng tiềm tàng nhiều vị trí rò rỉ mang tính ẩn số, việc khoanh vùng, phân vùng tách mạng (District Meter Area – DMA) sẽ giúp giảm các sai số và đạt hiệu quả hơn trong việc cân chỉnh. Một mô hình sau khi đạt yêu cầu về cân chỉnh sẽ là nền tảng cho việc tiếp tục ứng dụng các nghiên cứu khác, từ bài toán vận hành mạng lưới, cải thiện hoạt động cho đến các bài toán phân tích về chất lượng nước như tuổi của nước, truy vết, suy giảm hàm lượng Chlorine,...

Trích dẫn bài báo này: Thông H M, Đức L V, Phong N Q, Duyên N T T. **Cân chỉnh mô hình thủy lực mạng lưới cấp nước và xác định vùng giao thoa giữa các nguồn nước trên mạng lưới ở phía Bắc thành phố Hồ Chí Minh.** *Sci. Tech. Dev. J. - Eng. Tech.*; 4(3):1068-1078.

Trong nghiên cứu này sẽ áp dụng thực hiện mô phỏng và cân chỉnh MLCN tại khu vực phía Bắc thành phố Hồ Chí Minh (TP.HCM), bao gồm Quận Gò Vấp và một phần Quận 12. Mô hình sau khi cân chỉnh đạt yêu cầu sẽ được ứng dụng để xác định vùng giao thoa giữa 02 nguồn nước trong ngày tính toán, mục đích nhằm cải thiện chất lượng nước tại khu vực giao thoa này.

PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Mô hình MLCN tại khu vực nghiên cứu

MLCN được mô phỏng là khu vực đã được cô lập về mặt thủy lực và nguồn cấp, trên một vùng có diện tích 36,47 km², bao gồm Quận Gò Vấp (trừ Phường 1), các phường Trung Mỹ Tây, Đông Hưng Thuận, Tân Hưng Thuận và một phần các phường Thạnh Xuân, Thạnh Lộc và An Phú Đông thuộc Quận 12. Đặc điểm của khu vực này được cung cấp nước từ 02 nguồn nước, Nhà máy nước (NMN) Tân Hiệp ở hướng Tây Bắc và NMN Thủ Đức 3 ở hướng Đông Nam. Thêm vào đó, đặc điểm cao trình địa hình có sự chênh lệch theo hướng điểm có cao trình cao nhất (+12 m) nằm ở giữa Quận Gò Vấp so với cao trình các nguồn cấp thay đổi từ -1 đến +5 m, như trình bày trong Hình 1.

Phương pháp thực hiện nghiên cứu

Mô hình được xây dựng và chuyển đổi từ cơ sở dữ liệu GIS (Geographic Information System) hiện hữu tại khu vực (theo Hình 3). Tổng chiều dài đoạn ống (Pipe) được mô phỏng là 803,9 km với các kích cỡ ống danh nghĩa từ Ø50 đến Ø600 mm, mô phỏng thành 15.587 đoạn ống. Số lượng nút (Junction) mô phỏng là 14.642 nút, đại diện cho 141.943 đồng hồ nước sử dụng trong khu vực với 33 mô hình sử dụng nước thực tế (Pattern demand) khác nhau, các mô hình sử dụng nước này được tổng hợp phân tích và xác định từ các điểm giám sát lưu lượng tại các DMA trong khu vực. Tổng quan quy trình thực hiện việc xây dựng, cách thức nhập cơ sở dữ liệu, quá trình kiểm định và hiệu chỉnh được trình bày trong Hình 2.

Mạng lưới được cung cấp nước từ 03 bể chứa đại diện nguồn cấp (Reservoir): (i) 01 nguồn từ NMN Tân Hiệp dẫn đến 07 đồng hồ tổng cấp nước vào mạng ở phía Bắc & Tây Bắc; (ii) 02 nguồn từ NMN Thủ Đức 3 dẫn đến 08 đồng hồ tổng cấp nước vào mạng ở phía Đông & Đông Nam. Các giá trị áp lực nước và các giá trị lưu lượng thực tế được sử dụng để miêu tả cho 15 mô hình sử dụng nước thực tế (Pattern) ứng với 15 nguồn cấp này.

Mô hình sử dụng nước cho các đồng hồ nước quy về các nút trong mạng lưới được xây dựng theo phương pháp thống kê lưu lượng qua các đồng hồ tổng (15 vị

trí) và các đồng hồ DMA (12 vị trí) bên trong mạng lưới trong thời gian nhiều ngày và chuyển đổi thành đại lượng không thứ nguyên thể hiện hệ số sử dụng nước theo chu kỳ 15 phút. Cao trình mô phỏng bao gồm kết hợp giữa bản đồ cao độ số (Digital Elevation Map – DEM) tại khu vực và độ sâu chôn ống thực tế ngoài mạng lưới. Ngoài ra, nhằm đảm bảo dòng chảy theo đúng vận hành thực tế, mô hình cũng mô phỏng 83 van đóng cô lập các tuyến ống mô phỏng theo các phân vùng tách mạng hiện hữu.

Bên cạnh đó, nhằm phục vụ việc cân chỉnh mô hình thủy lực và điều chỉnh các thông số mô hình cho phù hợp với thực tế mô phỏng, nghiên cứu sử dụng giá trị tiêu thụ nước thực tế tại các đồng hồ nước trong khu vực và quy về các nút lân cận, dữ liệu giám sát được lấy từ hệ thống điều khiển giám sát và thu thập dữ liệu (Supervisory Control And Data Acquisition – SCADA) hiện hữu bao gồm 22 điểm giám sát áp lực trên mạng lưới và 12 điểm giám sát áp lực và lưu lượng tại các khu vực DMA nằm bên trong khu vực nghiên cứu. Việc tính toán mô phỏng thủy lực và hiệu chỉnh được sử dụng thông qua phần mềm EPANET, là phần mềm miễn phí được sử dụng trong tính toán thủy lực mạng lưới cấp nước, do Cục Bảo vệ môi trường của Mỹ (US EPA) phát hành.

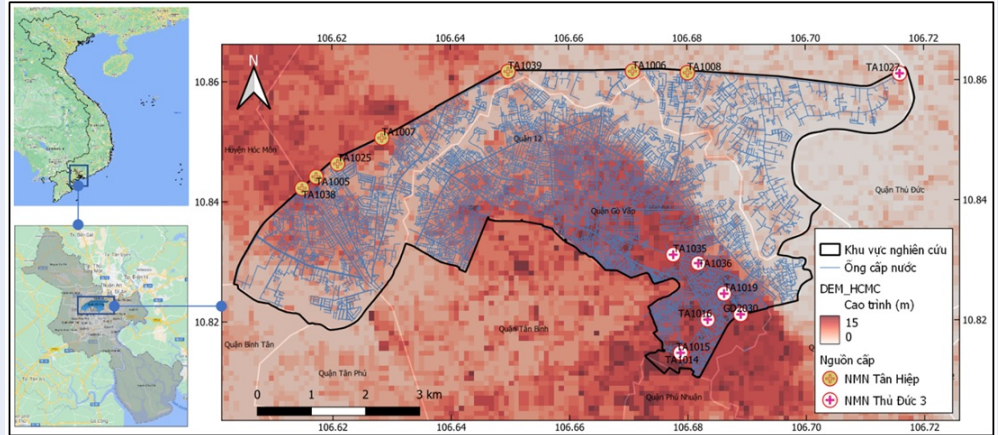
KẾT QUẢ MÔ PHỎNG, NHỮNG PHÂN TÍCH VÀ THẢO LUẬN

Kết quả mô phỏng và cân chỉnh mô hình

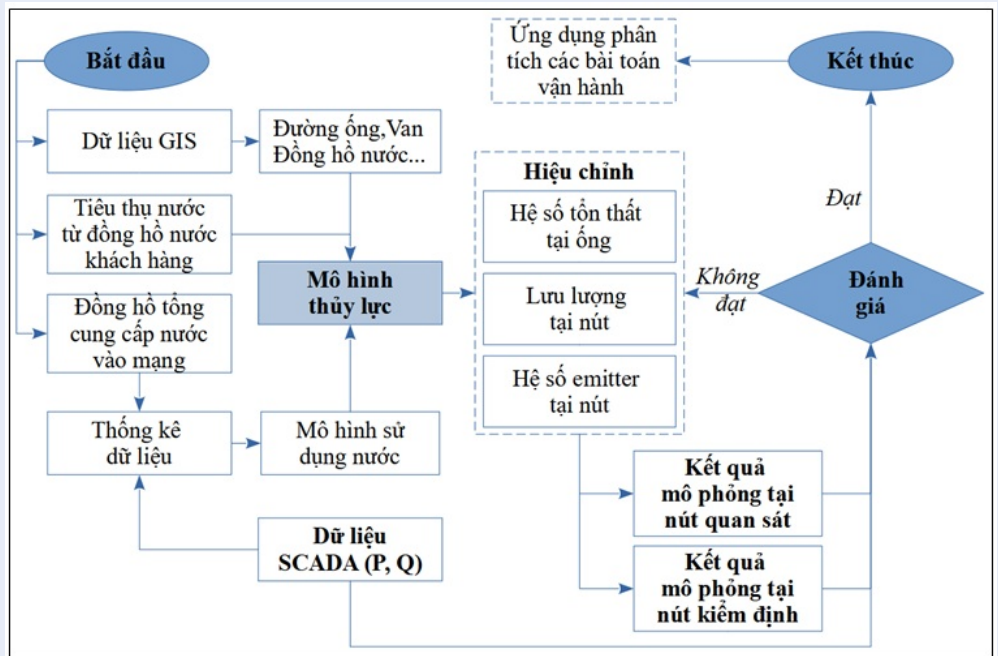
Mô hình được mô phỏng vào thời điểm tháng 6/2020, tương ứng theo là dữ liệu tiêu thụ nước thực tế trung bình ngày từ 141.943 đồng hồ nước đưa vào các nút lân cận và dữ liệu giám sát tại khu vực trong thời điểm này. Bước tính toán thủy lực là 15 phút, tổng thời gian tính toán là 24 giờ.

Quá trình hiệu chỉnh mô hình được kiểm soát và đánh giá thực hiện bằng cách sử dụng các hệ số đánh giá và giá trị đạt yêu cầu mô phỏng, bao gồm: chỉ số xác định R², chỉ số hiệu quả NSE (Nash- Sutcliffe Efficiency)⁸⁻¹¹ và giá trị phần trăm sai số PBIAS (Percent of Bias)⁸⁻¹¹ như trong Bảng 1. Việc đánh giá đạt yêu cầu dựa theo kinh nghiệm thực tế sử dụng⁸⁻¹¹, đối với hệ số R² và NSE thì mô hình mô phỏng càng sát với thực tế khi các hệ số này tiến đến 1; còn với giá trị PBIAS thì phần trăm sai số càng tiến về 0 thì mô hình mô phỏng càng chính xác.

Quá trình thực hiện mô phỏng được thực hiện bằng cách sử dụng chương trình tính toán EPANET^{12,13} và bộ công cụ EPANETTools¹³ để xuất kết quả tính toán và so sánh với giá trị quan sát. Quá trình hiệu chỉnh mô hình trong nghiên cứu này sử dụng kết hợp giữa việc điều chỉnh hệ số tổn thất tại các đoạn ống và điều



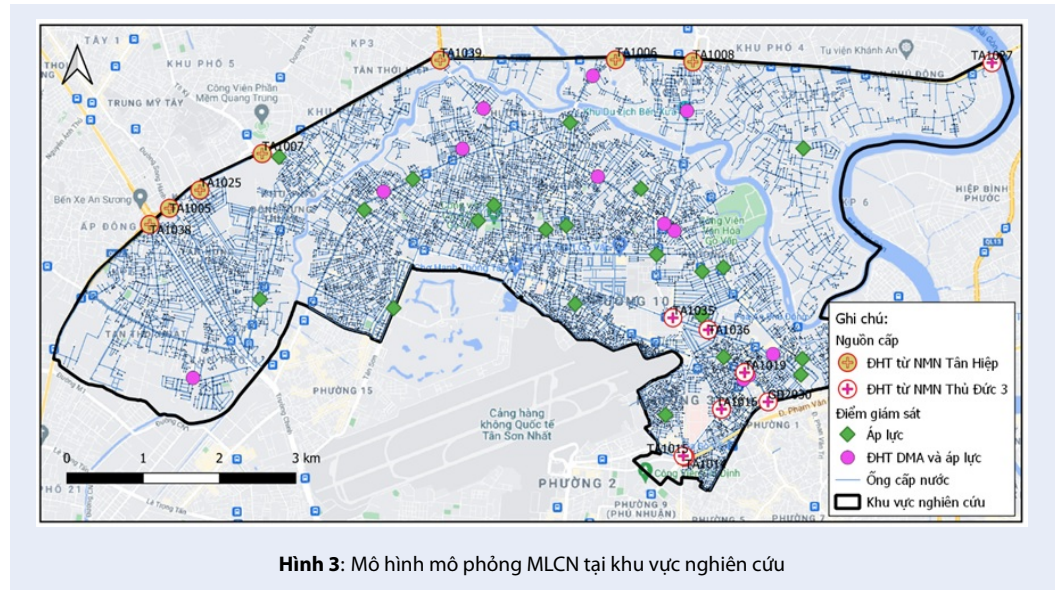
Hình 1: Khu vực nghiên cứu, phía Bắc TP.HCM



Hình 2: Quy trình thực hiện mô phỏng

chỉnh hệ số Emitter tại các nút. Đã có 177 đoạn ống được hiệu chỉnh hệ số tổn thất cục bộ, 14 nút được thêm các hệ số rò rỉ k_e (với giá trị trong khoảng $0 \div 2$) nhằm mô phỏng cho các điểm rò rỉ tại các phân vùng DMA. Với các kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình (trong Bảng 2) thỏa mãn các điều kiện đánh giá đạt yêu cầu như theo đề xuất, cho thấy mô hình phù hợp đạt yêu cầu mô phỏng so với điều kiện vận hành thực tế và có thể tiếp tục ứng dụng cho các nghiên cứu khác tiếp theo tại khu vực.

Tổng lưu lượng tiêu thụ mô phỏng là $136.144 \text{ m}^3/\text{ngày}$ so với tổng lưu lượng thực tế vào mạng là $138.954 \text{ m}^3/\text{ngày}$. Độ chênh lệch tại các đồng hồ tổng cấp nguồn được trình bày trong Hình 4. Độ chênh lệch giữa các giá trị áp lực trung bình tại các vị trí quan sát giữa mô phỏng và thực tế được trình bày trong các Hình 5, 6 và 7. Hình 8 trình bày áp lực trên mạng lưới tại thời điểm 18h của ngày tính toán. Với các giá trị kết quả tính toán mô phỏng và kiểm định đạt được như trong Bảng 2, mô hình thỏa mãn các điều kiện



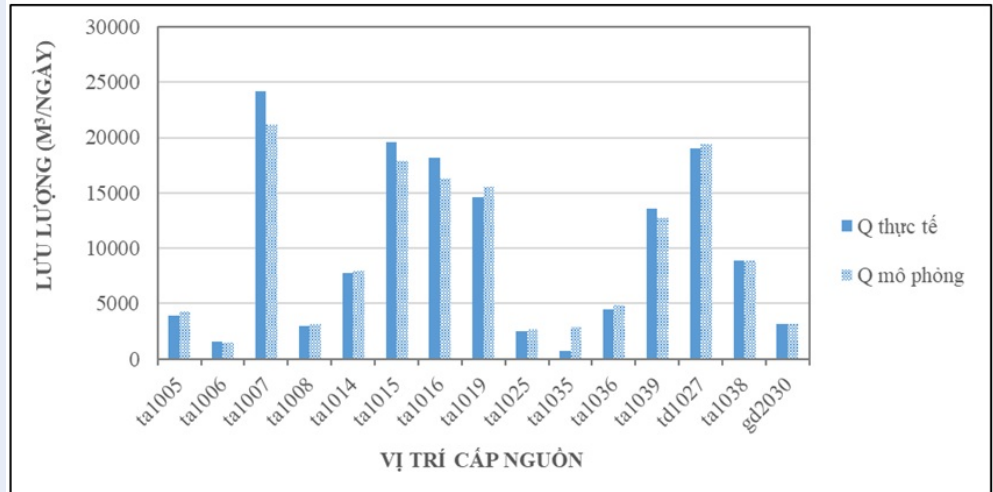
Bảng 1: Các giá trị đánh giá mô hình

Hệ số	Công thức	Đánh giá đạt yêu cầu
R2	$\left(\frac{\sum_{i=1}^n (Q_{oi} - \bar{Q}_o)(Q_{si} - \bar{Q}_s)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (Q_{oi} - \bar{Q}_o)^2 \sum_{i=1}^n (Q_{si} - \bar{Q}_s)^2}} \right)^2$	≥ 0,7
NSE	$1 - \frac{\sum_{i=1}^n (Q_{oi} - Q_{si})^2}{\sum_{i=1}^n (Q_{oi} - \bar{Q}_o)^2}$	≥ 0,7
PBIAS	$\frac{\sum_{i=1}^n (Q_{oi} - Q_{si}) \times 100}{\sum_{i=1}^n Q_{oi}}$	-25% đến 25%

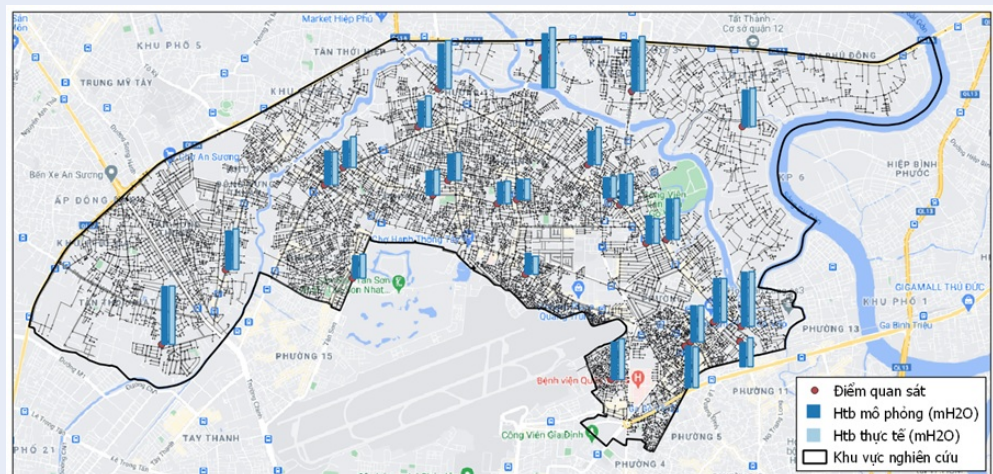
Trong đó:
 Q_{oi}, \bar{Q}_o : các giá trị quan sát thứ i và giá trị trung bình;
 Q_{si}, \bar{Q}_s : các giá trị mô phỏng thứ i và giá trị trung bình;
 n: số giá trị

Bảng 2: Kết quả hiệu chỉnh/kiểm định mô hình

Thông số để sử dụng so sánh hiệu chỉnh/kiểm định	Số lượng giá trị quan sát	Kết quả đánh giá hiệu chỉnh /kiểm định		
		R ²	NSE	PBIAS (%)
Áp lực tại các điểm quan sát (mH ₂ O)	2.232	0,91	0,89	4,32
Kiểm định áp lực tại các điểm quan sát (mH ₂ O)	292	0,93	0,90	3,02
Lưu lượng tại các điểm quan sát (l/s)	971	0,93	0,76	-6,06
Tổng lưu lượng vào mạng (m ³ /ngày) tại các đoạn ống ngay sau nguồn cấp	15	0,98	0,97	-1,97



Hình 4: So sánh tổng lưu lượng ($m^3/ngày$) tại các vị trí cấp nguồn vào mạng lưới giữa thực tế và mô hình mô phỏng



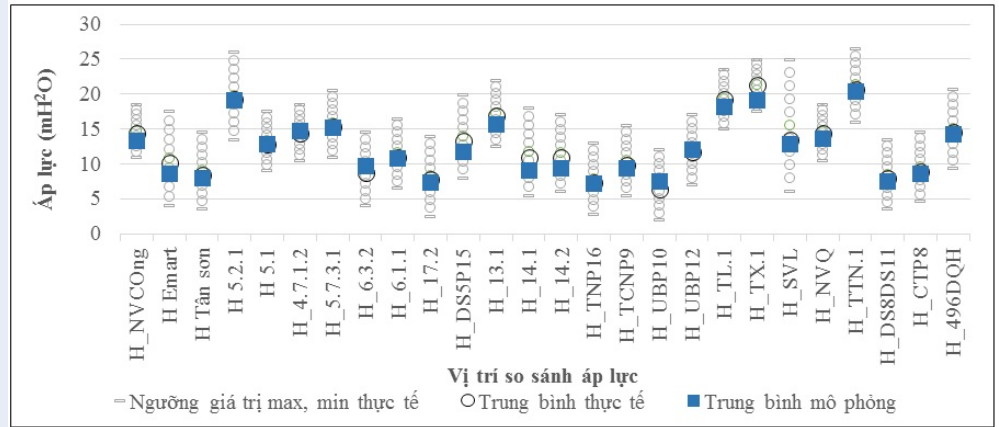
Hình 5: So sánh giá trị áp lực trung bình ngày (mH_2O) giữa thực tế và mô phỏng tại các vị trí hiệu chỉnh và kiểm định về áp lực

đánh giá đạt yêu cầu như trong Bảng 1.

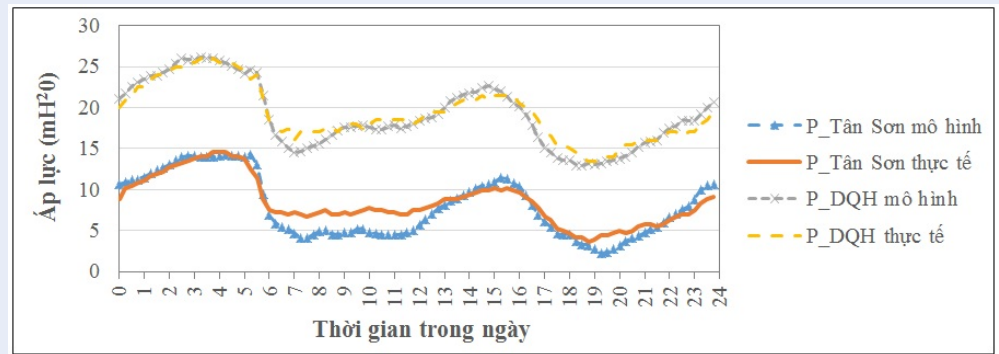
Mô phỏng xác định vùng giao thoa giữa 02 nguồn nước tại khu vực nghiên cứu

Như đã trình bày ở trên, một trong những đặc điểm quan trọng của khu vực nghiên cứu là nước được cấp từ 02 nguồn khác nhau vào mạng lưới thông qua 02 NMN. Cụ thể là, NMN Tân Hiệp sử dụng nguồn nước thô từ sông Sài Gòn và NMN Thủ Đức 3 sử dụng nguồn nước thô từ sông Đồng Nai. Do nguồn nước thô từ sông Sài Gòn có nồng độ chất rắn hòa tan cao, dù đã qua xử lý nhưng cộng hưởng với hiện tượng tốc

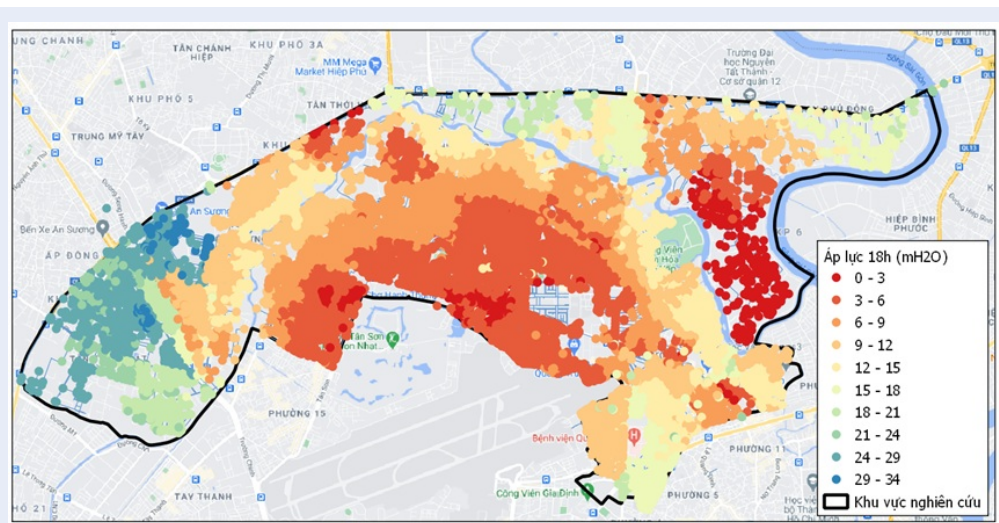
độ dòng chảy của nước giảm tại khu vực vùng giao thoa, làm gia tăng khả năng lắng cặn của các chất rắn hòa tan có trong nước. Bên cạnh đó, khi có một lượng chất rắn hòa tan lắng cặn tại một khu vực còn sẽ dẫn đến sự đông tụ ion cao trong nước, làm tăng khả năng truyền dẫn điện, dẫn đến tăng tốc độ di chuyển điện tích tụ. Từ đó làm gia tăng sự ăn mòn điện hóa các vật tư bằng gang và đồng trên mạng lưới tại khu vực giao thoa. Việc xác định được vùng giao thoa giữa 02 nguồn nước giúp cho công ty quản lý cấp nước địa phương có thể hoạch định kế hoạch súc xả nguồn nước tại khu vực, giảm lượng nước tù đọng. Điều này góp phần vừa giảm thay đổi chất lượng nước do lắng



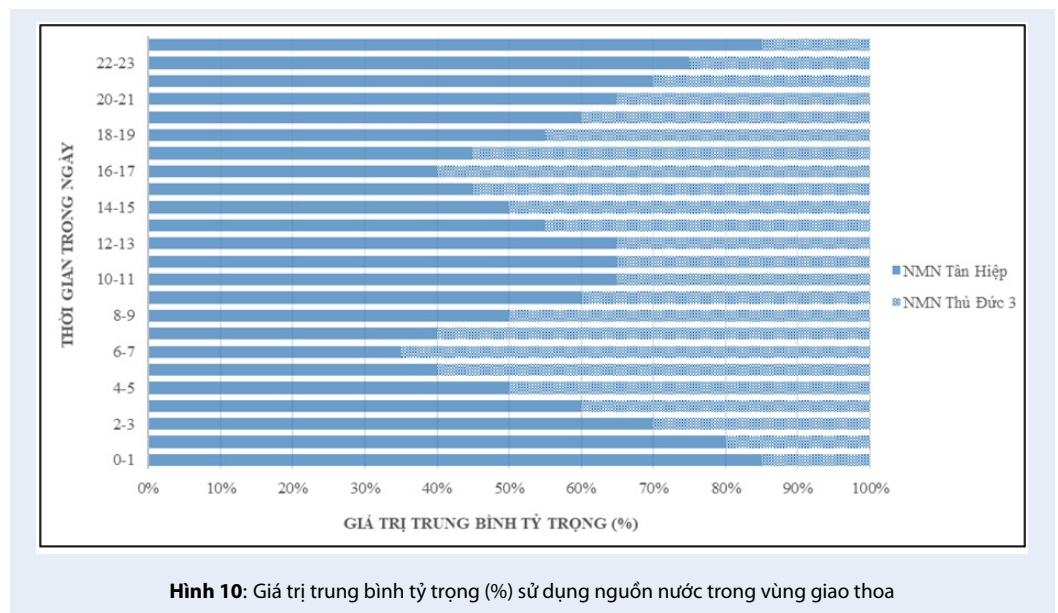
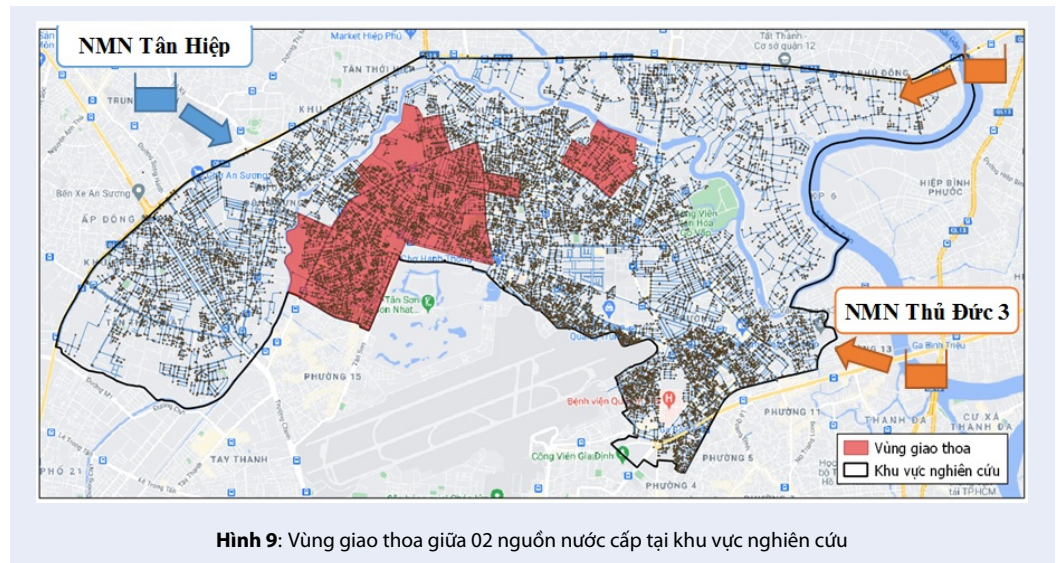
Hình 6: Biểu đồ so sánh giá trị áp lực trung bình mô phỏng với giá trị áp lực trong ngày thực tế tại các vị trí quan sát và kiểm định



Hình 7: Biểu đồ so sánh giá trị áp lực trong ngày giữa mô phỏng và thực tế tại 02 vị trí điển hình



Hình 8: Phân bố áp lực nước (mH₂O) tại khu vực nghiên cứu vào giờ dùng nước cao điểm (18h)

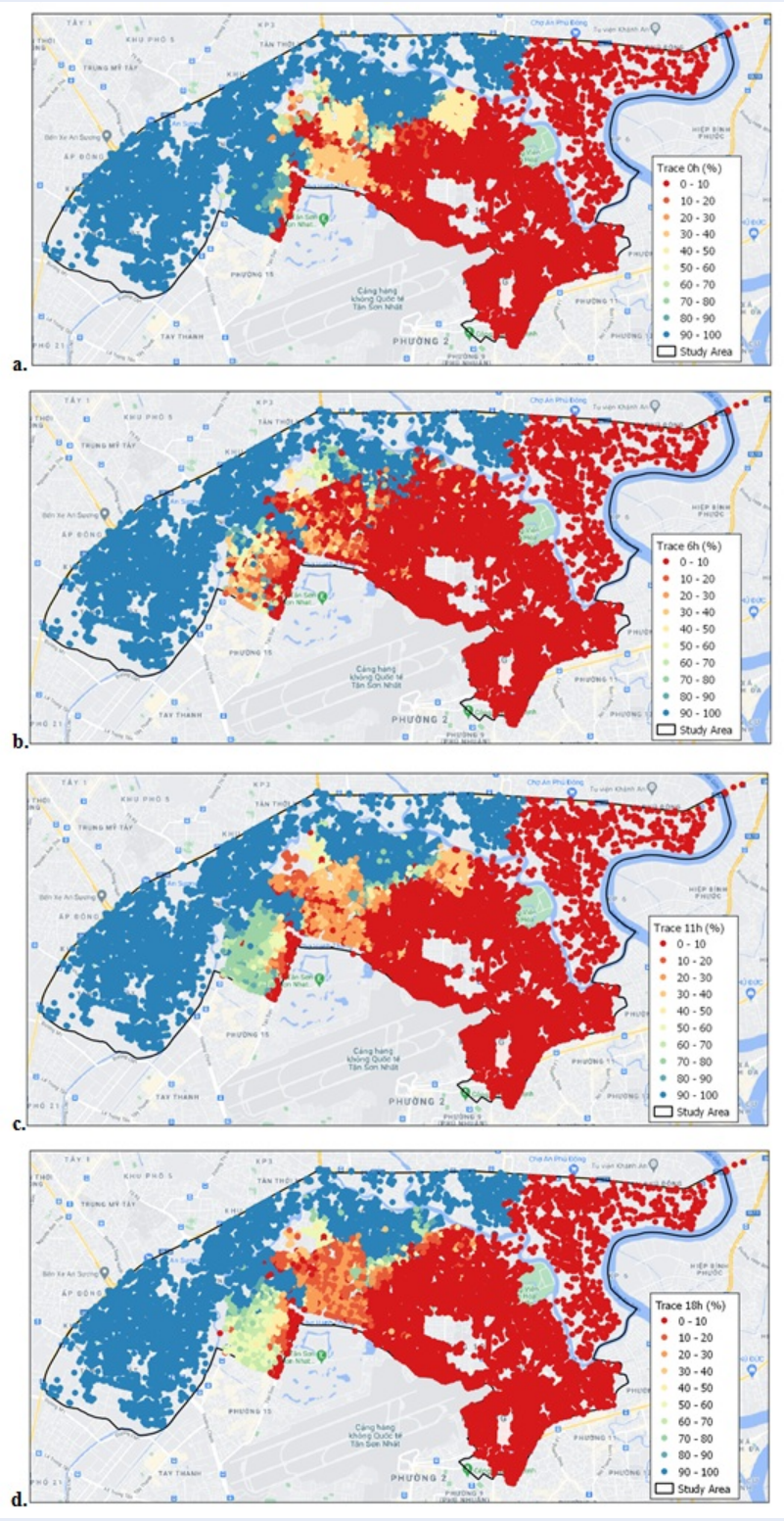


cận mà còn có thể giảm rò rỉ do hạn chế sự ăn mòn điện hóa.

Với mô hình đã cân chỉnh phù hợp với điều kiện vận hành thực tế như đã trình bày ở phần trên, nghiên cứu này tiếp tục ứng dụng để tính toán bài toán truy vết (Trace). Bài toán được tính toán trong 04 ngày và kết quả được lấy trong ngày thứ 4 để giảm sai số do lượng nước lưu trong ống. Bước thời gian tính toán thủy lực truy vết là 15 phút tương tự như khi cân chỉnh mô hình. Kết quả phân tích đã khoanh vùng khu vực giao thoa như được trình bày trong Hình 9, kết quả tính toán giá trị trung bình tỷ trọng (%) sử dụng nguồn nước trong vùng giao thoa giữa các NMN được trình

bày trong Hình 10. Theo đó, thời gian lúc 00h-01h là khoảng thời gian vùng giao thoa chịu ảnh hưởng nhiều nhất từ NMN Tân Hiệp, sau đó giảm dần đến 06h sáng, lượng nước từ NMN Thủ Đức 3 dần xâm nhập khu vực giao thoa. Đến khoảng thời gian 11h và 16h, lần lượt lượng nước từ NMN Tân Hiệp và NMN Thủ Đức xâm nhập vùng giao thoa.

Kết quả mô phỏng vùng giao thoa khá tương ứng với thực tế quản lý của công ty cấp nước tại khu vực. Theo số liệu từ Công ty Cổ phần Cấp nước Trung An, đơn vị quản lý việc cung cấp nước trong khu vực nghiên cứu cho thấy số lượng cuộc gọi phản ánh từ khách hàng tại các Phường 8, 9, 12, một phần Phường 14 và một



Hình 11: Giá trị tính toán truy vết (Trace - %) từ nguồn NMN Tân Hiệp tại các nút vào các thời điểm a. 00h; b. 06h; c. 11h; d. 18h

phần Phường 15, Quận Gò Vấp về tình trạng nước có màu và cặn cao hơn hẳn các vùng khác. 05 Phường nói trên chiếm tỷ trọng hơn 75% cuộc gọi phản ánh về chất lượng nước so với tổng cộng 16 Phường trong Quận. Bên cạnh đó, mạng lưới tại khu vực này thực tế cũng được công ty Cấp nước thực hiện súc xả với tần suất thường xuyên và thời gian súc xả cũng kéo dài hơn hẳn các Phường còn lại của Quận Gò Vấp. Hình 11 trình bày kết quả tính toán truy vết tỷ lệ (%) sử dụng nước từ NMN Tân Hiệp tại các thời điểm 00h, 06h, 11h và 18h. Một số vùng tiêu thụ nước của NMN Thủ Đức 3 (truy vết sử dụng từ NMN Tân Hiệp có giá trị nhỏ) nhưng lại nằm sâu trong vùng tiêu thụ nước của NMN Tân Hiệp có nguyên nhân xuất phát từ việc có lập mạng lưới các phân vùng (DMA) cũng như đầu nối điều tiết nguồn nước cung cấp bổ sung riêng cho khu vực như thực tế vận hành.

KẾT LUẬN

Mô hình toán ứng dụng trong tính toán thủy lực MLCN đã được sử dụng rộng rãi để mô phỏng thực tế mạng lưới về áp lực nước tại nút, dòng chảy trong ống và phân tích các bài toán về chất lượng nước như truy vết, phân tán nồng độ chlorine... Các mô hình này đã giúp ích cho các công ty cấp nước đạt hiệu quả hơn về vận hành quản lý mạng lưới cũng như cải thiện các quy trình bảo trì mạng lưới và tăng cao các dịch vụ khách hàng. Với việc hệ thống giám sát SCADA ngày càng phổ biến hơn, việc mô phỏng việc vận hành càng mang tính hiện thực và sát với thực tế.

Việc hiệu chỉnh mô phỏng MLCN trên thực tế sẽ gặp một số các giá trị khó xác định, điển hình là độ nhám trong ống và đáng kể nhất là tỷ lệ nước không doanh thu tại khu vực. Tỷ lệ nước không doanh thu càng cao thì càng khó đạt kết quả cân chỉnh phù hợp.

Trong nghiên cứu này đã ứng dụng mô phỏng MLCN tại khu vực Quận Gò Vấp và một phần Quận 12 thuộc MLCN Thành phố Hồ Chí Minh. Với kết quả hiệu chỉnh đã đạt được, mô hình mạng lưới đã giúp phân tích thêm các bài toán nâng cao liên quan nhằm cải thiện các dịch vụ khách hàng tại khu vực. Mô hình từ nghiên cứu này còn có thể tiếp tục ứng dụng cho các bài toán phân tích chất lượng nước khác cũng như cải thiện tình trạng vận hành mạng lưới và phân tích dò tìm các vị trí nghi ngờ rò rỉ.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Đại học Quốc gia TP.HCM trong khuôn khổ đề tài mã số C2020-24-07.

DANH MỤC CÁC TỪ VIẾT TẮT

DEM Digital Elevation Map
DMA District Meter Area
GIS Geographic Information System
MLCN Mạng lưới cấp nước
NMN Nhà máy nước
NSE Nash-Sutcliffe Efficiency
PBIAS Percent of Bias
SCADA Supervisory Control And Data Acquisition
TP.HCM Thành phố Hồ Chí Minh

XUNG ĐỘT LỢI ÍCH

Nhóm tác giả xin cam đoan rằng không có bất kỳ xung đột lợi ích nào trong công bố bài báo

ĐÓNG GÓP CỦA CÁC TÁC GIẢ

Hồ Minh Thông đưa ra ý tưởng, thực hiện mô phỏng, đóng góp diễn giải phương pháp thực hiện, kết quả mô phỏng, những phân tích, thảo luận của nghiên cứu, viết bản thảo.

Lê Văn Đức, Nguyễn Quốc Phong tham gia thu thập và tổng hợp dữ liệu, xây dựng mô hình, chạy kết quả mô phỏng, tham gia xây dựng các bản đồ kết quả. Nguyễn Thị Thanh Duyên tham gia kiểm định lại kết quả mô phỏng, tham gia xây dựng các hình vẽ, kiểm tra cấu trúc bản thảo.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Hutton CJ, Kapelan Z, Vamvakieridou-Lyroudia L, Savić DA. Dealing with Uncertainty in Water Distribution System Models: A Framework for Real-Time Modeling and Data Assimilation. *Journal of Water Resources Planning and Management*. 2014;140(2):169-83; Available from: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)WR.1943-5452.0000325](https://doi.org/10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0000325).
- Zhou X, Xu W, Xin K, Yan H, Tao T. Self-Adaptive Calibration of Real-Time Demand and Roughness of Water Distribution Systems. *Water Resources Research*. 2018;54(8):5536-50; Available from: <https://doi.org/10.1029/2017WR022147>.
- Koppel T, Kandler N, Vassiljev A. Calibration of the water distribution network model. *WIT Transactions on Ecology and the Environment* [Internet]. 1970;48; Available from: <https://www.witpress.com/eliibrary/wit-transactions-on-ecology-and-the-environment/48/3114>.
- Zanfei A, Menapace A, Santopietro S, Righetti M. Calibration Procedure for Water Distribution Systems: Comparison among Hydraulic Models. *Water* [Internet]. 2020;12(5); Available from: <https://www.mdpi.com/2073-4441/12/5/1421>.
- Minaee RP, Afsharnia M, Moghaddam A, Ebrahimi AA, Askarishahi M, Mokhtari M. Calibration of water quality model for distribution networks using genetic algorithm, particle swarm optimization, and hybrid methods. *MethodsX*. 2019;6:540-8; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.mex.2019.03.008>.
- Giustolisi O, Savić D, Kapelan Z. Pressure-Driven Demand and Leakage Simulation for Water Distribution Networks. *Journal of Hydraulic Engineering*. 2008;134(5):626-35; Available from: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9429\(2008\)134:5\(626\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9429(2008)134:5(626)).
- Sousa J, Martinho N, Muranho J, Marques AS. Leakage Calibration in Water Distribution Networks with Pressure-Driven Analysis: A Real Case Study. *Environmental Sciences Proceedings* [Internet]. 2020;2(1); Available from: <https://www.mdpi.com/2673-4931/2/1/59>.

8. Moriasi DN, Arnold JG, Van Liew MW, Bingner RL, Harmel RD, Veith TL. Model Evaluation Guidelines for Systematic Quantification of Accuracy in Watershed Simulations. *Transactions of the ASABE*. 2007;50(3):885-900;Available from: <https://doi.org/10.13031/2013.23153>.
9. Nash JE, Sutcliffe JV. River flow forecasting through conceptual models part I - A discussion of principles. *Journal of Hydrology*. 1970;10(3):282-90;Available from: [https://doi.org/10.1016/0022-1694\(70\)90255-6](https://doi.org/10.1016/0022-1694(70)90255-6).
10. Yapo PO, Gupta HV, Sorooshian S. Automatic calibration of conceptual rainfall-runoff models: sensitivity to calibration data. *Journal of Hydrology*. 1996;181(1):23-48;Available from: [https://doi.org/10.1016/0022-1694\(95\)02918-4](https://doi.org/10.1016/0022-1694(95)02918-4).
11. Waseem M, Mani N, Andiego G, Usman M. A review of criteria of fit for hydrological models. *International Research Journal of Engineering and Technology*. 2017;4(11):1765-72;.
12. Rossman L, Woo H, Tryby M, Shang F, Janke R, Haxton T. EPANET 2.2 User Manual. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, EPA/600/R-20/133; 2020;.
13. Pathirana A. EPANET2 Desktop Application for Pressure Driven Demand Modeling. In: *Water Distribution Systems Analysis 2010* [Internet]. p. 65-74;Available from: <https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/41203%28425%298>.

Calibrating water distribution network models and identifying interference areas between water sources on the network in the North of Ho Chi Minh City

Ho Minh Thong^{1,*}, Le Van Duc², Nguyen Quoc Phong², Nguyen Thi Thanh Duyen³



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

ABSTRACT

The realistic simulation model of a water distribution network has been widely applied in water resource management, from optimization design to operation management. However, the calibration of the model simulation to adapt with reality is still a challenging task, because within the water distribution network, there are numerous unknown variables, such as: variant consumption, pipeline characteristics, losses and uncontrollable or non-revenue water, especially flow at potential leak points. This study presents the simulation and calibration of the hydraulic model of the water distribution network in the Northern area of Ho Chi Minh City, including Go Vap District and a part of District 12. The network currently supplies water for more than 140.000 water meters and the water flow into and out of the network in real time is controlled in the study area. The results of the calibration of the water distribution network model are assessed to be consistent with the actual operation in terms of flow and water pressure changes during the day at the observation points by performance metrics. On that basis, the study continues to apply the calibrated model to analyze the water source tracing to determine the interference area between two water sources in the study area from two water treatment plants.

Key words: water distribution network model, hydraulic network calibration, interference areas of water sources, leakage, EPANET

¹Saigon Water Corporation (SAWACO), HCMC

²Trung An Water Company, HCMC

³Center of Water Mangement and Climate Change, Institute for Environment and Resources, VNU-HCM

Correspondence

Ho Minh Thong, Saigon Water Corporation (SAWACO), HCMC

Email: thong.hm@sawaco.com.vn

History

- Received: 12-4-2021
- Accepted: 31-8-2021
- Published: 11-9-2021

DOI : 10.32508/stdjet.v4i3.830



Copyright

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



Cite this article : Thong H M, Duc L V, Phong N Q, Duyen N T T. **Calibrating water distribution network models and identifying interference areas between water sources on the network in the North of Ho Chi Minh City.** *Sci. Tech. Dev. J. – Engineering and Technology*; 4(3):1068-1078.