

## **ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP GIẢM THIỂU LƯỢNG NƯỚC KHÔNG DOANH THU CHO Ô 12, THÀNH PHỐ HÀ NỘI**

**Phùng Thị Linh, Lê Việt Hùng, Trần Thùy Chi,**  
Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

### **Tóm tắt**

*Trong 4 quận nội thành nằm trong khu vực hạn chế phát triển của Hà Nội thì quận Đống Đa là khu vực khó khăn về cung cấp nước sạch nhất. Theo thống kê của xí nghiệp kinh doanh nước sạch Đống Đa lượng khách hàng khu vực Ô12 chiếm 12,24%; lượng nước cấp vào chiếm khoảng 10,73%; nhưng tỷ lệ nước thu được tiền tại Ô12 rất thấp chỉ đạt trung bình từ 56 - 62%. Bài báo đưa ra nguyên nhân dẫn đến lượng nước không doanh thu tại Ô12 và các biện pháp để giảm thiểu lượng nước không doanh thu tại đây, cụ thể là sử dụng phương pháp phân vùng tách mạng. Ô12 được chia thành hai vùng, trên mỗi được lắp đặt các đồng hồ tổng kiểm soát lưu lượng, các đồng hồ đo áp lực được lắp đặt tại vị trí đầu mạng lưới và các điểm bất lợi nhất. Kiểm tra lưu lượng, áp lực làm việc cho giải pháp phân vùng tách mạng bằng phần mềm Epanet cho thấy vận tốc nước trong ống đảm bảo, mạng lưới đường ống cấp nước đảm bảo cấp nước đến toàn bộ khách hàng trong khu vực, tổng chiều dài mạng lưới nhỏ dễ dàng cho việc phát hiện những điểm rò rỉ nước để có thể khắc phục nhanh nhất.*

**Từ khóa:** Nước không doanh thu; Mạng lưới cấp nước; Ô12 Đống Đa; Công ty Nước sạch Hà Nội.

### **Abstract**

#### ***Proposal solutions for reducing non-revenue water in district metered zone 12, Hanoi city***

*Among four urban restricted development zones of Hanoi, Dong Da district has the most challenges in using clean water. According to the statistics of Dong Da clean water business, the percentage of customers in district metered zone 12 is 12.24% while the proportion of water supply is about 10.73%; however, there is a small quantity of revenue water with approximate average is from 56% to 62%. This study found the causes of non-revenue water in district metered zone 12 and proposed solutions to reduce the amount of this water, namely, the use of network segmentation. One effective solution is divide district metered zone 12 into two areas, each area have total flow meters. Water pressure gauges are installed at the beginning point of the distribution system and at points where pressure could be low. Epanet model is used to exam the flow and the pressure of the distribution system. The result showed that the velocity in water pipes are ensured, clean water are supplied to all the customers, the total pipeline lengths is small and finding the leakages is easy.*

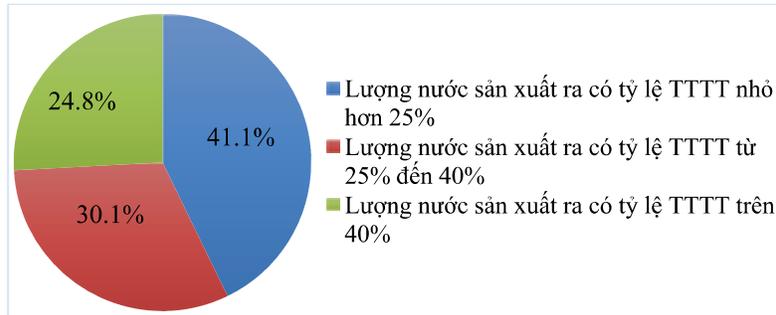
**Keywords:** Non-revenue water; Water supply system; District metered zone 12; Dong Da district; Hanoi water limited company.

## Nghiên cứu

### 1. Đặt vấn đề

Ở Việt Nam, hệ thống cấp nước tại các đô thị đều có sự hạn chế. Nguyên nhân đến từ việc kế thừa hệ thống cấp nước qua nhiều thời kỳ và ở mỗi địa phương đều chưa có sự quan tâm đúng mức đến việc cải tạo, nâng cấp hệ thống cấp nước dẫn đến lượng nước không doanh thu còn khá

cao. Một số đô thị đã áp dụng các biện pháp giảm thiểu lượng nước không doanh thu nhưng hầu hết còn mang tính chất thí điểm, chưa triệt để do hạn chế từ nguồn nhân lực và kinh phí thực hiện. Những nỗ lực này cũng chỉ mới giúp các đô thị giảm được khoảng 1 - 2% lượng nước thất thoát mỗi năm.



**Hình 1: Biểu đồ tương quan tỷ lệ giữa các lượng nước được sản xuất ra và nước thất thoát thu**

**Bảng 1. Tỷ lệ nước không doanh thu của công ty TNHH MTV nước sạch Hà Nội**

| Đơn vị KDNS | Ba Đình | Hoàn Kiếm | Đống Đa | Hai Bà Trưng | Hoàng Mai | Cầu Giấy | Công ty số 2 | Toàn Công ty |
|-------------|---------|-----------|---------|--------------|-----------|----------|--------------|--------------|
| 2012        | 35,27%  | 32,22%    | 46,87%  | 36,08%       |           | 36,03%   | 18,27%       | 36,92%       |
| 2013        | 31,29%  | 29,45%    | 41,14%  | 32,42%       |           | 33,85%   | 17,81%       | 32,64%       |
| 2014        | 31,77%  | 28,73%    | 40,39%  | 30,37%       |           | 31,5%    | 17,98%       | 31,57%       |
| 2015        | 31,81%  | 29,86%    | 38,74%  | 27,44%       |           | 29,71%   | 17,93%       | 29,97%       |
| 2016        | 29,18%  | 31,03%    | 34,81%  | 31,49%       | 18,62%    | 28,03%   | 15,21%       | 27,33%       |
| 2017        | 24,31%  | 27%       | 32,18%  | 28,86%       | 17,88%    | 26,44%   | 13,98%       | 24,64%       |
| 2018        | 23,13%  | 25,21%    | 30,67%  | 25,62%       | 16,32%    | 24,75%   | 13,33%       | 23,07%       |

Nguồn: Công ty TNHH MTV nước sạch Hà Nội, 2018

Toàn bộ mạng lưới cấp nước thành phố Hà Nội hiện nay được phân chia thành 8 vùng kinh doanh nước sạch, từ đó lại tiếp tục phân chia thành 47 ô, mỗi ô có 8000 - 15000 khách hàng, các ô cấp nước độc lập về lưu lượng. Mỗi ô được chia thành các khu vực nhỏ hơn riêng biệt về thủy lực và có đồng hồ đo nước cấp vào từng khu vực để quản lý thất thoát thu.

Trong những năm gần đây nhiều dự án chống thất thoát đã được triển khai hiệu quả trên địa bàn Hà Nội (Ô 9A và Ô 13 Đống Đa, Ô 4B Cầu Giấy,...) và đạt

được các kết quả khả quan, nâng cao tỷ lệ thu tiền nước, tạo cơ sở kinh nghiệm và tiền đề để nghiên cứu triển khai cho các khu vực tiếp theo.

Ô 12 Đống Đa - Hà Nội được giới hạn bởi các tuyến phố: Đê La Thành - Láng Hạ - Thái Hà - Tây Sơn - Nguyễn Lương Bằng, dân cư thuộc các phường Ô Chợ Dừa, Quang Trung, Trung Liệt quận Đống Đa và phường Thành Công quận Ba Đình.

Theo thống kê của xí nghiệp kinh doanh nước sạch Đống Đa, lượng khách hàng khu vực Ô 12 chiếm 12,24%; lượng

nước cấp vào chiếm khoảng 10,73%; nhưng tỷ lệ nước thu được tiền tại Ô 12 rất thấp chỉ đạt trung bình từ 56 - 62%. Mạng lưới đường ống hiện đã cũ hỏng, nhiều chỗ xuống cấp nghiêm trọng, sự cố vỡ và rò rỉ thường xuyên gây lãng phí và không đảm bảo chất lượng nước.

**2. Cơ sở lý thuyết về lượng nước không doanh thu trên mạng lưới cấp nước**

**2.1. Cân bằng nước trong mạng lưới cấp nước**

Trong lĩnh vực chống thất thoát, thất thu nước sạch, các thành phần của lượng nước đưa vào mạng lưới sau đây cần phải được xác định rõ:

- Nước có doanh thu, bao gồm:
  - Lượng nước đo đếm được và được lập hóa đơn thu tiền nước của khách hàng.
  - Lượng nước không đo đếm được nhưng được lập hóa đơn như lượng nước

khoán cho các đồng hồ bị hỏng; lượng nước mất mát do các đơn vị thi công các công trình hạ tầng kỹ thuật gây ra và được lập hóa đơn đền bù; lượng nước cho quá trình súc xả đường ống được đưa vào giá thành chi phí sản xuất.

- Nước thất thu hay nước không doanh thu, bao gồm:
  - Nước sử dụng có phép nhưng không thu phí (có đo đếm và không đo đếm)
  - Lượng nước tiêu thụ qua đồng hồ nhưng không có hóa đơn như: Lượng nước sử dụng cho các vòi uống nước công cộng, lượng nước chia sẻ với khách hàng khi bị thất thoát sau đồng hồ.
  - Lượng nước tiêu thụ hợp pháp không qua đồng hồ và không có hóa đơn như: Lượng nước sử dụng cho các dịch vụ công không thu phí, lượng nước cung cấp cho các điểm dân cư bị chia cắt và nước vệ sinh trong trường hợp bão lụt.

**Bảng 2. Cân bằng nước trong mạng lưới cấp nước (Theo IWA)**

|                                   | Sử dụng có phép | Có thu phí                |  | Nước có thu   |  |
|-----------------------------------|-----------------|---------------------------|--|---------------|--|
|                                   |                 | Có đo đếm                 | Không đo đếm                                       |               |  |
| Tổng lượng nước cấp vào mạng lưới | Nước có phép    | Không thu phí             | Có đo đếm  | Nước thất thu |  |
|                                   |                 |                           | Không đo đếm                                       |               |  |
|                                   | Nước thất thoát | Thất thoát không đo rò rỉ | Sử dụng không phép                                 |               |  |
|                                   |                 |                           | Sai số của đồng hồ khách hàng<br>Xử lý số liệu sai |               |  |
|                                   |                 | Thất thoát do rò rỉ       | Rò rỉ trên đường ống truyền tải và mạng phân phối  |               |  |
|                                   |                 |                           | Rò rỉ và tràn từ các bể chứa dịch vụ               |               |  |
|                                   |                 |                           | Rò rỉ trên các đoạn đầu nối tới trước đồng hồ      |               |  |
|                                   |                 |                           |  |               |  |

- Nước thất thoát không do rò rỉ
  - Sai số của đồng hồ: Đồng hồ chưa kiểm định được; lượng nước qua đồng hồ vượt quá lưu lượng đo tối đa của đồng hồ; lượng nước thất thoát qua các đồng hồ không chạy; những đồng hồ đã lạc hậu hoặc hết hạn kiểm định nhưng vẫn được lắp đặt cho khách hàng; sai số do cân chỉnh đồng hồ.

- Lượng nước sử dụng qua các đầu nối bất hợp pháp, không qua đồng hồ đo đếm.
  - Sai sót trong quá trình ghi chỉ số và in hóa đơn. Sai số này bao gồm cả nhập sai chỉ số trong quá trình lập hóa đơn; ghi phỏng đoán chỉ số đo của đồng hồ.
- Nước thất thoát do rò rỉ, bao gồm:
  - Lượng nước bị rò rỉ qua các điểm bị sự cố trên tuyến ống truyền tải, phân phối, dịch vụ nhưng chưa phát hiện được.

## Nghiên cứu

- Lượng nước rò rỉ qua các điểm rò rỉ đã được phát hiện. Đây là lượng nước đo đếm được khi phát hiện ra các điểm chảy và được tính toán theo một khoảng thời gian nhất định. lượng nước này cũng bao gồm cả lượng nước thất thoát do các đơn vị thi công công trình hạ tầng kỹ thuật gây ra nhưng không được lập hóa đơn đền bù.

- Lượng nước chảy tràn tại các bể chứa trung gian trên mạng.

### **2.2. Các biện pháp giảm thiểu lượng nước không doanh thu**

#### *2.2.1. Đầu tư hạ tầng kỹ thuật hệ thống cấp nước*

Chọn tư vấn có năng lực; nhà thầu xây dựng có tiềm lực, kinh nghiệm để thực hiện các dự án đầu tư xây dựng công trình.

Giám sát chất lượng thi công, nghiệm thu chất lượng công trình chặt chẽ.

Vật liệu thay thế: Để an toàn cấp nước đảm bảo cho sự phát triển lâu dài thì vật liệu đường ống, vật tư phụ kiện phải tốt. Trong giai đoạn hiện nay điều kiện hiện tại các đô thị đều chủ yếu lựa chọn vật liệu ống gang dẻo và ống HDPE để cải tạo và mở rộng mạng lưới cấp nước. Đây là những ống có đặc tính kỹ thuật tốt, hạn chế được khả năng rò rỉ, thất thoát đường ống, mối nối và phù hợp để đề xuất lựa chọn cho các dự án chống thất thoát thất thu nước sạch.

Kiểm soát lưu lượng, áp lực trên mạng lưới thông qua việc sử dụng các thiết bị biến tần, hệ thống SCADA, các thiết bị truyền tín hiệu phù hợp, đồng bộ. Ngoài ra, lắp đặt các thiết bị giám sát, thiết bị phát hiện rò rỉ.

Lắp đồng hồ tổng ở nhà máy, các khu vực quản lý theo địa bàn, các cụm dân cư. Đồng hồ tổng nên dùng loại đồng hồ điện từ có chất lượng cao. Lắp đặt 100% đồng

hồ khách hàng. Chuyển 100% đồng hồ khách hàng ra sát chân tường hàng rào. Đồng hồ khách hàng chỉ nên sử dụng 1 đến 2 loại đồng hồ trên toàn bộ địa bàn. Chỉ sử dụng các loại đồng hồ có độ chính xác cao đã được kiểm định và trang bị các thiết bị kiểm định đồng hồ khách hàng.

#### *2.2.2. Đầu tư về quản lý vận hành*

Cần xây dựng bản đồ tổng thể mạng lưới cấp nước (vị trí, đường kính, chiều dài, độ sâu, năm lắp đặt của các đường ống; các phụ tùng van, khóa;...). Thường xuyên cập nhật các tuyến mới, tuyến được cải tạo.

Phát hiện kịp thời các công trình sự cố để có biện pháp sửa chữa hay thay thế. Định kì kiểm tra lượng clo dư trên đường ống phân phối để xác định chế độ xúc rửa và sự cố. Khi cần phát sinh cần phải lấy mẫu và phân tích nước xả cặn.

Duy trì chế độ công tác tối ưu phù hợp với điều kiện kinh tế kỹ thuật.

Thu thập các số liệu thực tế về lượng nước tiêu thụ ở từng khu vực làm cơ sở cho việc mô phỏng, tính toán thủy lực.

Duy trì công tác bảo trì, bảo dưỡng các thiết bị và đường ống, chủ động kiểm tra phát hiện và sửa chữa các điểm hỏng hóc, rò rỉ.

Xóa bỏ tình trạng các đồng hồ đo nước của khách hàng đấu trực tiếp vào đường ống truyền dẫn (cấp 1), đường ống phân phối (cấp 2).

Thành lập “Sổ tay kỹ thuật quản lý mạng lưới cấp nước”, “Sổ tay quản lý nước không doanh thu”, ghi chép cập nhật đầy đủ các thông tin, số liệu về mạng lưới như áp lực, lưu lượng, năm lắp đặt các đường ống.

Ngoài ra cần hoàn chỉnh hồ sơ khách hàng, hệ thống ghi thu đọc đồng hồ nước, hoàn chỉnh hệ thống tính toán phát hành hoá đơn thu tiền nước. Thường xuyên

kiểm tra đồng hồ khách hàng thông qua đội ghi thu, đội kiểm tra mạng lưới. Thực hiện đầy đủ công tác kiểm định và thay thế đồng hồ khách hàng theo chu kỳ 5 - 10 năm/lần tùy theo từng loại đồng hồ. Thực hiện việc hoán đổi tuyến đường ghi chỉ số của nhân viên.

### *2.2.3. Đầu tư đào tạo nguồn nhân lực*

Tổ chức các khóa huấn luyện đào tạo thực hành nội bộ về kỹ năng nghiệp vụ cho từng đối tượng công nhân: vận hành, sửa chữa, ghi thu.

Giả định kịch bản của các tình huống sự cố có thể xảy ra trên mạng lưới để thực hành phương án xử lý.

Luôn luôn thực hiện tốt việc chuẩn bị đầy đủ vật tư, máy móc thiết bị và nhân lực để sửa chữa nhanh chóng các sự cố gây thất thoát nước.

Thành lập tổ truyền thông, tuyên truyền vận động cộng đồng nâng cao ý thức sử dụng nước, chống lấy cắp, đục trộm để lấy nước, can thiệp làm sai lệch chỉ số đồng hồ. Lồng ghép chuyên đề chống thất thoát, thất thu nước sạch vào các hoạt động phong trào của Đoàn thanh niên, Hội phụ nữ, Ủy ban mặt trận tổ quốc ở các cấp. Tuyên truyền cho khách hàng thông qua nhân viên biên đọc, thu ngân, dịch vụ Internet (website), thông tin truyền thông (báo đài).

### *2.2.4. Phân vùng tách mạng*

Phân vùng, tách mạng bản chất là chia nhỏ mạng lưới cấp nước thành các khu vực nhỏ hơn để quản lý lưu lượng và áp lực, dò tìm, phát hiện rò rỉ, dựa trên lượng nước cấp vào khu vực và lượng nước tiêu thụ thực tế để kiểm soát lượng nước không doanh thu.

***Dựa trên lý thuyết và thực tế để kiểm soát được thất thoát nước, thường dựa trên cơ sở sau:***

• Phân cấp mạng lưới: các tuyến ống cấu thành mạng lưới tùy thuộc vào quy mô mạng lưới và cỡ ống thường chia thành hai cấp đối với mạng lưới nhỏ và ba cấp đối với mạng lưới lớn:

- Mạng lưới cấp I: Làm nhiệm vụ truyền dẫn và điều hòa áp lực vì có tổn thất áp lực nhỏ, độ chênh áp ở đầu và cuối ít.

- Mạng lưới cấp II: Dẫn và phân phối nước cho từng khu vực mạng, đưa nước vào mạng lưới cấp III.

- Mạng lưới cấp III: Là dạng mạng cụt, cung cấp nước đến đối tượng sử dụng nước. Tuyệt đối không đấu trực tiếp vào mạng lưới cấp I

• Dựa trên mạng lưới cấp nước hiện hữu của khu vực.

• Dựa trên kiến trúc đô thị, mạng giao thông hiện hữu của khu vực.

• Phân bố dân cư.

• Dựa trên cơ sở phân tích thủy lực mạng lưới

### ***Nguyên tắc thiết lập:***

- Chia mạng lưới thành nhiều khu vực;

- Các vùng cấp nước lớn (DMZ - District Metered Zone) có từ 2000 đầu nối trở lên, việc phân chia mạng lưới thành các DMZ dùng để quản lý lưu lượng và áp lực, là tiền đề cho phân vùng DMA.

- Các khu vực cấp nước - tiểu vùng cấp nước (DMA - District Metered Area) có từ 500 đến 1500 đồng hồ, việc phân chia DMZ thành các DMA giúp dễ quản lý mạng lưới, quản lý lưu lượng và áp lực, theo dõi kiểm tra tỷ lệ thất thoát qua công tác dò tìm rò rỉ.

- Chỉ lấy nước tại một đến hai điểm cấp cho vùng đã phân chia.

- Một khu vực đồng hồ tổng phục vụ khoảng 500 - 3000 hộ tiêu thụ.

## Nghiên cứu

- Thiết lập các thiết bị kiểm soát lưu lượng và áp lực vào các khu vực đồng hồ tổng.

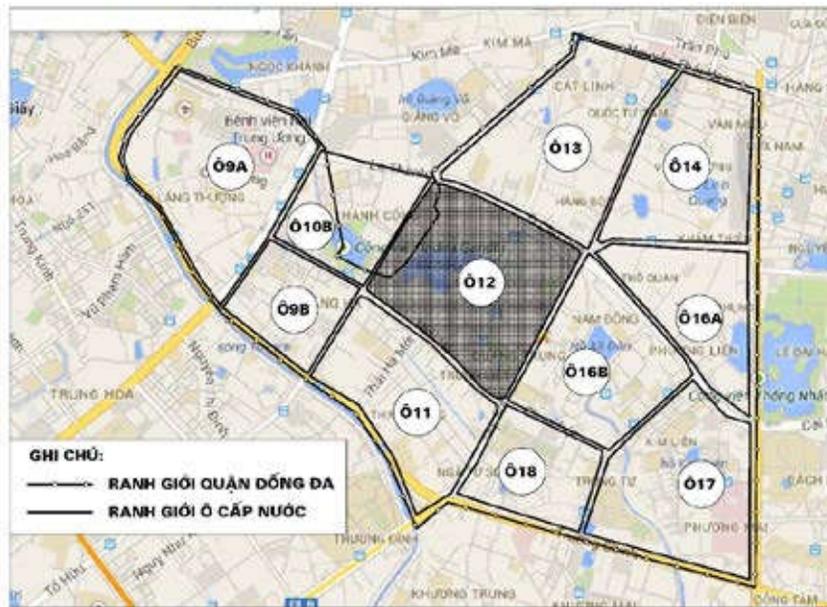
### **3. Đề xuất các biện pháp giảm thiểu lượng nước không doanh thu cho Ô 12**

#### **3.1. Hiện trạng hệ thống cấp nước Ô 12**

Ô 12 được giới hạn bởi các tuyến phố: Đê La Thành - Láng Hạ - Thái Hà - Tây Sơn - Nguyễn Lương Bằng, gồm khu

dân cư thuộc các phường Ô Chợ Dừa, Quang Trung, Trung Liệt, quận Đống Đa và phường Thành Công, quận Ba Đình.

Ô 12 có diện tích khoảng 15 ha, dân số khoảng 40000 người (chưa kể các trường Đại học, Phổ thông trung học, Tiểu học,...). Đây là khu vực với địa bàn rộng và có nhiều biến động về dân số, tốc độ xây dựng cao. Khu vực Ô 12 có 9401 khách hàng, trong đó có 9260 khách hàng tư nhân và 141 khách hàng cơ quan.



**Hình 2: Ranh giới Ô 12 trong khu vực Đống Đa**

Nguồn cấp nước khu vực thuộc Ô 12 Đống Đa từ các nguồn cấp nước chính là nguồn từ Nhà máy nước Ngô Sỹ Liên, nhà máy nước Mai Dịch và nguồn Sông Đà qua điểm đầu BigC qua các tuyến ống truyền dẫn: DN600 phố Tây Sơn - Nguyễn Lương Bằng, DN400 phố Thái Hà, DN400 phố Láng Hạ và DN400 phố Đê La Thành.

Mạng lưới đường ống phân phối là các tuyến ống gang DN100-G, DN150-G, DN200-G được lắp đặt trong các dự án khác nhau, trong nhiều giai đoạn khác nhau, từ những năm 2001, 2002, 2005, 2006,... Có một số tuyến ống DN100-DI phố Ô Chợ Dừa mới được đầu tư năm

2013 sau khi đường Ô Chợ Dừa được làm và DN200 đường Hoàng Cầu (chiếm 8%), đặc biệt còn một số tuyến ống DN90-PVC, DN110-PVC.

Các tuyến ống dịch vụ nhựa DN63.PEH, DN50.PEH cấp nước cho các hộ được lắp đặt cũng trên 10 năm, có nhiều đoạn ống nằm sâu dưới nền bê tông, cống thoát nước,...do quá trình đô thị hóa, nhu cầu cấp nước tăng nên các tuyến ống không đủ khả năng cấp nước ngày một cao. Các tuyến ống dùng để đầu nối cụm đồng hồ cấp nước cho các khách hàng là ống nhựa HDPE có đường kính D32,25 với chất lượng còn nhiều hạn chế.

Trong năm 2017, theo thống kê của xí nghiệp kinh doanh nước sạch Đống Đa từ tháng 01 đến tháng 09, khu vực Ô 12 đã có 52 điểm vỡ trên ống dịch vụ DN50 - 63.

**Bảng 3. Bảng thống kê đồng hồ, áp lực, nguồn cấp nước vào Ô 12**

| TT | Tên đồng hồ  | Đường kính (mm) | Loại đồng hồ | Vị trí Đồng hồ                    | Nước cấp m <sup>3</sup> /ngày | Hmax (m) | Hmin (m) | Nguồn cấp nước                         |
|----|--------------|-----------------|--------------|-----------------------------------|-------------------------------|----------|----------|--|
| 1  | DD89         | DN200           | Cơ           | Đường La Thành - Hoàng Cầu        | 750                           | 4        | 0.5      | NMN Mai Dịch                           |
| 2  | DD59         | DN200           | Từ           | Đường La Thành - Nguyễn Phúc Lai  | 1.700                         | 5        | 0.5      | NMN Mai Dịch                           |
| 3  | DD58         | DN200           | Từ           | Ngõ 29 Láng Hạ                    | 2.500                         | 5        | 1        | NMN sông Đà qua đồng hồ tổng DD10 BigC |
| 4  | DN100 - VPCC | DN40            | Cơ           | Ngõ 217 đường La Thành            | 60                            | 5        | 2        | NMN sông Đà                            |
| 5  | DD63         | DN200           | Từ           | Phố Ô Chợ Dừa - Nguyễn Lương Bằng | 1.000                         | 7        | 3        | NMN Ngõ Sỹ Liên                        |
| 6  | DD57         | DN200           | Từ           | N20 - Tây Sơn                     | 1.700                         | 5        | 0.5      | NMN Ngõ Sỹ Liên                        |
| 7  | DD62         | DN200           | Từ           | Tây Sơn - Đặng Tiến Đông          | 1.200                         | 5        | 2        | NMN Ngõ Sỹ Liên                        |
| 8  | DD61         | DN200           | Từ           | Thái Hà - Trung Liệt              | 1.100                         | 4        | 1.5      | NMN Ngõ Sỹ Liên                        |
| 9  | DD60         | DN200           | Từ           | Cầu Thái Hà                       | 1.700                         | 4        | 1        | NMN Ngõ Sỹ Liên                        |

Theo thống kê của xí nghiệp kinh doanh nước sạch Đống Đa có 9.408 đồng hồ được lắp đặt cho khách hàng là hộ gia đình, cơ sở kinh doanh thương mại dịch vụ và cơ quan văn phòng. Tuổi thọ của các đồng hồ khoảng 6 - 7 năm và được kiểm định, thay thế theo các quy định phù hợp.

**Bảng 4. Lưu lượng nước sử dụng của Ô 12 trong 6 tháng đầu năm 2018**

| Tháng             | Lưu lượng nước (m <sup>3</sup> /ngđ) |              |            |              |              |            |              |              |           |
|-------------------|--------------------------------------|--------------|------------|--------------|--------------|------------|--------------|--------------|-----------|
|                   | DD58                                 | DD59         | DD89       | DD57         | DD62         | DD 61      | DD60         | DD63         | Cơ VPCC   |
| Tháng 1           | 2.858                                | 1.410        | 740        | 1.543        | 1.675        | 992        | 1.414        | 1.462        | 26        |
| Tháng 2           | 2.768                                | 1.395        | 650        | 1.551        | 1.581        | 983        | 1.232        | 1.621        | 29        |
| Tháng 3           | 2.642                                | 1.389        | 854        | 1.491        | 1.589        | 903        | 1.364        | 1.541        | 8         |
| Tháng 4           | 2.759                                | 1.444        | 680        | 1.539        | 1.616        | 942        | 1.457        | 1.207        | 22        |
| Tháng 5           | 2.747                                | 1.442        | 704        | 1.560        | 1.649        | 943        | 1.791        | 1.309        | 20        |
| Tháng 6           | 2.733                                | 1.620        | 785        | 1.571        | 1.465        | 1.067      | 1.812        | 1.231        | 31        |
| <b>Trung bình</b> | <b>2.751</b>                         | <b>1.450</b> | <b>736</b> | <b>1.543</b> | <b>1.596</b> | <b>972</b> | <b>1.512</b> | <b>1.395</b> | <b>23</b> |

*Nguồn: Công ty TNHH MTV nước sạch Hà Nội, 2018*

## Nghiên cứu

### **3.2. Nguyên nhân tạo nên lượng nước không doanh thu tại Ô 12**

Tuyến ống dịch vụ PEH được lắp đặt từ năm 2001 trong dự án cũ (chiếm khoảng 30% - 40%) dưới tác động mạnh của ngoại lực khả năng rủi ro gãy, đập ống rất lớn.

Cơ sở hạ tầng trong khu vực đã được nhiều lần nâng cấp cải tạo: lắp đặt đường cáp điện, cáp bu điện, cống thoát nước, tôn nền đường, cống hóa,... Cơ sở hạ tầng này phần lớn được xây dựng sau do đó có nhiều vị trí xây đè lên tuyến ống cấp nước gây hư hỏng, rò rỉ và rất khó phát hiện để sửa chữa. Nhiều cụm đồng hồ nằm sâu dưới cốt đường hiện trạng nên công tác ghi thu cũng rất khó khăn.

Khách hàng trong khu vực 100% đã lắp đặt đồng hồ, theo số liệu của xí nghiệp kinh doanh nước sạch Đống Đa cung cấp vẫn còn khoảng 170 đồng hồ khách hàng đặt trong nhà nên công tác thanh kiểm tra đồng hồ, ghi đọc rất khó khăn. Bên cạnh đó nhiều chủng loại đồng hồ đo nước được sử dụng và số lượng đồng hồ đã đến thời kỳ thay thế định kỳ là 1748 cái (chiếm 18.6%).

Áp lực nguồn cấp vào khu vực Ô 12 Đống Đa rất thấp, theo báo cáo của xí nghiệp kinh doanh nước sạch Đống Đa, tùy từng vị trí đồng hồ tổng  $H_{\max} = 4 - 7\text{m}$ ,  $H_{\min} = 0,5 - 3\text{m}$  dẫn đến việc vận hành mạng lưới cấp nước để đảm bảo cấp vào một số khu vực là hết sức khó khăn, một số khu vực như Hoàng Cầu, Ngõ 16, 34 Hoàng Cầu, Ngõ 75, 85, 86 Trần Quang Diệu thường xuyên xảy ra tình trạng thiếu nước.

Qua tình hình thực tế hiện trạng tỷ lệ thu được tiền là 56,19 - 67,15% hay tỷ lệ thất thoát là 32,85 - 43,81% của khu vực 1, 2 Ô 12 Đống Đa cho thấy mạng lưới đường ống cấp nước hiện nay đã xuống cấp.

Ô 12 Đống Đa có nhiều đối tượng sử dụng nước, các đối tượng tiêu thụ nước

cho mục đích thương mại - dịch vụ tăng giảm không đều do bị phụ thuộc vào số lượng khách hàng. Tỷ lệ thất thu từ nhóm đối tượng tiêu thụ nước cỡ nhỏ khá cao trong khi tại khu vực Ô 12 đây là nhóm khách hàng chiếm tỷ lệ lớn. 98,4% khách hàng của Ô 12 là tư nhân - sinh hoạt và kinh doanh dịch vụ, do đó đây là đối tượng chính cần kiểm soát để giảm thiểu thất thu.

Ngoài ra, một số nguyên nhân dẫn đến lượng nước không doanh thu có thể kể đến như:

+ Sai số do đồng hồ, sai số trong quá trình đọc số đồng hồ, tính hóa đơn.

+ Để khách hàng ăn cắp nước (lấy nước trước đồng hồ, tác động để đồng hồ quay chậm; móc ngoặc với nhân viên ghi số lượng sử dụng nước thấp hơn thực tế).

+ Quản lý mạng chưa tốt: cập nhật lưu trữ dữ liệu mạng lưới chưa đầy đủ; thất lạc hồ sơ, dữ liệu gây khó khăn trong việc tìm kiếm, tra cứu.

+ Số liệu ghi chép về áp lực và lưu lượng trên mạng lưới và các trạm bơm không thường xuyên, không đầy đủ, thiếu chính xác và không thống nhất.

+ Thiếu sự phối hợp giữa vận hành trạm bơm và mạng lưới, không thống nhất được chế độ vận hành phù hợp theo nhu cầu sử dụng.

+ Cán bộ, nhân viên không tuân thủ trong vận hành điều hòa áp lực và lưu lượng dẫn đến có sự chênh lệch về áp lực mạng lưới. Không kiểm soát được áp lực mạng và nguy cơ tăng tỷ lệ thất thoát do áp lực quá cao.

+ Không được trang bị các phần mềm quản lý như GIS, phần mềm quản lý tài sản, phần mềm mô phỏng thủy lực mạng lưới cấp nước.

+ Không được trang bị các thiết bị dò tìm rò rỉ; hoặc chỉ được trang bị các thiết

bị dò tìm rò rỉ đơn giản có độ chính xác không cao.

### **3.3. Đề xuất các giải pháp giảm thiểu lượng nước không doanh thu cho Ô 12**

#### **3.3.1. Cải tạo mạng lưới và thay thế đồng hồ khách hàng**

Có thể thấy lượng nước thất thoát chủ yếu là do rò rỉ và nguyên nhân chủ yếu là do mạng lưới cấp nước cũ chưa được thay thế cải tạo, vật liệu đường ống chủ yếu là ống thép đã cũ.

Trong khu vực Ô 12 hiện nay chưa thực hiện thí điểm cải tạo một khu vực nhất định để đưa ra tỷ lệ thay thế, sửa chữa mạng lưới. Trong khi đó Ô 13 giáp Ô 12 có một số điểm tương đồng như: cùng được đầu tư cải tạo hệ thống cấp nước năm 2002, ống phân phối chủ yếu sử dụng ống gang xám, ống dịch vụ và ống cấp nước vào nhà là ống PEH, cùng trải qua các đợt dự án thi công hạ tầng, công trình ngầm,... đã được cải tạo và đạt được hiệu quả cao trong giảm thiểu lượng nước thất thoát.

Thay thế đồng hồ khách hàng kết hợp thay thế ống DN25-PEH (DN32) cấp nước vào nhà đối với các dây dịch vụ. Đối với khách hàng có kế hoạch thay thế đồng hồ định kỳ, tiến hành thay thế đồng hồ và ống DN25 (DN32) PEH. Đối với khách hàng không thuộc kế hoạch thay thế đồng hồ định kỳ, tiến hành thay ống DN25 (DN32) PEH.

Thay thế toàn bộ ống dịch vụ và ống cấp nước vào nhà bằng ống PPR.

#### **3.3.2. Duy trì mức rò rỉ thấp**

Khảo sát định kỳ từng phần của mạng lưới: Nghe rò rỉ từng phần của mạng lưới và các phụ kiện; cách ly từng phần để kiểm tra rò rỉ vào ban đêm; sử dụng cụm các thiết bị ghi tiếng ồn. Theo

đôi rò rỉ: theo dõi lưu lượng trong các khu vực được cách ly để xác định rò rỉ.

Công tác thanh kiểm tra của công ty cần được đẩy mạnh. Công tác thanh kiểm tra không chỉ được thực hiện bởi xí nghiệp kinh doanh nước sạch mà cần có sự phối hợp của nhân dân của các tổ chức chính trị, xã hội trên địa bàn như tổ dân phố, công an phường, hội phụ nữ, khuyến khích sự tham gia của nhân dân trong công tác chống rò rỉ,... Đi đôi với công tác thanh kiểm tra là chế tài xử lý vi phạm nghiêm ngặt.

#### **3.3.3. Phân vùng tách mạng**

Ô 12 là một vùng cấp nước trong khu vực do xí nghiệp kinh doanh nước sạch Đống Đa quản lý và được chia thành 2 khu vực.

##### **▪ Khu vực 1:**

Ranh giới Khu vực 1 giới hạn bởi: phố Đê La Thành - phố Láng Hạ - phố Thái Hà - khu vực bãi rác Thành Công - phố Mai Anh Tuấn thuộc địa giới hành chính các phường Ô Chợ Dừa, Trung Liệt quận Đống Đa và phường Thành Công quận Ba Đình.

Tại vị trí đồng hồ DD60 lắp thêm đồng hồ DN150-cơ kiểm soát lưu lượng vào Khu vực 1.

##### **▪ Khu vực 2**

Ranh giới Khu vực 2 giới hạn bởi: phố Đê La Thành - phố Nguyễn Lương Bằng - phố Tây Sơn - phố Thái Hà - phố Hoàng Cầu - phố Mai Anh Tuấn - phố Ô Chợ Dừa thuộc địa giới hành chính các phường Ô Chợ Dừa, phường Quang Trung, phường Trung Liệt quận Đống Đa.

***Nghiên cứu***



**Hình 3: Phương án phân chia khu vực Ô 12**

**Bảng 5. Nhu cầu dùng nước cho các khu vực năm 2020**

| TT          | Tên khu vực | Dân số        | Số hộ dùng nước | Sinh hoạt    | Khách vãng lai | DVCcộng+ K.Doanh | m <sup>3</sup> /ng |              |                 |                  |
|-------------|-------------|---------------|-----------------|--------------|----------------|------------------|--------------------|--------------|-----------------|------------------|
|             |             |               |                 |              |                |                  | Q <sub>tổng</sub>  | Thất thoát   | Q <sub>tb</sub> | Q <sub>max</sub> |
| 1           | Khu vực 1   | 17.172        | 4.209           | 2.919        | 72             | 1.022            | 4.013              | 803          | 4.816           | 5.414            |
| 2           | Khu vực 2   | 25.176        | 6.171           | 4.280        | 106            | 1.498            | 5.884              | 1.177        | 7.060           | 7.938            |
| <b>Tổng</b> |             | <b>17.172</b> | <b>10.379</b>   | <b>7.199</b> | <b>178</b>     | <b>2.520</b>     | <b>9.897</b>       | <b>1.979</b> | <b>11.876</b>   | <b>13.352</b>    |

Sử dụng phần mềm tính toán thủy lực tuyến ống EPANET để mô phỏng mạng lưới nước, tính toán thủy lực, chi phí năng lượng điện, lượng hóa chất trong đường ống,... Kết quả thông số mạng lưới được Epanet tính toán sẽ chuyển thành dữ liệu GIS, ví dụ như đường kính cống, vật liệu, áp lực tại các nút trên mạng lưới,... từ đó kết hợp với các phần mềm khác để quản lý thông tin mạng lưới (như ArcGIS, ArcView cung cấp thông tin địa lý cho từng ống và các thiết bị trên mạng lưới như vị trí, thời gian lắp đặt, đặc tính kỹ thuật,...).

Kết quả tính toán cho thấy, với phương án phân chia khu vực như phương án đề xuất, mạng lưới đường ống cấp nước đảm bảo cấp nước với nhu cầu tăng (170 l/người.ngđ) đến toàn bộ khách hàng trong khu vực (cấp vào bể chứa ngầm hộ khách hàng)

Một số điểm bất lợi trong khu vực hiện đang khó khăn về tình hình cấp nước có áp lực như sau:

Khu vực 1:

- Nút J41, áp lực dư đạt 4,22 m (đầu ngõ 271 Đê La Thành).

- Nút J155, áp lực dư đạt 4,4 m (ngã DD60, DD61: 0,8kG/cm<sup>2</sup>; đồng hồ DD57, tur Đê La Thành - Hoàng Cầu). DD62: 0,9 kG/cm<sup>2</sup>.

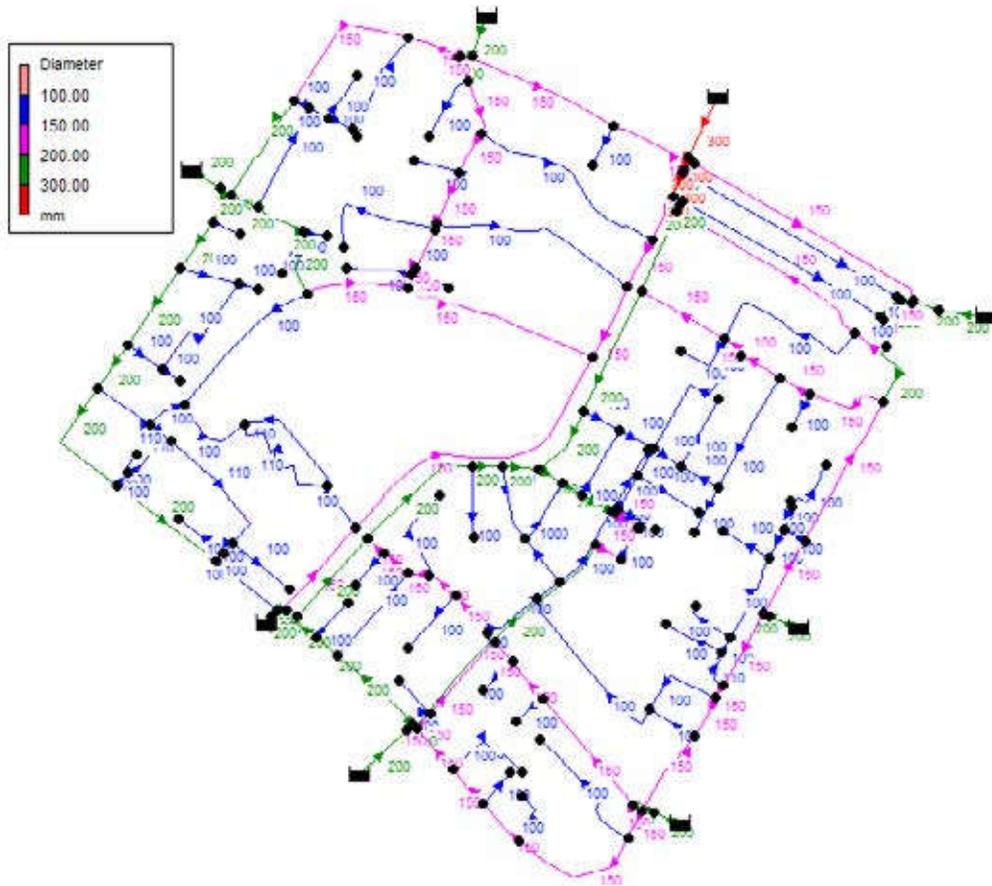
Khu vực 2:

- Nút J76, áp lực dư đạt 5,73 m (cuối ngách 51/10 ngõ 53 Hoàng Cầu).

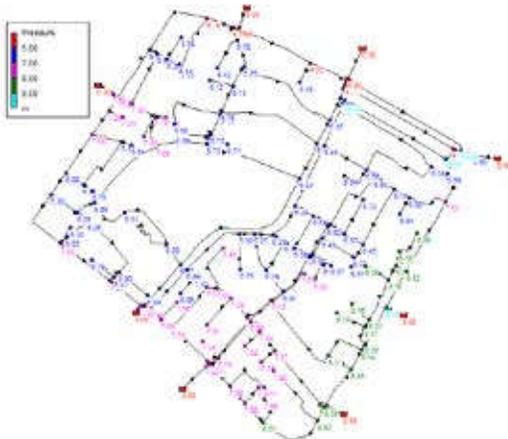
- Áp lực tại điểm nguồn (dự kiến):  
đồng hồ DD63: 0,7 kG/cm<sup>2</sup>; đồng hồ

**Bảng 6. Các thông số về lưu lượng và áp lực nước qua các ống phân phối**

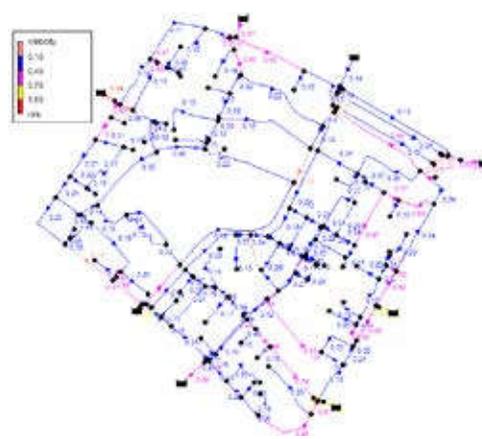
| Tên ống  | Nút 1 | Nút 2 | Chiều dài m | Đường kính mm | Hệ số nhám | Lưu lượng l/s | Vận tốc m/s | Tổn thất áp lực đơn vị m/km | Tổn thất áp lực m |
|----------|-------|-------|-------------|---------------|------------|---------------|-------------|-----------------------------|-------------------|
| Ống P1   | J1    | J2    | 40          | 100           | 110        | 1             | 0,13        | 0,37                        | 0,0148            |
| Ống P2   | J3    | J4    | 70          | 100           | 110        | 2,61          | 0,33        | 2,16                        | 0,1512            |
| Ống P3   | J5    | J3    | 71          | 100           | 110        | 2,48          | 0,32        | 1,96                        | 0,1392            |
| Ống P4   | J6    | J7    | 23          | 200           | 110        | 12,17         | 0,39        | 1,28                        | 0,0294            |
| Ống P5   | J8    | J6    | 24          | 200           | 110        | 19,85         | 0,63        | 3,16                        | 0,0758            |
| ....     |       |       |             |               |            |               |             |                             |                   |
| Ống P30  | J14   | J38   | 53          | 100           | 110        | 1             | 0,13        | 0,37                        | 0,0196            |
| Ống P31  | J39   | J40   | 30          | 200           | 110        | 1,19          | 0,04        | 0,02                        | 0,0006            |
| Ống P32  | J41   | J42   | 78          | 100           | 110        | 1,2           | 0,15        | 0,51                        | 0,0398            |
| Ống P33  | J43   | J44   | 117         | 100           | 110        | 1,1           | 0,14        | 0,44                        | 0,0515            |
| Ống P34  | J45   | J16   | 276         | 150           | 110        | 1,89          | 0,11        | 0,16                        | 0,0442            |
| Ống P35  | J46   | J45   | 97          | 150           | 110        | 1,91          | 0,11        | 0,17                        | 0,0165            |
| .....    |       |       |             |               |            |               |             |                             |                   |
| Ống P75  | J81   | J84   | 99          | 100           | 110        | 2,06          | 0,26        | 1,39                        | 0,1376            |
| Ống P76  | J85   | J81   | 135         | 100           | 110        | 0,78          | 0,1         | 0,23                        | 0,0311            |
| Ống P77  | J84   | J71   | 158         | 100           | 110        | 2,1           | 0,27        | 1,44                        | 0,2275            |
| Ống P78  | J86   | J84   | 47          | 100           | 110        | 4,26          | 0,54        | 5,35                        | 0,2515            |
| Ống P79  | J64   | J86   | 109         | 100           | 110        | 1,46          | 0,19        | 0,74                        | 0,0807            |
| Ống P80  | J87   | J88   | 62          | 100           | 110        | 1,6           | 0,2         | 0,87                        | 0,0539            |
| .....    |       |       |             |               |            |               |             |                             |                   |
| Ống P120 | J59   | J119  | 76          | 100           | 110        | 1,2           | 0,15        | 0,51                        | 0,0388            |
| Ống P121 | J120  | J61   | 192         | 100           | 110        | 1,65          | 0,21        | 0,93                        | 0,1786            |
| Ống P122 | J121  | J122  | 84          | 100           | 110        | 1             | 0,13        | 0,37                        | 0,0311            |
| Ống P123 | J123  | J124  | 72          | 100           | 110        | 1             | 0,13        | 0,37                        | 0,0266            |
| Ống P124 | J89   | J125  | 465         | 200           | 110        | 3,7           | 0,12        | 0,14                        | 0,0651            |
| Ống P125 | J126  | J127  | 15          | 200           | 110        | 15,3          | 0,49        | 1,95                        | 0,0293            |
| .....    |       |       |             |               |            |               |             |                             |                   |
| Ống P187 | J157  | J100  | 76          | 150           | 110        | 2,27          | 0,13        | 0,23                        | 0,0175            |
| Ống P188 | J158  | J157  | 10          | 150           | 110        | 3,47          | 0,2         | 0,51                        | 0,0051            |
| Ống P189 | J159  | J158  | 99          | 150           | 110        | 4,9           | 0,28        | 0,96                        | 0,095             |
| Ống P190 | J154  | J159  | 79          | 150           | 110        | 5,9           | 0,33        | 1,36                        | 0,1074            |
| Ống P191 | J162  | J154  | 99          | 150           | 110        | 7,65          | 0,43        | 2,19                        | 0,2168            |
| Ống P192 | J33   | J162  | 46          | 150           | 110        | 8,75          | 0,49        | 2,81                        | 0,1293            |
| Ống P193 | J46   | J33   | 4           | 150           | 110        | 9,22          | 0,52        | 3,1                         | 0,0124            |
| Ống P194 | J40   | 10    | 474         | 150           | 110        | 2,1           | 0,12        | 0,2                         | 0,0948            |



**Hình 4: Mặt bằng tuyến ống phân phối Ô12**



**Hình 5: Áp lực tự do tại Ô 12**



**Hình 6: Vận tốc ống phân phối tại Ô 12**

Dựa trên kết quả tính toán thủy lực ta có một số nhận xét:

So với hiện trạng trước khi phân vùng, do cấu trúc mạng lưới không thay đổi, việc bổ sung thêm đồng hồ tổng nhằm phân lập hoàn toàn lưu lượng nước cấp

cho 2 vùng; khi nhu cầu dùng nước tăng, có sự điều chỉnh tăng lưu lượng và áp lực tương ứng của các nguồn cấp vào qua các đồng hồ tổng. Do vậy áp lực tại các điểm cuối mạng lưới tăng lên áp ứng nhu cầu dùng nước và sự chênh lệch áp lực giữa

các điểm tiêu thụ nước gần nhau là không đáng kể, đặc biệt là ở các ống đường kính tương đương.

Sự phân bố dân cư không đồng đều giữa 2 khu vực không ảnh hưởng đến lưu lượng và áp lực cấp nước, khu vực 2 có dân số lớn gấp 1,47 lần khu vực 1 nhưng đồng thời cũng có lượng ống phân phối lớn gấp 1,53 lần.

Các đoạn ống có vận tốc từ 0,1 m/s - 0,8 m/s, các đoạn có vận tốc nhỏ thường là các ống cụt cấp nước cho cụm dân cư.

### 3.3.4. Hiệu quả của các giải pháp

#### ▪ Hiệu quả kinh tế

- Hiện trạng:

+ Lượng nước cấp vào khu vực Ô 12 Đống Đa là: 369.944 m<sup>3</sup>/tháng

+ Lượng nước thu được tiền: 226.107 m<sup>3</sup>/tháng (chiếm tỷ lệ 61,12%, thất thoát 39,88%)

- Sau khi thực hiện các biện pháp giảm lượng nước không doanh thu:

+ Nhu cầu thực tế của khu vực Ô12 (lượng nước thu được tiền): 226.107 m<sup>3</sup>/tháng

+ Lượng nước cần thiết cấp cho khu vực Ô12 là: 226.107 x 100/85 = 266.008 m<sup>3</sup>/tháng

+ Sau khi thực hiện đầu tư, chất lượng nước cũng như khả năng cung cấp nước tại khu vực Ô 12 sẽ tăng lên kéo theo nhu cầu dùng nước cũng sẽ tăng, dự kiến nhu cầu sử dụng nước sẽ tăng từ 5 - 10%. Lượng nước cần thiết cấp vào khu vực dự án cũng tăng ~ 10% và có giá trị là:

266.008 m<sup>3</sup>/tháng x 1.1 = 292.609 m<sup>3</sup>/tháng

+ Lượng nước thu được tiền tăng thêm:

292.609 x 85% - 226.107 = 66.502 m<sup>3</sup>/tháng

+ Doanh thu khu vực Ô 12 sẽ tăng: (giá bán nước bình quân của XN KDNS Đống Đa từ tháng 1 đến tháng 8 năm 2019 là 9.110 đồng/m<sup>3</sup>):

66.502 x 9.110 = 605.832.725 đồng/tháng

+ Lượng nước tiết kiệm từ việc giảm lượng nước cấp vào khu vực Ô 12:

369.944 - 292.609 = 77.336 m<sup>3</sup>/tháng

▪ Hiệu quả xã hội

Áp dụng các biện pháp giảm thiểu lượng nước không doanh thu cho Ô 12 Đống Đa tạo điều kiện cung cấp nước đủ về khối lượng và đảm bảo về chất lượng cho nhân dân. Bên cạnh đó các biện pháp trên cũng góp phần giải quyết các vấn đề về vệ sinh môi trường, làm giảm đáng kể các nguyên nhân gây dịch bệnh do chất lượng nguồn nước từ đó nâng cao chất lượng dịch vụ cấp sinh hoạt, tạo tâm lý ổn định cho nhân dân.

## 4. Kết luận

Tỷ lệ nước thu được tiền của Ô 12 Đống Đa hiện nay là 56,19% - 67,15% tương ứng với tỷ lệ thất thoát thất thu từ 32,85% - 43,81% do mạng lưới đường ống phân phối và dịch vụ đã xuống cấp gây thất thoát rò rỉ, sai số đồng hồ đo và các đối tượng tiêu thụ nước sạch gây thất thu. Qua việc phân chia Ô 12 thành 2 vùng, tính toán kiểm tra thủy lực cho phương án phân chia này thì tỷ lệ nước thu được tiền khu vực Ô 12 sẽ có thể tăng từ 56,19% - 67,15% lên trên 85%, đạt mục tiêu giảm tỷ lệ thất thoát thất thu, nâng tỷ lệ thu tiền do Công ty Nước sạch Hà Nội đề ra. Ngoài ra, để thực hiện điều này cần có mạng lưới cấp nước chất lượng tốt các tuyến ống kém chất lượng cần được thay thế. Bên cạnh đó là các biện pháp duy trì rò rỉ thấp như các biện pháp chống rò rỉ chủ động, nâng cao công tác thanh

## Nghiên cứu

kiểm tra mạng lưới, xây dựng các chế tài xử lý vi phạm, khuyến khích sự tham gia của nhân dân, nâng cao ý thức, kỹ năng của cán bộ công nhân viên trong công ty tham gia công tác phát hiện và chống rò rỉ thất thoát.

### **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

[1]. Quyết định 2147/QĐ- TTg ngày 24/11/2010 của Thủ tướng chính phủ. *Phê duyệt Chương trình quốc gia chống thất thoát, thất thu nước sạch đến năm 2025*.

[2]. Công ty TNHH MTV nước sạch Hà Nội (2017). *Quy trình quản lý mạng lưới, khách hàng, trạm bơm tăng áp*.

[3]. Công ty TNHH MTV nước sạch Hà Nội (2014). *Thuyết minh thiết kế cơ sở dự án “Cải tạo nâng cấp mạng lưới cấp nước và chống thất thoát thất thu khu vực còn lại (1,2 và 4) Ô 13, quận Đống Đa”*.

[4]. Công ty CP Nước và Môi trường Việt Nam Viwase (2011). *Quy hoạch cấp nước thủ đô Hà Nội đến năm 2030, tầm nhìn 2050*.

[5]. TCVN 5576 - 1991. *Quy phạm quản lý kỹ thuật - Hệ thống cấp thoát nước*.

[6]. TCVN 76 - 1979. *Quy trình quản lý kỹ thuật trong vận hành các hệ thống cung cấp nước*.

[7]. Chi hội cấp nước miền Nam (2011). *Báo cáo của nhóm nghiên cứu phân vùng tách mạng giảm thất thoát, thất thu tại các tỉnh phía Nam*.

[8]. Trần Hiếu Nhuệ, Trần Đức Hạ (1998). *Cấp thoát nước*, NXB Khoa học và kỹ thuật Hà Nội.

[9]. Võ Anh Tuấn (2013). *Nghiên cứu giải pháp kỹ thuật - công nghệ nhằm chống thất thoát nước cho hệ thống cung cấp nước sạch TP.HCM*. Tập 18, số M1 - 2014, Tạp chí phát triển KH&CN.

[10]. Trần Nam Cường (2008). *Ứng dụng SCADA vào phòng chống rò rỉ nước trong mạng lưới cấp nước*. NXB Đại học Xây dựng.

[11]. Trịnh Ba Duy (2013). *Nghiên cứu, đề xuất giải pháp chống thất thoát, thất thu tại khu vực 1, Ô 22A quận Hoàn Kiếm, Hà Nội*. Luận văn cao học, Đại học Xây dựng.

[12]. Võ Anh Tuấn (2014). *Nghiên cứu xác nhận nguyên nhân và đề xuất các giải pháp giảm thiểu thất thoát nước sạch cho hệ thống cấp nước đô thị thành phố Hồ Chí Minh*. Luận văn án tiến sĩ kỹ thuật, Viện Môi trường và Tài nguyên, Đại học Quốc gia TP Hồ Chí Minh, TP Hồ Chí Minh.

BBT nhận bài: 15/10/2020; Phản biện xong: 23/11/2020; Chấp nhận đăng: 15/12/2020