

ĐỀ XUẤT KHOẢNG GIÁ TRỊ CHO CÁC YẾU TỐ CỦA DÒNG CHẢY RÒ RỈ TRÊN MẠNG LƯỚI CẤP NƯỚC

Phạm Thị Minh Lành¹, Nguyễn Quang Trường²

Tóm tắt: Trên mạng lưới cấp nước, lưu lượng nước rò rỉ được phụ thuộc vào hình dạng điểm bể, hình dạng dòng chảy rò rỉ, áp lực dòng chảy trong ống cũng như các hệ số mũ rò rỉ. Phân tích các công thức lý thuyết của lưu lượng nước rò rỉ (Q) cho thấy có thể đưa về ba yếu tố chính để xác định giá trị này đó là áp lực dòng chảy trong ống (P), hệ số mũ rò rỉ (n) và hệ số lưu lượng rò rỉ (k). Trong điều kiện vận hành thực tế của mạng lưới cấp nước khu vực phía bắc Thành phố Hồ Chí Minh và kế thừa kết quả của các nghiên cứu trước, với mục tiêu xác định khoảng giá trị của các biến số Q , P , n , k , tác giả tiến hành khảo sát thực địa và thống kê số liệu để đưa ra khoảng giá trị của P , Q . Từ đó dùng phương trình hồi quy phi tuyến và tối ưu tham số hồi quy để đưa ra giá trị của hệ số k, n theo các khoảng giá trị của P, Q và đánh giá tương quan giữa các biến số này.

Từ khóa: Lưu lượng rò rỉ, mạng lưới cấp nước, thất thoát nước, hệ số lưu lượng, áp lực nước.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

1.1. Giới thiệu

Thất thoát nước trên mạng lưới cấp nước có ảnh hưởng trực tiếp tới doanh thu của công ty cấp nước. Bên cạnh đó, trong trường hợp thất thoát nước hữu hình (rò rỉ nước trên mạng lưới) còn dẫn đến nguy cơ chất ô nhiễm từ bên ngoài đi vào trong ống cấp nước, sẽ tác động tới sức khỏe của người sử dụng. Vậy nên, mục tiêu giảm thất thoát nước hữu hình trên mạng lưới luôn được đưa vào trong kế hoạch hoạt động hàng năm của các công ty cấp nước.

Hiệp hội nước quốc tế (IWA – International Water Association) đã đưa ra 3 loại nước thất thoát không doanh thu trên mạng lưới cấp nước (M. Farley và nnk., 2003), loại 1 là tiêu thụ hợp pháp không có hoá đơn (súc xả tuyến ống, nước chữa cháy, tưới cây rửa đường,...), loại 2 là các thất thoát thương mại (lỗi đồng hồ đo đếm, nhập liệu sai, quy trình hoạt động chưa đúng,...) và cuối cùng là thất thoát cơ học (hữu hình). Thất thoát loại 1 và loại 2 được quản lý bằng các quy định, chính sách sẽ mang lại hiệu quả cao hơn là

các công cụ kỹ thuật. Trong nghiên cứu này sẽ đề cập tới thất thoát loại 3 (sau đây gọi tắt là thất thoát), là lượng nước rò rỉ trên mạng lưới cấp nước qua vị trí nứt, bể trên ống hay tại các phụ tùng nối ống, các thiết bị. Số lượng điểm rò rỉ tỉ lệ thuận với lượng nước thất thoát, trong khi độ bền của mạng lưới đường ống sẽ giảm theo thời gian làm việc nên khả năng xuất hiện các điểm rò rỉ ngày càng tăng, như vậy để giảm tỉ lệ thất thoát hàng năm cần có một hướng tiếp cận phù hợp mới đạt được mục tiêu này.

Theo tác giả Lambert (Lambert và nnk., 2002) có bốn hướng tiếp cận để kiểm soát lượng nước thất thoát trên mạng lưới cấp nước (MLCN), đó là quản lý áp lực, chủ động kiểm soát rò rỉ (dự báo vị trí rò rỉ để kiểm tra), tốc độ và chất lượng sửa chữa, quản lý đường ống và tài sản. Trong đó tác giả cũng chỉ ra rằng áp lực làm việc của mạng lưới cấp nước có tác động trực tiếp tới lượng nước thất thoát cố định hàng năm. Theo hướng tiếp cận này, tác giả thực hiện nghiên cứu đánh giá mối quan hệ giữa lưu lượng nước rò rỉ và áp lực làm việc trên mạng lưới cấp nước cũng như các hệ số liên quan tới đặc điểm của dòng chảy rò rỉ.

¹ Khoa Kỹ thuật Hạ tầng Đô thị, ĐH Kiến trúc Tp. Hồ Chí Minh

² Khoa Kỹ thuật Xây dựng, ĐH Bách khoa Tp. Hồ Chí Minh

1.2. Tổng quan nghiên cứu xác định dòng chảy rò rỉ

Tổng hợp nội dung nghiên cứu về dòng chảy rò rỉ trên MLCN cho thấy có bốn hướng nghiên cứu chính đó là mô phỏng thủy lực; mô hình toán; mô hình thí

nghiệm; thống kê dữ liệu và khảo sát thực tế (Bảng 1). Các nghiên cứu đã chỉ ra rằng dòng chảy rò rỉ đi qua điểm bể sẽ làm biến dạng điểm bể và hình dạng dòng chảy phụ thuộc vào áp lực nước trong ống, môi trường đất ngoài cũng như diện tích lỗ rò rỉ.

Bảng 1. Tổng quan các nghiên cứu về dòng chảy rò rỉ

TT	Phương pháp nghiên cứu	Nội dung nghiên cứu	Hệ số mũ rò rỉ (n)	Hệ số dòng chảy rò rỉ (C _d)	Công thức sử dụng*
1	Mô phỏng thủy lực MLCN	Khép van để quan sát sự thay đổi lưu lượng nước rò rỉ theo áp lực trên mạng lưới và xác định n, C _d theo dữ liệu thu được (M.Deyi và nnk., 2014).	0,18 đến 3,33	0,00 đến 3,68	-
2	Mô hình toán số	Sử dụng phần mềm phân tích tích phần tử hữu hạn, nghiên cứu tập trung xem xét biến dạng hình học của điểm bể ảnh hưởng tới hệ số dòng chảy rò rỉ. (JE van Zyl và nnk., 2014)	0,5 đến 1,5	2x10 ⁻⁵ đến 1,8x10 ⁻⁴	(1); (2)
3	Mô hình thí nghiệm	Thí nghiệm xem xét dòng chảy đi qua điểm bể trên những đoạn ống ngắn có vật liệu khác nhau (JE van Zyl và nnk., 2017).	-0,262 đến 1,841	0,382 đến 0,945	(2)
4	Mô hình thí nghiệm	Tạo điểm bể trên thành ống với các hình dạng khác nhau và đánh giá dòng chảy ra khỏi điểm bể. Thí nghiệm ghi nhận được áp lực nước, lưu lượng dòng chảy và diện tích điểm bể. Từ đó tác giả sử dụng công thức lý thuyết để xác định hệ số dòng chảy C _d (Yu Shao và nnk., 2019).	0,5	0,77 đến 0,806	(1)
5	Mô hình toán số	Sử dụng phần mềm ANSYS để mô phỏng dòng chảy rò rỉ và tính toán lưu lượng bằng công thức lý thuyết (Ö. EKMEKÇIOĞLU và nnk., 2020).	0,5	0,65 đến 0,72	(1)
6	Thống kê số liệu và khảo sát thực tế	Tác giả tổng hợp số liệu từ các nghiên cứu và xác định hệ số mũ rò rỉ tại một điểm bể trên MLCN. Vì chỉ đánh giá sự thay đổi của lưu lượng/áp lực tại một điểm bể nên hệ số dòng chảy rò rỉ bị loại trừ trong công thức này. (Thornton và nnk., 2020)	0,5 đến 2,0	-	(3)

* Ghi chú:

$Q = C_d A \sqrt{2gh_0} \quad (1)$	$Q = C_d \sqrt{2g(A_0 h^{0,5} + mh^{1,5})} \quad (2)$
<ul style="list-style-type: none"> - C_d là hệ số lưu lượng; - A là diện tích lỗ rò rỉ; - g là gia tốc trọng trường; - h₀ là giá trị cột áp. 	<ul style="list-style-type: none"> với $A = A_0 + mh$ - A₀ là diện tích ban đầu của điểm bể; - A là diện tích điểm bể khi dòng chảy đi qua; - m là độ dốc dòng chảy có áp.
$L_1/L_0 = (P_1/P_0)^n \quad (3)$	
<ul style="list-style-type: none"> - P₀, L₀ là áp lực và lưu lượng tại thời điểm ban đầu - P₁, L₁ là áp lực và lưu lượng sau khi giảm áp lực. - n là hệ số mũ rò rỉ. 	

Hệ số mũ rò rỉ (n) trong Bảng 1 dao động từ - 0,262 đến 3,33 và hệ số dòng chảy (C_d) nhận giá trị từ 0 đến 0,945, trong đó có nghiên cứu 1 và 3 xuất hiện giá trị $n < 0,5$. Nghiên cứu 1 áp lực thay đổi tương đối lớn (từ 20-30m) nên dẫn đến các giá trị $n < 0,5$; khi áp lực thay đổi ít hơn thì n nhận các giá trị từ 3,33, tuy nhiên áp lực trung bình xét cho một khu vực cấp nước nên giá trị tương đối lớn (từ 26,9m đến 99,2 m). Nghiên cứu 3 thí nghiệm cho dòng chảy rò rỉ chảy ra ngoài khí trời, lúc này điều kiện môi trường khác hoàn toàn so với điều kiện làm việc của ống cấp nước thực tế nên xuất hiện $n < 0$.

Nghiên cứu 2, 4, 5 sử dụng mô hình toán và thí nghiệm thực tế để xác định đặc điểm của dòng chảy rò rỉ, tuy nhiên, các mô phỏng lại dựa trên công thức (1), đây là công thức áp dụng trong điều kiện dòng chảy qua lỗ ra ngoài khí trời (Andrew Chadwick và nnk., 2013) nên giá trị hệ số n và C_d có ý nghĩa trong phạm vi lý thuyết. Đồng thời, trên MLCN thực tế rất khó để xác định tiết diện điểm bể (A) cũng như môi trường đất bên ngoài ống (m), như vậy cần một công thức đơn giản hơn để xác định hệ số dòng chảy rò rỉ. Nghiên cứu 6 có thể áp dụng cho MLCN thực tế nhưng cần mở rộng cho tất cả các điểm bể trên mạng lưới và nghiên cứu thêm khoảng giá trị hệ số dòng chảy rò rỉ.

Qua các phân tích trên tác giả đưa mục tiêu nghiên cứu cụ thể như sau:

- Đề xuất một công thức tổng quát hơn so với các công thức (1), (2) và (3) để xác định lưu lượng nước rò rỉ cho MLCN thực tế.

- Xác định khoảng giá trị của hệ số dòng chảy rò rỉ theo các yếu tố của dòng chảy rò rỉ, từ đó nhận xét tương quan biến thiên giữa các yếu tố này.

- Đề xuất khoảng giá trị của các yếu tố dòng chảy rò rỉ áp dụng cho khu vực nghiên cứu là MLCN phía bắc Thành phố Hồ Chí Minh.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU KHOẢNG GIÁ TRỊ CHO CÁC YẾU TỐ CỦA DÒNG CHẢY RÒ RỈ

2.1. Đề xuất công thức xác định lưu lượng nước rò rỉ

Trong lý thuyết phần mềm WaterGEMS (Bentley, 2019) đưa ra công thức xác định lưu lượng nước rò rỉ tại điểm bể theo áp lực làm việc của ống như sau:

$$Q = k.P^n \quad (4)$$

Trong đó: - Q là lưu lượng điểm rò rỉ

- k là hệ số rò rỉ phụ thuộc vào đặc điểm của nút rò rỉ.

- P áp lực tại điểm rò rỉ.

- n là hệ số mũ và được mặc định giống nhau cho tất cả các nút rò rỉ .

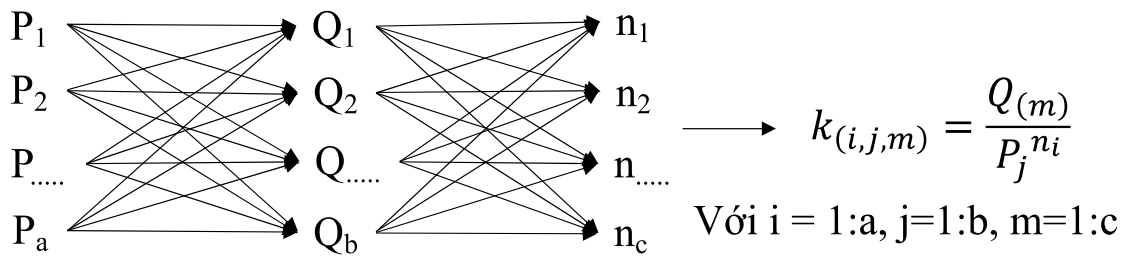
Hệ số k và n được chương trình để mở cho người sử dụng có thể chủ động đưa ra các giá trị phù hợp nhất với mô hình và k có tính đến tiết diện lỗ, độ dốc dòng chảy rò rỉ và tổn thất năng lượng dòng chảy qua lỗ rò rỉ. Công thức (4) cho thấy đặc điểm của dòng chảy rò rỉ được xác định bởi 4 yếu tố là áp lực P , lưu lượng dòng chảy Q , hệ số mũ n và hệ số dòng chảy k , để áp dụng công thức cho các điểm bể trên MLCN thực tế cần xác định khoảng giá trị cho bốn yếu tố này.

Nghiên cứu thực hiện khảo sát số liệu P và Q trên mạng lưới cấp nước khu vực phía bắc Thành phố Hồ Chí Minh, từ đó đề xuất khoảng giá trị của hai yếu tố này. Từ các giá trị P , Q nghiên cứu ước lượng khoảng giá trị của hai hệ số n , k .

2.2. Phương pháp ước lượng khoảng giá trị của n , k

- Xác định giá trị biên của tập hợp k

Biên dao động của các yếu tố P , Q có thể xác định được, còn biên dao động hệ số n kế thừa từ các nghiên cứu trước đây, chỉ còn biên dao động của k là chưa biết. Dựa trên các yếu tố đã biết (P , Q , n) tác giả thiết lập ba tập hợp có giá trị tăng dần là n_i , P_j , Q_m với $i=1:a$; $j=1:b$ và $m=1:c$, và tính toán các giá trị k theo phương trình [4].



Hình 1. Xác định giá trị của k theo P, Q, n.

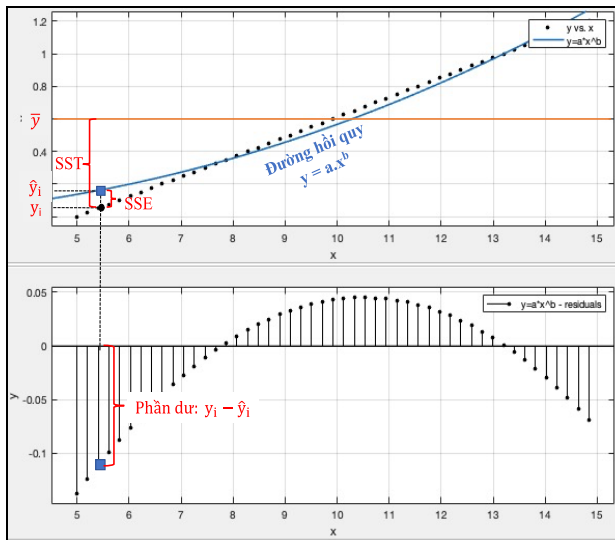
Theo quy trình như Hình 1 thì tất cả các giá trị có thể có của k sẽ lần lượt xuất hiện qua các lần lặp.

- Ước lượng hệ số k, n theo P, Q

Phương trình ước lượng hệ số n, k bao gồm biến phụ thuộc Q và biến độc lập P với khoảng xác định đã biết lần lượt là $[X_1 \ X_2]$; $[Y_1 \ Y_2]$ sẽ dạng phương trình hồi quy như sau:

$$y = a \times x^b \quad \text{với} \quad \begin{cases} X_1 \leq x \leq X_2 \\ Y_1 \leq y \leq Y_2 \end{cases} \quad (5)$$

- y là lưu lượng nước rò rỉ (m³/h)
- x là áp lực nước tại điểm bể (m)
- b là hệ số mũ rò rỉ n.
- a là hệ số rò rỉ k (m³/h)



Hình 1. Tham số đánh giá đường hồi quy

Tham số a, b được xác định theo thủ tục hồi quy phi tuyến và tối ưu tham số theo phương pháp ước lượng cực tiểu bình phương các phần dư. Theo tác giả George C. S. Wang (George C. S.

Wang và nnk., 2003) các tham số đánh giá độ tin cậy của phương trình hồi quy (5) bao gồm:

- Sai số tổng bình phương (SSE - Sum squared error) là độ lệch giữa giá trị quan sát y_i và giá trị ước lượng \hat{y}_i :

$$SSE = \sum_{i=1}^m (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad (6)$$

Trong đó: - m là tổng số mẫu quan sát.

- Hệ số xác định (R^2) dùng để đo mức độ phù hợp của hàm hồi quy mẫu giá trị này càng gần 1 thì phương trình có độ tin cậy càng cao, xác định như sau:

$$R^2 = 1 - \frac{SSE}{SST} \quad (7)$$

Trong đó: - SST (Sum squares total) là tổng bình phương cho toàn bộ mẫu, $SST = \sum_{i=1}^m (y_i - \bar{y})^2$.

- \bar{y} là giá trị trung bình của các giá trị quan sát
- Hệ số điều chỉnh hệ số tương quan (Adjusted - R^2)

$$Adjusted - R^2 = 1 - \frac{SSE(m-1)}{SST(m-t)} \quad (8)$$

Trong đó: - t là tổng số giá trị ước lượng phù hợp với mẫu quan sát

- Lỗi trung bình bình phương RMSE (Root mean squared error): Tham số cho biết sự khác biệt giữa giá trị ước lượng và giá trị quan sát.

$$RMSE = \sqrt{\frac{SSE}{m-t}} \quad (9)$$

Tham số SSE và RMSE càng gần 0 thì giá trị ước lượng càng gần với giá trị quan sát.

Trong lĩnh vực tính toán và lập trình thì phần mềm MATLAB là công cụ hiệu quả và dễ sử dụng, vậy nên trong nghiên cứu này sử dụng phần mềm MATLAB để ước lượng hệ số n, k theo các biến còn lại.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Áp lực nước rò rỉ P

Theo TCXDVN 33-2006 của (Bộ Xây Dựng, 2006) quy định thì áp lực nước cấp trên mạng lưới dao động từ 10m - 40m tuy nhiên thực tế vận hành các mạng lưới cấp nước ở Việt Nam cho thấy áp lực được duy trì trong khoảng từ 10m - 30m (Tổng công ty cấp nước Sài Gòn, 2014). Tuy nhiên, thực tế vận hành mạng lưới cấp nước cho thấy vào các giờ cao điểm khi nhu cầu tiêu thụ tăng cao mà công suất của mạng lưới chưa đáp ứng đủ thì tại một số khu vực vẫn xảy ra trường hợp áp lực nước từ 0 - 10m. Vậy trong điều kiện làm việc bình thường thì giá trị áp lực P tại các điểm bể trên mạng lưới cấp nước sẽ dao động trong khoảng từ 0m đến 30m.

3.2. Lưu lượng nước rò rỉ

Công ty cấp nước Trung An thuộc tổng công ty cấp nước Sài Gòn, là đơn vị quản lý MLCN khu vực phía Bắc thành phố Hồ Chí Minh bao gồm Quận Gò Vấp (trừ phường 1), Quận 12 và Huyện Hóc Môn. Trong năm 2020, nhóm nghiên cứu kết hợp với bộ phận kỹ thuật của công ty đã thực hiện khảo sát trên các ống nhánh có đường kính từ 50mm - 150mm của mạng lưới cấp nước Trung An, với những ống có đường kính lớn hơn thì xác suất xảy ra bể nhỏ hơn nên không nằm trong kế hoạch khảo sát.

Dữ liệu khảo sát điển hình tính đến tháng 10 năm 2020 trên MLCN DMA15 quận Gò Vấp được trình bày trong Bảng 2, các giá trị lưu lượng và áp lực điểm bể lấy theo đồng hồ đo trên đoạn ống gần điểm bể nhất. Tính toán khoảng áp lực và lưu lượng cho một điểm bể, lần lượt có các khoảng giá trị sau: Pmin [1,8 6,8] Qmin [0,009 0,12]; Pmax [22,8 28,0] Qmax[0,25 0,83]. Như vậy, lưu lượng nước rò rỉ tại một điểm bể (Q) nằm trong khoảng là 0,009 và 0,83 m³/h, tuy nhiên trong quá trình khảo sát tại một số thời điểm có xuất hiện giá trị Q = 1,2 m³/h.

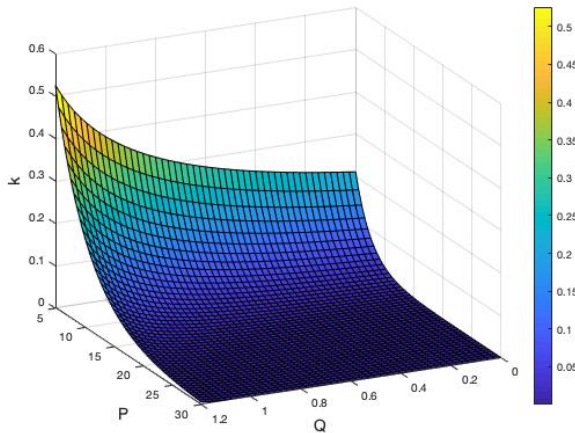
Bảng 2. Bảng số liệu khảo sát rò rỉ trên MLCN DMA15 quận Gò Vấp (tháng 10/2020)

Ống	D (mm)	Pmin (m)	Pmax (m)	Qmin (m ³ /h)	Qmax (m ³ /h)	Số điểm bể
1	150	1,8	22,8	0,16	1,67	3
2	100	3,7	24,8	0,07	0,25	1
3	150	2,0	23,1	0,24	1,67	2
4	100	3,6	24,9	0,12	1,67	4
5	100	6,2	27,3	0,12	1,67	4
6	100	6,3	27,4	0,07	0,50	2
7	100	6,5	27,6	0,07	0,25	1
8	150	6,4	27,6	0,09	3,00	10
9	100	6,3	27,5	0,07	0,25	1
10	100	6,5	27,7	0,07	0,25	1
11	100	6,8	28,0	0,07	0,25	1
12	100	6,1	27,4	0,07	0,50	2
13	50	6,3	27,7	0,08	0,30	1
Tổng						33

Kết quả không có tính đại diện cho tất cả các điểm bề trên mạng lưới cấp nước nói chung, vì giá trị Q còn phụ thuộc vào đặc điểm áp lực làm việc của mỗi mạng lưới cũng như điều kiện địa chất từng khu vực.

3.3. Hệ số rò rỉ k

- Xác định giá trị biên của tập hợp k



Hình 2. Biên dao động của k theo P, Q, n

Xét trong điều kiện của MLCN khu vực phía bắc Thành phố Hồ Chí Minh thì giá trị của ba biến số P, Q lần lượt nằm trong khoảng xác định [0 30]; [0,009 1,2]. Kế thừa kết quả của các nghiên

cứ trước tác giả đánh giá sơ bộ hệ số mũ n trong khoảng từ 0,5 đến 3,33.

Theo quy trình trong Hình 1, lập trình hàm for trong phần mềm MATLAB và vẽ đồ thị kết quả của k như Hình 2.

Qua các bước lập cho thấy giá trị k biến thiên trong khoảng từ 0 đến 0,53.

- Ước lượng hệ số k, n theo P, Q

Dựa trên kết quả khảo sát áp lực và lưu lượng rò rỉ tại một điểm bề ở mục 2 nghiên cứu chia khoảng giá trị P thành ba tập hợp là áp lực thấp [0 6,8]; áp lực trung bình [6,8 22,8] và áp lực cao [22,8 30]. Tương ứng, lượng nước rò rỉ cũng được chia thành các khoảng giá trị từ thấp [0,009 0,12]; trung bình [0,12 0,25] và cao [0,25 1,2]. Nghiên cứu xem xét các khả năng xảy ra của giá trị lưu lượng và áp lực trên MLCN như trong cột 1&2 của Bảng 3. Với 3 tập hợp giá trị P, Q tương ứng với biến độc lập x và biến phụ thuộc y áp dụng thủ tục hồi quy phi tuyến và tối ưu hệ số trong phương trình (5), sử dụng ngôn ngữ lập trình MATLAB để cực tiểu hoá bình phương phần dư nghiên cứu xác định được hệ số k và n như trong Bảng 3.

Bảng 3. Các giá trị hệ số k, n tương ứng với số liệu P và Q

P (m)	Q (m ³ /h)	k (m ³ /h)	n	SSE	R^2	Adjusted R^2	RMSE
1	2	3	4	5	6	7	8
0 - 6,8	0,009 - 0,12	0,024 (0,023 - 0,024)	0,84 (0,81 - 0,86)	0,0002	0,99	0,99	0,002
6,8 - 22,8	0,12 - 0,25	0,033 (0,033 - 0,035)	0,63 (0,62 - 0,64)	0,0008	0,99	0,99	0,002
22,8 - 30	0,25 - 1,2	1,09e-07 (5,5e-08 - 1,6e-07)	4,78 (4,637 - 4,933)	0,1318	0,98	0,98	0,037

Kết quả nghiên cứu cho thấy:

- Khi P và Q tăng thì hệ số k giảm và hệ số n tăng, như vậy có thể kết luận biến số n và k có quan hệ nghịch biến.

- Hệ số k nhận giá trị tối ưu lớn nhất (0,033) khi P [6,8 22,8] và Q [0,12 0,25] với hệ số tương

quan cao ($R^2 = 0,99$), nghĩa là giá trị tối ưu này có ý nghĩa về mặt thống kê. Kết hợp với khoảng giá trị biên của k đã xác định ở phần trên thì khoảng xác định của k là [0 0,53].

- Hệ số n tối ưu nằm trong khoảng từ 0,63 - 4,78, so với các nghiên cứu trước đây (3,33) thì n

nhận giá trị lớn hơn (4,78), tuy nhiên kết quả này cần được kiểm chứng với số liệu rò rỉ thực tế.

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Lưu lượng nước rò rỉ được xác định thông qua ba yếu tố đó là áp lực nước tại điểm bể P, hệ số mũ n và hệ số dòng chảy k (đại diện cho hình dạng điểm bể và đặc điểm dòng chảy rò rỉ). Áp lực P được lấy từ mô hình thủy lực của mạng lưới cấp nước hoặc từ cảm biến áp lực đặt trên mạng lưới cấp nước, do P phụ thuộc vào quá trình vận hành của mỗi MLCN nên sẽ thay đổi theo các giờ trong ngày. Trong khi đó, hai hệ số n và k không thể xác định bằng công thức lý thuyết mà cần khảo sát thực tế để đưa ra giá trị phù hợp.

Xác định biên dao động của k qua các vòng lặp và tối ưu hoá tham số trong phương trình hồi quy,

ngghiên cứu đã chỉ ra rằng khoảng giá trị của hệ số mũ rò rỉ n từ 0,63 đến 4,78 và hệ số lưu lượng nước rò rỉ k là từ 0 đến 0,53. Kết quả nghiên cứu trong điều kiện vận hành thực tế của MLCN khu vực phía bắc thành phố Hồ Chí Minh và có thể sử dụng cho các mạng lưới có điều kiện hoạt động tương tự.

Với kết quả này có thể phát triển mô hình thủy lực mô phỏng lưu lượng nước rò rỉ trên mạng lưới cấp nước, phục vụ cho mục đích điều chỉnh áp lực để giảm lưu lượng thất thoát. Do điều kiện không cho phép nên số liệu về lưu lượng điểm rò rỉ còn hạn chế, các nghiên cứu tiếp theo có thể mở rộng khu vực khảo sát để số liệu có tính tổng quát hơn.

Nghiên cứu được tài trợ bởi Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh (ĐHQG-HCM) trong khuôn khổ Đề tài mã số C2020-20-19.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Bộ Xây Dựng, (2006). “TCXDVN 33-2006 Cấp nước - Mạng lưới đường ống và công trình tiêu chuẩn thiết kế”, Hà Nội.
- Tổng công ty cấp nước Sài Gòn, (2014), “Chương trình ứng dụng khoa học công nghệ vào hoạt động sản xuất - kinh doanh tại tổng công ty cấp nước Sài Gòn giai đoạn 2014-2025”, Tp. Hồ Chí Minh.
- Andrew Chadwick, John Morfett and Martin Borthwick, (2013), “Hydraulics in civil and environmental engineering”, Taylor & Francis Group, USA, 54
- Bentley, (2019). “Bentley WaterGEMS V8i User’s Guide”, Bentley WaterGEMS CONNECT Edition Help.
- George C. S. Wang, Chaman L.Jain, (2003), “Regression Analysis: Modeling & Forecasting”, Graceway publishing company, New York.
- Van Zyl, J.E., Cassa, A.M. (2014) “Modeling elastically deforming leaks in water distribution pipes”, Journal of Hydraulic Engineering, 140 (2) 182 – 189.
- J. E. van Zyl and R. Maldeb, (2017), “Evaluating the pressure-leakage behaviour of leaks in water pipes”, Journal of Water Supply: Research and Technology-Aqua, IWA Publishing, 66 (5): 287–299.
- J. Thornton, A. Lambert, (2005), “Progress in practical prediction of pressure: leakage, pressure: burst frequency and pressure: consumption relationships”, Conference Proceeding of leakage Halifax, Canada.
- Lambert, A. O. (2002). “Water losses management and techniques”. Water Science and Technology: Water Supply, 2(4), 1–20.
- M. Deyia, J. van Zyla, M. Shepherd, (2014), “Applying the FAVAD Concept and Leakage Number to Real Networks: a Case Study In Kwadabeka, South Africa”, Procedia Engineering, Elsevier Ltd, 89 (2014) 1537 – 1544.
- M. Farley, S. Trow, (2003), “Losses in Water Distribution Networks”, IWA Publishing, London.

- Ömer EKMEKÇİOĞLU, Eyyup Ensar BAŞAKIN, Mehmet ÖZGER, (2020), “Discharge coefficient equation to calculate the leakage from pipe networks”, Journal of the Institute of Science and Technology, 10(3): 1737-1746.
- Yu Shao, Tian Yao, Jinzhe Gong, Jinjie Liu, Tuqiao Zhang and Tingchao Yu, (2019), “Impact of Main Pipe Flow Velocity on Leakage and Intrusion Flow: An Experimental Study”, Journal Water, MDPI, 11, 118.

Abstract:

**PROPOSED THE RANGE OF VALUES FOR
THE LEAKAGE FLOW RATE ON THE WATER SUPPLY NETWORK**

On the water supply network, the leakage flow rate is dependent on the area of leakage, discharge coefficient, the pressure in the pipe as well as the leakage exponent values. Analysis of the theoretical formulas shows that two main factors can be to determine this value: the pressure in the pipe (P), the leakage exponent (n) and the leakage coefficient (k). Analyzing the actual operating conditions of the water supply network in the North of Ho Chi Minh City and inheriting the results of previous studies, the author conducts field survey and statistical data to give the range of values of P , Q . From there, using nonlinear regression equation and optimizing regression parameters to propose a range of values of coefficient k , n according to the range of values of P , Q and evaluate the correlation between these variables.

Keywords: Water supply and sewerage, neural networks, water leakage, pipe failure, predictive models, water supply networks.

Ngày nhận bài: 21/9/2021

Ngày chấp nhận đăng: 13/11/2021