

### NGHIÊN CỨU CÁC GIẢI PHÁP PHÂN PHỐI NƯỚC ĐỀU NHẪM CẢI THIỆN DỊCH VỤ CẤP NƯỚC TẠI THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

Bùi Xuân Khoa<sup>1</sup>

Lý Thành Tài<sup>2</sup>

**Tóm tắt:** Mạng lưới cấp nước ở thành phố Hồ Chí Minh (TPHCM) được xây dựng đã lâu, có mạng lưới cấp nước lớn, kéo dài, gặp khó khăn trong việc cung cấp nước và đảm bảo áp lực trên mạng lưới. Áp lực đầu và cuối mạng lưới chênh lệch lớn. Hệ thống cấp nước của TPHCM hiện tại cung cấp nước cho người dân với mức dịch vụ cấp nước thấp và thường xuyên bị gián đoạn, khách hàng thường phải làm nhiều cách như xây bể chứa ngầm, lắp máy bơm từ ống phân phối hoặc làm bể trữ nước trong nhà để đảm bảo lưu lượng và áp lực, tình trạng này dẫn tới sự lãng phí đáng kể về kinh tế xã hội. Ngoài ra, với áp lực nước thấp trên mạng lưới còn gây tác động không tốt tới chất lượng nước cũng như công tác chữa cháy. Nghiên cứu này trình bày các giải pháp, mô hình cấp nước phân phối nước đều, nhằm ổn định về lưu lượng nước và áp lực nước nhằm hướng đến mục tiêu cải thiện dịch vụ cấp nước của TPHCM theo hướng bền vững.

**Từ khóa:** phân phối nước đều, dịch vụ cấp nước, waterGems, thành phố Hồ Chí Minh

#### 1. TỔNG QUAN

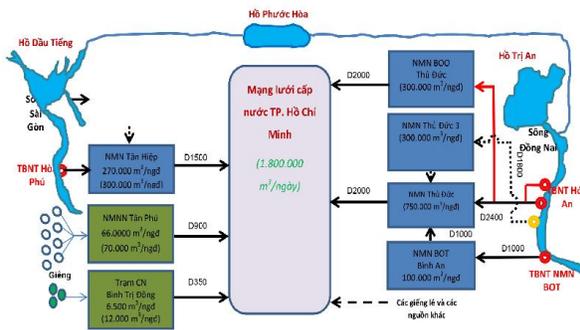
Hệ thống cấp nước thành phố Hồ Chí Minh tiền thân là hệ thống cấp nước Sài Gòn được xây dựng từ thời Pháp thuộc những năm 1880. Trải qua nhiều giai đoạn phát triển, đến nay đã trở thành một trong những hệ thống cấp nước có quy mô lớn nhất Việt Nam có nhiệm vụ khai thác, sản xuất và cung cấp nước sạch cho hơn 10 triệu dân (tính cả dân số vãng lai) của toàn bộ khu vực thành phố Hồ Chí Minh với tổng công suất nước sạch khoảng trên 1.800.000 m<sup>3</sup>/ngày đêm vào năm 2015 (SAWACO, 2015), quy hoạch đến năm 2025 mạng lưới cấp nước phải cung cấp cho TPHCM 3.500.000 m<sup>3</sup>/ngày đêm (VIWASE, 2012). Cấu trúc hệ thống cấp nước thành phố Hồ Chí Minh được cấu thành từ 3 thành phần cơ bản gồm: nguồn nước, các hệ thống xử lý nước và hệ thống mạng lưới truyền tải phân phối nước. Về nguồn nước thô cấp cho sinh hoạt của TPHCM chủ yếu được lấy từ nguồn nước sông Đồng Nai và sông Sài Gòn. Cụ thể, tính đến cuối năm 2015

hệ thống cấp nước lấy từ sông Đồng Nai có công suất lên tới 1.450.000 m<sup>3</sup>/ngày đêm bao gồm: nhà máy nước Thủ Đức công suất 750.000 m<sup>3</sup>/ngđ; nhà máy nước Thủ Đức II (BOO) công suất 300.000 m<sup>3</sup>/ngđ; nhà máy nước Thủ Đức III công suất 300.000 m<sup>3</sup>/ngđ; nhà máy nước Bình An công suất 100.000 m<sup>3</sup>/ngđ (Lý Thành Tài, 2016). Đối với hệ thống cấp nước từ sông Sài Gòn được xây dựng và hoàn thành năm 2006 với công suất ban đầu 300.000 m<sup>3</sup>/ngày, đến nay hệ thống đã được mở rộng nâng công suất lên 600.000 m<sup>3</sup>/ngày bao gồm: Nhà máy nước Tân Hiệp I công suất 300.000 m<sup>3</sup>/ngđ; nhà máy nước Tân Hiệp II công suất 300.000 m<sup>3</sup>/ngđ (dự kiến đưa vào vận hành cuối năm 2016). Một số ít khác được lấy từ nguồn nước ngầm và tại các hồ thủy lợi như hồ Dầu Tiếng như: nhà máy nước Kênh Đông I công suất 200.000 m<sup>3</sup>/ngđ; nhà máy nước ngầm Tân Phú công suất 70.000 m<sup>3</sup>/ngđ (Lý Thành Tài, 2016) và một số trạm nhỏ lẻ khác.

---

<sup>1</sup> Trường Đại học Thủy lợi - Cơ sở 2

<sup>2</sup> Tổng công ty cấp nước Sài Gòn (SAWACO)



Hình 1. Sơ đồ hệ thống cấp nước hiện hữu của thành phố Hồ Chí Minh (Lý Thành Tài, 2016)

Về mạng lưới cấp nước: hiện nay thành phố có khoảng 6.000 km đường ống cấp nước với đường kính  $D = 100 \div 24000\text{mm}$  (SAWACO, 2015); tổng số đầu nối đồng hồ khách hàng khoảng 1,2 triệu khách hàng, trải rộng trên địa bàn 23 quận huyện (trừ địa bàn huyện Củ Chi). Với một mạng lưới cấp nước rộng, đa nguồn cấp, hệ thống cấp nước cũ được phát triển không đồng đều và hệ thống cấp nước bằng bơm áp lực thì TPHCM đang đối mặt với việc tỉ lệ thất thoát nước lớn, dịch vụ cấp nước chưa hiệu quả bao gồm việc áp lực phân phối nước trên mạng lưới chưa đồng đều do việc các nhà máy xử lý nằm ở xa thành phố, sự chênh lệch áp lực có lúc từ 0,1bar đến 3,0bar (Jaakko Poyry, 2005) tại các khu vực khác nhau trên mạng lưới cấp nước và không đồng đều giữa giờ cao điểm và thấp điểm dùng nước. Vận tốc nước trong đường ống không đồng đều, có những tuyến ống vận tốc dòng chảy vượt quá giá trị giới hạn, có những tuyến ống vận tốc dòng chảy quá thấp, thời gian lưu nước trung bình cao nên có khả năng ảnh hưởng đến chất lượng nước trên mạng lưới. Do đó, trong bài viết này tác giả trình bày các kết quả nghiên cứu, đề xuất các giải pháp phân phối nước đều nhằm hướng đến mục tiêu cấp nước bền vững về áp lực, lưu lượng và chất lượng cho TPHCM trong tương lai.

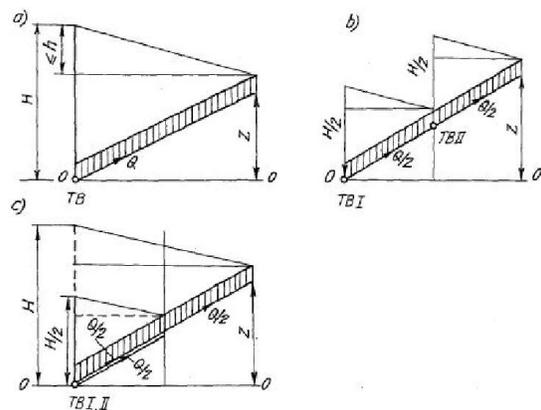
## 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1 Cơ sở lý thuyết xây dựng hệ thống cấp nước phân khu

Các đối tượng cấp nước có thể có địa hình phức tạp, địa hình của các khu vực dùng nước

có thể chênh lệch nhau lớn hoặc các đối tượng dùng nước trong khu vực có thể có yêu cầu áp lực tự do khác nhau. Trong các trường hợp như vậy nếu thiết kế hệ thống cấp nước tập trung sẽ không kinh tế hoặc không đảm bảo điều kiện kỹ thuật và áp lực trong đường ống sẽ cao, vượt giới hạn cho phép (trong trường hợp đặc biệt áp lực tự do trong mạng lưới bên ngoài của hệ thống cấp nước sinh hoạt không quá 60m) (TCXDVN 33:2006). Khi đó đối tượng cấp nước thường được phân thành các khu vực để cấp nước.

Tùy thuộc vào điều kiện cụ thể có thể sử dụng một trong các sơ đồ như: sơ đồ phân khu nối tiếp; sơ đồ phân khu song song (Nguyễn Văn Tín, 2001).



Hình 2. Áp lực yêu cầu trong các hệ thống cấp nước: a-tập trung; b-nối tiếp; c-song song

Để đánh giá hiệu quả kinh tế khi phân khu cấp nước ta có thể so sánh năng lượng bơm nước của các sơ đồ cấp nước khác nhau (Nguyễn Văn Tín, 2001).

Khi sử dụng hệ thống cấp nước tập trung, công suất điện của máy bơm được xác định theo công thức (Lê Thị Dung, 2003)

$$N = \frac{\gamma * Q * H}{102 * \eta_b} (KW), \text{ đặt } K = \frac{\gamma}{102 * \eta_b}$$

Khi sử dụng hệ thống phân khu nối tiếp

$$N_1 = K * (Q * \frac{H}{2} + \frac{Q}{2} * \frac{H}{2}) = \frac{3}{4} K * Q * H$$

Khi sử dụng hệ thống phân khu song song

$$N_2 = K \times \left( \frac{Q}{2} \times \frac{H}{2} + Q \times \frac{H}{2} \right) = \frac{3}{4} K \cdot Q \cdot H$$

Như vậy khi phân khu cấp nước thành hai khu vực, năng lượng bơm sẽ giảm 25% so với hệ thống tập trung và khi phân thành n khu cấp nước, năng lượng bơm sẽ được xác định theo công thức:

$$N_n = \frac{n+1}{2n} \times N$$

Từ lý thuyết này tác giả lựa chọn giải pháp phân khu cấp nước làm cơ sở để nghiên cứu các giải pháp phân phối nước đều trong mạng lưới cấp nước của TPHCM

## 2.2 Phương pháp nghiên cứu

### a. Thiết lập mô hình tính toán

Để nghiên cứu chế độ thủy lực trong mạng lưới cấp nước, trong nghiên cứu này tác giả sử dụng phần mềm WaterGems của hãng Bentley làm công cụ mô phỏng thủy lực mạng đường ống phân phối cấp nước cho TPHCM.

WaterGems tích hợp với các nền tảng phần mềm khác như ArcGIS, AutoCAD, cho phép tạo mô hình thủy lực tự động, nhập các thông số mạng lưới tự động từ dữ liệu hiện có, hỗ trợ nhiều nguồn dữ liệu, từ dữ liệu dạng bảng như \*.xls, \*.csv, \*.txt cho đến cơ sở dữ liệu thông tin địa lý GIS (Geodatabase), trích xuất cao trình nút từ bản đồ độ cao số DEM (GIS); công cụ SCADAConnect cho phép kết nối với các tín hiệu SCADA, dùng để làm dữ liệu cho cân chỉnh mô hình, tối ưu hóa hoặc quản lý tài sản, phù hợp với việc quản lý hệ thống cấp nước của TPHCM hiện tại và tương lai.

Phần mềm WaterGems mô hình hóa các thành phần của hệ thống cấp nước bằng các phần tử và tính toán thủy lực cho hệ thống này bằng cách giải hệ phương trình năng lượng và phương trình liên tục nhờ thuật toán Gradient với hai ẩn số là cột áp và lưu lượng dòng chảy.

$$\frac{P_1}{\gamma} + z_1 + \frac{V_1^2}{2g} + h_p = \frac{P_2}{\gamma} + z_2 + \frac{V_2^2}{2g} + h_L$$

$$\sum Q_{IN} \Delta t = \sum Q_{OUT} \Delta t + \Delta V_S$$

### b. Các giả thiết tính toán

Hệ thống nguồn nước hiện hữu của TPHCM có khoảng cách từ đầu nguồn đến cuối nguồn là rất xa lên đến gần 30km (Lý Thành Tài, 2016) nên

không thể đảm bảo áp lực nước theo tiêu chí 1.0 - 2.5 bar theo tính toán thiết kế và TCXDVN 33:2006. Vì vậy, phải có các giải pháp nghiên cứu trên mạng lưới cấp nước để cân đối áp lực mạng lưới theo sơ đồ (hình 3) dưới đây

Về áp lực: Áp lực bơm (Pump) tại nhà máy nước được thiết lập cao nhất là từ 40-50m. Áp lực thấp nhất hệ thống mạng lưới ống truyền dẫn (ống cấp 1 và 2) là từ 25-30m.

Áp lực tự do nhỏ nhất trong MLCN sinh hoạt của khu dân cư, tại điểm lấy nước vào nhà, tính từ mặt đất không được nhỏ hơn 10 m. (TCXDVN 33:2006).



Hình 3. Sơ đồ cấp nước cho TPHCM

Các thông số thiết lập khác trong mô hình bao gồm: Lưu lượng nút (base demand); Cao độ nút (elevation); hệ số Pattern; thông số của bể chứa (reservoir); thời gian tính toán EPS (Time Analysis Type); thuộc tính ống (chiều dài, hệ số nhám, giả thiết sơ bộ đường kính tính toán)... Kết quả đầu ra của mô hình bao gồm: Áp lực tại các nút (pressure); đường kính ống (diameter); lưu lượng (flows); vận tốc (velocity); tổn thất đơn vị (unit headloss); năng lượng bơm (energy report)...

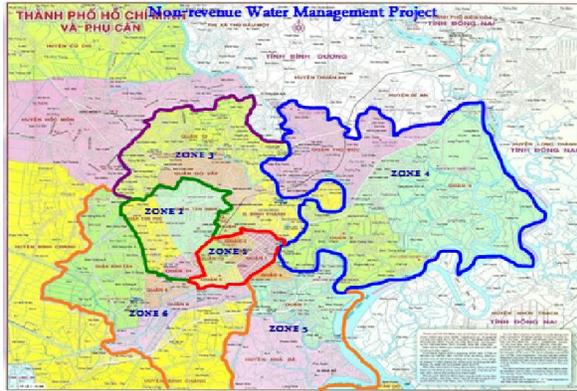
Tính toán cho hai trường hợp: không có bể chứa và bơm tăng áp; có bể chứa và bơm tăng áp.

## 3. ĐỀ XUẤT CÁC GIẢI PHÁP PHÂN PHỐI NƯỚC ĐỀU CHO TPHCM

### 3.1 Phân vùng tách mạng, sử dụng các tuyến ống truyền tải riêng biệt đến từng khu vực cấp nước

Dựa vào điều kiện thủy lực, hiện trạng mạng lưới và các nghiên cứu về kinh tế xã hội trong

từng khu vực của TPHCM, theo (Jaakko Porry, 2005) số lượng vùng phân phối nước đề xuất cho thành phố Hồ Chí Minh là 6 phân vùng



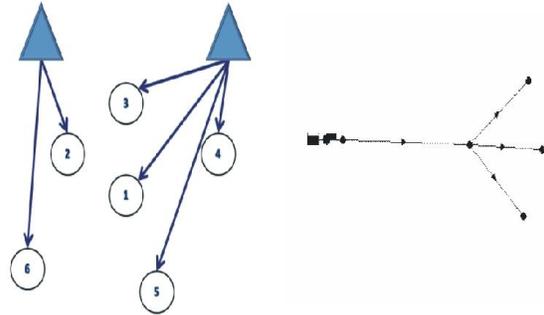
Hình 4. Phân khu cấp nước cho TPHCM

Cụ thể: Vùng 1: Bao gồm các quận 1, 3, 5, 10; Vùng 2: các quận 11, Tân Bình, Tân Phú; vùng 3: các quận 12, Bình Thạnh, Phú Nhuận, Gò Vấp; vùng 4 cấp cho các quận: 2, 9, Thủ Đức; vùng 5 cấp cho khu vực quận: 4, 7, Nhà Bè và vùng 6 cấp cho các quận 6, 8, Bình Tân, Bình Chánh.

Từ kết quả phân khu cấp nước này, sử dụng mô hình thủy lực WaterGems mô phỏng cho các phương án tính toán ta có các kết quả dưới đây:

### 3.2 Kết quả các phương án tính toán

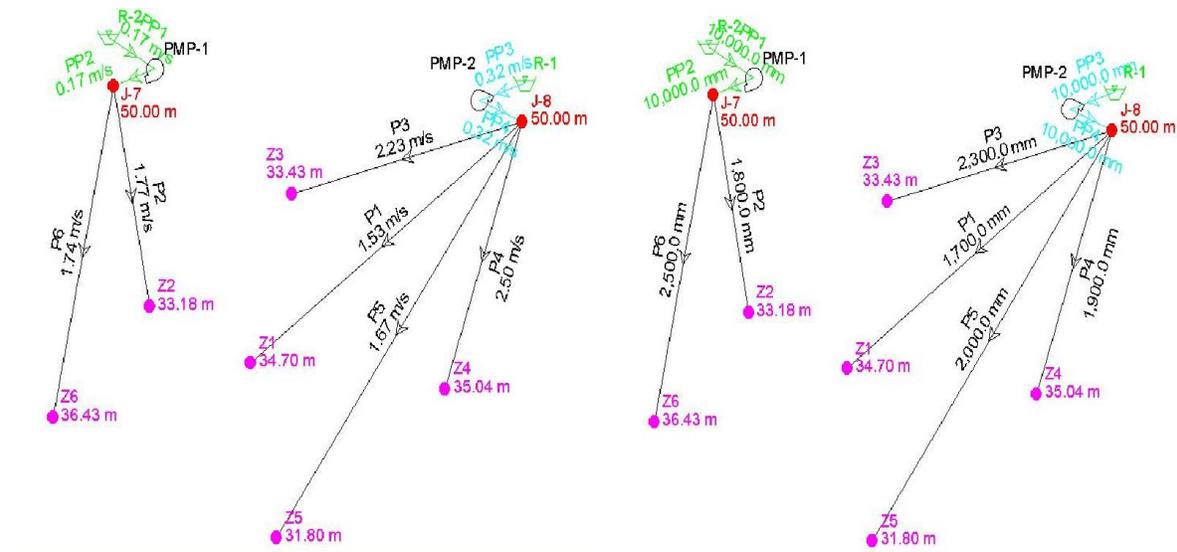
a. Phương án 1: phân phối bằng các tuyến ống truyền tải riêng biệt cấp nước một cách độc lập về khu vực phân chia



Hình 5. Sơ đồ tính toán phương án 1

Sơ đồ tính toán là 6 tuyến ống truyền tải riêng biệt dẫn nước từ các nhà máy nước về cấp nước một cách độc lập cho 6 phân khu. Các tuyến ống truyền tải tại mỗi khu sẽ là nguồn cung cấp nước chính cho mạng lưới đường ống phân phối bên trong vùng đó. Mỗi nguồn nước cung cấp cho các khu vực riêng biệt độc lập với nhau (nguồn nước sông Sài Gòn cung cấp nước cho vùng 2 và vùng 6; nguồn nước sông Đồng Nai cung cấp nước cho vùng 1, 3, 4 và 5)

**Kết quả như sau:**

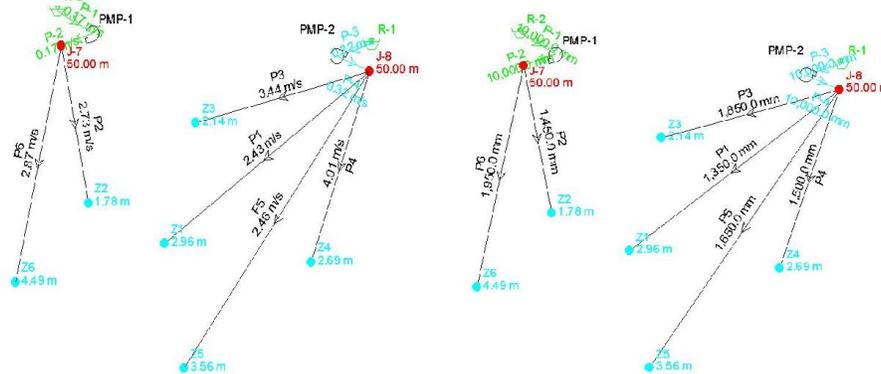


Hình 6. Kết quả tính toán thủy lực phương án 1

b. Phương án 2: phân phối từ các tuyến ống truyền tải riêng biệt và bể chứa nước về khu vực phân chia

Trong trường hợp này sơ đồ tính toán là 6 tuyến ống truyền tải riêng biệt dẫn nước từ các nhà máy nước về cấp nước một cách độc lập cho 6 phân khu. Bên trong mỗi khu được xây dựng một bể chứa và trạm bơm. Các tuyến ống truyền tải cung cấp đủ lưu lượng cho các bể chứa trong mỗi vùng, từ đây trạm bơm sẽ cung cấp lưu lượng và áp lực cho hệ thống mạng lưới đường ống phân phối bên trong khu đó.

**Kết quả như sau:**



Hình 7. Sơ đồ tính toán phương án 2

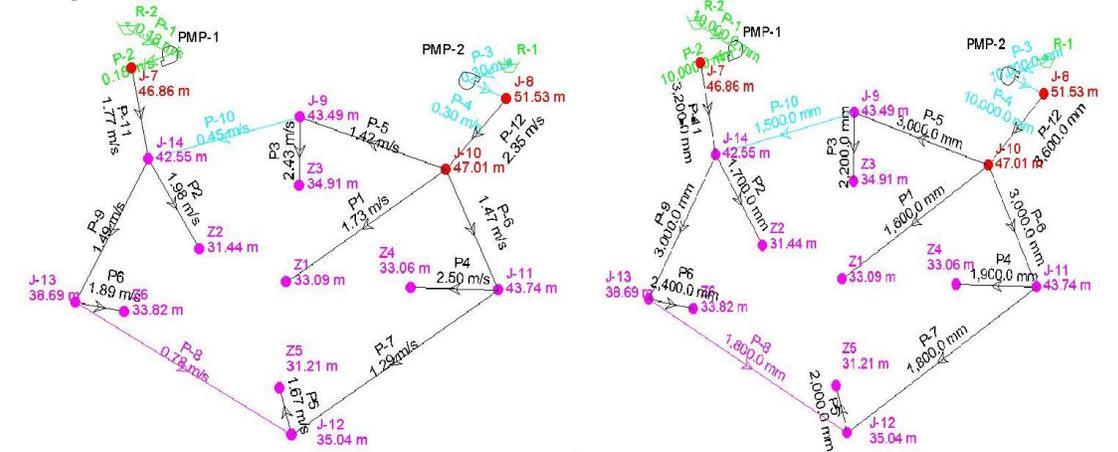
Hình 8. Kết quả tính toán thủy lực phương án 2

c. Phương án 3: Tạo thành mạng vòng phân phối về 6 phân khu

Sơ đồ tính toán là mạng vòng, với duy nhất một tuyến ống truyền tải nước chính chạy bao quanh thành phố tạo thành một tuyến ống vành đai. Từ tuyến ống vành đai này sẽ có 6 tuyến

ống cấp nước dẫn về từng khu để nối tiếp vào các ống phân phối bên trong khu đó. Các tuyến ống truyền tải tại mỗi khu sẽ là nguồn cung cấp nước chính (cả lưu lượng và áp lực) cho mạng lưới đường ống phân phối bên trong vùng đó.

**Kết quả như sau:**



Hình 9. Kết quả tính toán thủy lực mạng đường ống phân phối phương án 3

### 3.3 Xác lập dung tích bể chứa

Dung tích theo thời gian của bể chứa có thể được xác định là giá trị dung tích bể chứa chia cho lượng nước cung cấp hàng ngày. Theo (Lý Thành Tài, 2016) dung tích của các bể chứa tại

các nhà máy được xác lập dựa trên dung tích hiện hữu của các bể chứa và dung tích yêu cầu của một bể chứa xử lý và dung tích yêu cầu của một bể chứa phân phối, kết quả thể hiện như sau:

**Bảng 1. Kết quả tính toán dung tích các bể chứa nước ở các nhà máy nước**

Các nhà máy nước	Công suất xử lý (m <sup>3</sup> /ngày)	Q hiện hữu (m <sup>3</sup> )	Q yêu cầu đối với một bể chứa xử lý (m <sup>3</sup> )	Q yêu cầu đối với một bể chứa phân phối (m <sup>3</sup> )	Cân đối (m <sup>3</sup> )
	(1)	(2)	(3) = (1) / 24 x 1.0	(4) = (1) / 24 x 2.1	(5) = (2)-(3)-(4)
NMN Thủ Đức	2,000,000	270,000	83,000	175,000	12,000
NMN BOO Thủ Đức	300,000	40,000	13,000	26,000	1,000
NMN Tân Hiệp	1,050,000	102,000	43,800	92,000	-33,800

Từ các kết quả trên ta thấy tại nhà máy nước Tân Hiệp, dung tích bể chứa có thể trở nên thiếu hụt (-33,800 m<sup>3</sup>) đối với khu vực phân phối hiện tại xét theo nhu cầu dùng nước biến đổi theo thời gian

### 3.4. Đánh giá các phương án

Các phương án trên được đánh giá về các chỉ tiêu: khối lượng đường ống quy đổi; kinh phí

xây dựng các bể chứa, trạm bơm tăng áp, năng lượng tiêu thụ, áp lực điều hòa trên mạng lưới, chất lượng nước và phù hợp với mạng lưới hiện hữu (Lý Thành Tài, 2016). Nếu đem các chỉ tiêu trên đánh giá MCA (Multi-Criteria Analysis) theo các trọng số: B (Best): Tốt nhất; G (Good): Tương đối Tốt; W(Worst): tệ xấu (Lý Thành Tài, 2016), ta có bảng ma trận sau:

**Bảng 2. Tổng hợp đánh giá so sánh về các chỉ tiêu kinh tế, kỹ thuật của 3 phương án**

Phương án	Khối lượng đường ống	Xây dựng bể chứa và trạm bơm	Năng lượng điện tiêu thụ	Áp lực điều hòa mạng lưới	Chất lượng nước	Phù hợp với mạng lưới hiện hữu	Tổng kết
PA1	B	W	W	W	W	B	4W,2B
PA2	G	B	B	B	B	G	4B, 2G
PA3	W	G	G	G	G	W	4G,2W

Từ bảng tổng hợp trên cho thấy phương án 1 (4W, 2B) có tổng các chỉ tiêu thỏa mãn ở mức thấp nhất, tiếp đó là phương án 3 (4G, 2W), phương án 2 (4B, 2G) có tổng các tiêu chí thỏa mãn về tiêu chí kỹ thuật ở mức nhiều nhất. Do đó, trong nghiên cứu này tác giả đề xuất phương án số 2 là phương án tối ưu để cấp nước phân phối nước đều, ổn định về lưu lượng và áp lực nước nhằm hướng đến cải thiện dịch vụ cấp nước trên hệ thống ống truyền dẫn của TPHCM.

### 4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Đề đánh giá phân tích một phương án cấp nước hợp lý nhằm nâng cao dịch vụ cấp nước và

phù hợp với mạng lưới hiện hữu của TPHCM không phải là điều đơn giản. Mỗi phương án đều có những ưu nhược điểm khác nhau. Trong nghiên cứu này, xét trên mạng vòng tổng thể thì phương án 3 cho thấy áp lực tại nửa vòng phía Bắc là cao hơn đáng kể so với áp lực tại nửa vòng phía Nam, do đó với việc cả hai nguồn nước đều tập trung ở phía Bắc thì phương án mạng vòng bao quanh thành phố là không khả dụng về mặt điều hòa áp lực. Phương án 1 có sự chênh lệch áp lực rất lớn, đầu nguồn áp lực nước rất cao và cuối nguồn áp lực nước rất thấp. Phương án 2 có áp lực nước phân phối đều và

ổn định nhất, áp lực nước khu vực đầu nguồn và cuối nguồn tương đương nhau, không có sự chênh lệch giữa áp lực nước đầu nguồn và cuối nguồn. Do đó nếu xét đối tượng nghiên cứu là hệ thống truyền dẫn và hướng tới mục tiêu ổn định áp lực và lưu lượng thì phương án phân phối nước bằng các tuyến ống truyền tải riêng biệt và bể chứa nước về khu vực phân chia (phương án 2) cho thấy tính hợp lý hơn cả

Tuy nhiên, các phương án phân vùng cấp nước,

phân phối nước đều được trình bày trong nghiên cứu này chỉ là những bước nghiên cứu đầu tiên nhằm đánh giá tổng quát tính hợp lý của một mô hình mạng lưới truyền dẫn. Do đó, trong thời gian tới, phương án cần được tiếp tục phát triển sâu hơn vào mạng phân phối để đánh giá khả năng tiếp nhận từ hệ thống truyền dẫn này, sao cho phù hợp hơn với hiện trạng mạng lưới cấp nước TPHCM.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Lý Thành Tài (2016), *Nghiên cứu đề xuất các giải pháp phân phối nước đều, ổn định về lưu lượng và áp lực nước nhằm hướng đến mục tiêu cải thiện dịch vụ cấp nước tại thành phố Hồ Chí Minh*, Luận văn thạc sỹ kỹ thuật, trường Đại học Thủy lợi
- Nguyễn Văn Tín (2001), *Cấp nước tập 1*, NXB Khoa học và kỹ thuật, Hà Nội
- Jaakko Poyry (2005), *Nghiên cứu khả thi quản lý thất thoát nước (NRW) thành phố Hồ Chí Minh*
- JICA (2013), *Nghiên cứu cải thiện cấp nước thành phố Hồ Chí Minh*
- VIWASE (2012), *Quy hoạch tổng thể hệ thống cấp nước TPHCM đến năm 2025*
- TCXDVN 33:2006, *Cấp nước - Mạng lưới đường ống và công trình - Tiêu chuẩn thiết kế*
- Tổng công ty cấp nước Sài Gòn (SAWACO) (2015), *Báo cáo số liệu kinh doanh năm 2015*

### Abstract:

#### INVESTIGATION SOLUTIONS ON EQUAL WATER DISTRIBUTION TO IMPROVE WATER SUPPLY SERVICES IN HO CHI MINH CITY

*Water supply system in Ho Chi Minh City has been built for a longtime with large water pipes and prolonged, difficulty in ensuring water supply and pressure on the system. The pressure in head system very high led to major water losses. By contrast, in the end of system, the pressure is too low. Currently, the water supply system in Ho Chi Minh City distributes to people with low levels of water service compared with Vietnam water supply standard and water supply also regularly interrupted. Customers often have to do a variety of ways such as building underground water storage, pumps and installation of distribution pipes or water storage tank in the home to ensure that the flow and pressure is stability. This situation led to a significant waste of economic for society. In addition, also with low water pressure on the water supply system causes a negative impacts on water quality as well as fire fighting work. This article illustrates solutions and water supply distribution models to stabilize water flow and water pressure that aims to improve water supply services sustainability in Ho Chi Minh City*

**Keywords:** equal water distribution, water supply services, WaterGEMS, Ho Chi Minh City

---

*BBT nhận bài: 03/9/2016*

*Phản biện xong: 21/9/2016*