

# ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG NƯỚC MẶT TRÊN HỆ THỐNG CÁC SÔNG RẠCH CHÍNH KHU VỰC THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH ỨNG VỚI QUY HOẠCH KHU CÔNG NGHIỆP VÀ PHÁT TRIỂN DÂN CƯ

## ASSESSMENT OF WATER QUALITY IN THE MAIN RIVER IN HO CHI MINH CITY WITH INDUSTRIAL PLANNING AND RESIDENTIAL DEVELOPMENT

Trần Thị Kim<sup>1</sup>, Phùng Thị Mỹ Diễm<sup>1</sup>, Trần Thị Thúy An<sup>1</sup>, Nguyễn Công Toại<sup>1</sup>, Phạm Ngọc<sup>2</sup>, Nguyễn Thị Bẩy<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Tp. HCM; [tkim@hcmunre.edu.vn](mailto:tkim@hcmunre.edu.vn)

<sup>2</sup>Trường Đại học Quốc tế - Đại học Quốc gia Tp.HCM

<sup>3</sup>Trường Đại học Bách khoa - Đại học Quốc Gia Tp.HCM

**Tóm tắt** - Thành phố Hồ Chí Minh có hệ thống kênh rạch dày đặc, tuy nhiên, phần lớn kênh rạch này đã và đang bị ô nhiễm nghiêm trọng do nước thải từ sinh hoạt cũng như các khu công nghiệp/ khu chế xuất. Bài báo này tập trung đánh giá chất lượng nước mặt trên hệ thống các sông rạch chính khu vực Thành phố Hồ Chí Minh ứng với quy hoạch khu công nghiệp và phát triển dân cư bằng mô hình MIKE 11 Ecolab. Kết quả cho thấy, khi hoàn thiện quy hoạch khu công nghiệp và phát triển dân cư thì nồng độ BOD và COD tăng lên tại 5 hệ thống kênh rạch: Hệ thống kênh Nhiều Lọc – Thị Nghè, kênh Tân Hoá – Lò Gốm, kênh Tàu Hủ – kênh Đò – kênh Tê, kênh Bến Nghé, kênh Tham Lương – Bến Cát – Vàm Thuật. Trong khi đó, nồng độ BOD và COD tăng nhưng không đáng kể tại các sông lớn như Sài Gòn, Đồng Nai và Nhà Bè.

**Từ khóa** - Diễn biến chất lượng nước; sông rạch chính khu vực Thành phố Hồ Chí Minh; quy hoạch khu công nghiệp; phát triển dân cư; sông Sài Gòn.

### 1. Đặt vấn đề

Vấn đề thiếu nước sạch và tình trạng ô nhiễm nguồn nước là một trong những mối quan tâm hàng đầu tại nhiều quốc gia trên thế giới nói chung và Việt Nam nói riêng. Tại Thành phố Hồ Chí Minh (Tp. HCM), tài nguyên nước mặt có vai trò quan trọng trong việc cung cấp nước cho các hoạt động sống và sản xuất của người dân thành phố. Hệ thống sông rạch chính bao gồm sông Sài Gòn, sông Nhà Bè và 5 kênh rạch chi lưu (Nhiều Lọc - Thị Nghè, Tàu Hủ - Bến Nghé, Tân Hóa - Lò Gốm, Đò - Tê và Tham Lương - Bến Cát) đây cũng là nơi tiếp nhận một lượng lớn các nguồn thải từ đô thị và khu công nghiệp [1]. Mặc dù đã can thiệp bằng nhiều biện pháp nhưng chất lượng nước mặt vẫn ngày càng suy giảm nghiêm trọng do khối lượng ô nhiễm từ nước thải sinh hoạt và công nghiệp vượt quá khả năng tự làm sạch của sông [2].

Tp. HCM đang trên đà công nghiệp hóa hiện đại hóa với GDP bình quân đạt 9,8% [3]. Quá trình này kéo theo sự gia tăng dân số một cách nhanh chóng, tốc độ đô thị hóa ở khu vực nông thôn đang diễn ra mạnh mẽ [4, 5]. Hiện tại, nguồn nước sinh hoạt của thành phố cũng đang đối diện với nhiều thách thức lớn khi trên 90% nguồn nước sạch cung cấp cho sinh hoạt của Tp. HCM được lấy từ nguồn nước mặt sông Đồng Nai, sông Sài Gòn và kênh Đông [6]. Bên cạnh đó, với áp lực bởi các hoạt động kinh tế - xã hội như sự phát triển của các khu công nghiệp/ khu chế xuất (KCN/KCX), tốc độ đô thị hóa, cùng với sự gia tăng dân số đã gây sức ép nặng nề đối với nguồn nước, khiến mức độ ô nhiễm nguồn nước vượt quá khả năng kiểm soát [7, 8]. Trong bối cảnh đó, nghiên cứu diễn biến chất lượng nước mặt trên hệ thống các sông rạch chính khu vực

**Abstract** - Ho Chi Minh City has a dense network of canals; however, most of these canals have been seriously polluted by waste water from domestic activities as well as industrial zones. This paper focuses on assessing water quality in the main rivers and canals in Ho Chi Minh City with the industrial planning and population development by MIKE 11 Ecolab. The results show that, when the planning of industrial parks works, combining population development, the concentration of BOD and COD will increase in 5 canal systems: Nhiu Loc - Thi Nghe canal system, Tan Hoa - Lo Gom canal, canal Tau Hu - Double channel - Te canal, Ben Nghe canal, Tham Luong channel - Ben Cat - Vam Thuat. Meanwhile, BOD and COD concentrations will get a small rise, such as: Saigon, Dong Nai and Nha Be.

**Key words** - Development of water quality; main rivers and canals in Ho Chi Minh City area; industrial zone planning; residential development; Sai Gon river.

Tp.HCM ứng với quy hoạch khu công nghiệp/ khu chế xuất và phát triển dân cư được đề xuất thực hiện nhằm phục vụ cho việc tính toán và mô phỏng chất lượng nước ở khu vực Tp. HCM, là cơ sở hỗ trợ cho việc xây dựng các quy hoạch, kế hoạch giảm thiểu ô nhiễm nguồn nước sông Sài Gòn.

### 2. Phương pháp nghiên cứu

#### 2.1. Dự báo dân số và lưu lượng thải từ dân cư

Hiện tại, có nhiều phương pháp dự báo dân số khác nhau và được chia thành 2 nhóm chính: Dự báo dựa vào các biểu thức toán học (hàm số tuyến tính, hàm gia tăng theo cấp số nhân, hàm số mũ) và dự báo bằng phương pháp thành phần (hay còn gọi là phương pháp chuyển tuổi) [9]. Trong nghiên cứu này, dân số được dự báo bằng cách dùng hồi quy tuyến tính do các dự báo về dân số vẫn chưa chi tiết cho từng quận, huyện. Dự báo dân số năm 2030 chi tiết cho khu vực Tp. HCM và các tỉnh được thực hiện dựa trên dữ liệu đầu vào là dân số trung bình của các tỉnh cũng như quận, huyện từ năm 2005 – 2018. Tính đến thời điểm hiện tại, trên hệ thống sông Sài Gòn – Đồng Nai chưa có số liệu thống kê chi tiết về lưu lượng nước thải sinh hoạt hằng ngày cho từng quận [10]. Do đó, việc đánh giá lưu lượng cũng như tải lượng nước thải từ các khu dân cư được tiến hành thông qua các phép toán. Cụ thể: Lưu lượng nước thải được tính toán dựa trên số dân sinh sống trong khu vực N (người), khách vãng lai của từng tiểu lưu vực và tiêu chuẩn cấp nước q (l/người ngày đêm) bình quân cho toàn thành phố, theo các công thức dưới đây.

$$Q_{tb}^{ng} = \frac{N.q_1+n.q_2}{1000} \times 100\% \text{ (m}^3/\text{ngđ)}$$

$$Q_{tb}^h = \frac{Q_{tb}^{ng}}{24} \text{ (m}^3/\text{h)}; Q_{tb}^s = \frac{Q_{tb}^h}{3,6} \text{ (l/s)}; Q_{max}^s = Q_{tb}^s K_{ch} \text{ (l/s)}$$

Trong đó,  $Q_{tb}^{ng}$  là lưu lượng thải trung bình theo ngày đêm ( $\text{m}^3/\text{ngày}$ );  $Q_{tb}^h$  là lưu lượng thải trung bình theo giờ ( $\text{m}^3/\text{h}$ );  $Q_{tb}^s$  là lưu lượng thải trung bình theo giây ( $\text{m}^3/\text{s}$ );  $Q_{max}^s$  là lưu lượng thải lớn nhất ( $\text{l/s}$ ); N là dân số của từng tiểu lưu vực được tính toán dựa vào mật độ dân số (hoặc tổng dân số) và diện tích từng quận, huyện của Tp.HCM, lấy theo niên giám thống kê của các năm (người); n là số khách vắng lai,  $n = 25\%N$  (người);  $q_1$  là tiêu chuẩn cấp nước sinh hoạt bình quân đầu người ( $\text{lít}/\text{người}/\text{ngày}$ );  $q_2$  là tiêu chuẩn dùng nước của khách vắng lai ( $\text{l}/\text{người}/\text{ngày}$ ) và  $K_{ch}$  là hệ số không điều hòa.

Theo Tổng Công ty cấp nước Sài Gòn (Sawaco) tiêu chuẩn cấp nước sinh hoạt bình quân đầu người tính đến năm 2019 là 152 lít/người/ngày và tiêu chuẩn sử dụng nước đối với khách vắng lai tuân theo báo cáo quy hoạch tổng thể cấp nước của Tp. HCM đến năm 2025. Căn cứ điều 39 Nghị định 80/2014/NĐ-CP về thoát nước và xử lý nước thải, khối lượng nước thải được tính bằng 100% khối lượng nước sạch tiêu thụ [11]. Tùy vào từng thời điểm trong ngày mà nhu cầu sử dụng nước sẽ khác nhau. Vậy nên chế độ nước thải là một chế độ không điều hòa cần nhân với hệ số không điều hòa để thể hiện sự dao động của nước thải theo từng thời điểm. Mối liên hệ giữa lưu lượng thải trung bình theo giây và hệ số không điều hòa được thể hiện ở Bảng 1, sự phân bố nước thải theo giờ trong ngày dựa theo bảng phân bố của Tổng công ty cấp nước Sài Gòn Sawaco [12].

**Bảng 1.** Mối liên hệ giữa  $Q_{tb}^s$  và  $K_{ch}$

$Q_{tb}^s$ (l/s)	5	15	30	50	100	200	300	500	800
$K_{ch}$	3,0	2,5	2,0	1,8	1,6	1,4	1,35	1,25	1,2

(Nguồn: Theo tổng công ty cấp nước Sài Gòn Sawaco, 2017)

**2.2. Tính toán lưu lượng thải từ các khu công nghiệp**

Dựa vào nghị định 80/2014/NĐ-CP về thoát nước và xử lý nước thải, lưu lượng nước thải của khu công nghiệp trên được tính bằng 80% khối lượng nước tiêu thụ. Lượng nước tiêu thụ của các khu công nghiệp trên địa bàn thành phố được lấy theo số liệu sử dụng nước thực tế năm 2017 do công ty Sawaco cung cấp, và theo định mức sử dụng nước đối với khu công nghiệp sử dụng nước ngầm (theo quyết định 752/QĐ-TTg do thủ tướng ký ngày 19/6/2001 về việc phê duyệt quy hoạch tổng thể hệ thống thoát nước Tp.HCM đến năm 2020). Dựa vào quyết định 752/QĐ-TTg, ta xác định lượng nước thải từ khu công nghiệp là:  $55 \text{ m}^3/\text{ha}$ .

**2.3. Mô hình Mike**

**2.3.1. Mô hình Mike 11 – HD**

Mô hình thủy động lực được xây dựng với cơ sở là hệ phương trình Saint-Venant (phương trình liên tục (1) và phương trình động lượng (2)) [13].

Phương trình liên tục có dạng:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} dt + B \frac{\partial h}{\partial t} dt = 0 \tag{1}$$

Phương trình động lượng có dạng như sau:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{Q^2}{A} \right) + gA \frac{\partial z}{\partial x} + gA \frac{Q|Q|}{K^2} = 0 \tag{2}$$

Trong đó, B là bề rộng mặt nước tại thời điểm tính toán (m); Q là lưu lượng ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) và h là độ sâu (m).

**2.3.2. Mô hình chất lượng nước**

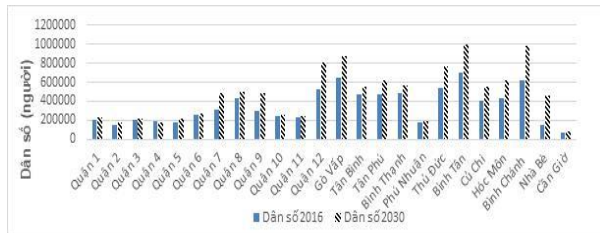
Để giải quyết vấn đề chất lượng nước có liên quan đến những phản ứng sinh hóa, mô hình Mike 11 sử dụng đồng thời hai mô đun là mô đun tải - khuếch tán (AD) và mô đun sinh thái (Ecolab) trong tính toán. Mô đun sinh thái thông thường tính toán tới 13 thông số chất lượng nước với 6 cấp độ khác nhau, mô phỏng và biểu diễn những quá trình chuyển hóa giữa các hợp phần có liên quan tới các quá trình. Trong phương trình một chiều cho bảo toàn vật chất hòa tan như phương trình một chiều đối lưu khuếch tán trong mô đun tải - khuếch tán (AD) có dạng như sau:

$$\frac{\partial AC}{\partial t} + \frac{\partial QC}{\partial x} - \frac{\partial}{\partial x} \left( AD \frac{\partial C}{\partial x} \right) = -AKC + C_2q \tag{3}$$

**3. Kết quả**

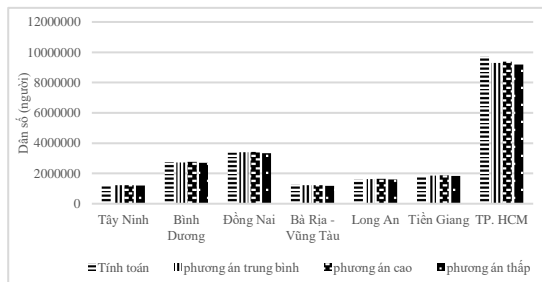
**3.1. Dự báo dân số và lưu lượng thải đến năm 2030**

Đồ thị so sánh dân số của các quận, huyện thuộc khu vực Tp. HCM năm 2016 và 2030 được thể hiện ở Hình 1.



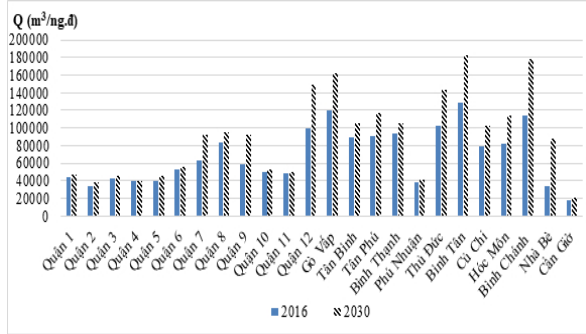
**Hình 1.** Đồ thị so sánh dân số giữa các quận, huyện khu vực Tp.HCM năm 2016 và năm 2030

Để đảm bảo độ tin cậy của kết quả tính cần tiến hành so sánh kết quả tính toán với số liệu dự báo dân số của tổng cục Dân Số theo 3 phương án dự báo là trung bình, cao và thấp. Đồ thị so sánh giữa tính toán và dự báo của tổng cục với sai số tương đối là 8,5% được thể hiện ở Hình 2.



**Hình 2.** So sánh kết quả tính toán và dự báo của tổng cục Dân số với sai số tương đối là 8,5%

Kết quả so sánh cho thấy, không có sự chênh lệch lớn giữa số liệu tính toán và số liệu dự báo của tổng cục Dân Số. % sai số vẫn nằm trong giới hạn cho phép (< 10%). Đồ thị so sánh lưu lượng thải sinh hoạt của các quận, huyện thuộc khu vực Tp.HCM năm 2016 và 2030 được thể hiện ở Hình 3.



**Hình 3.** Đồ thị so sánh lưu lượng thải sinh hoạt giữa các quận, huyện khu vực Tp. HCM năm 2016 và năm 2030

**3.2. Dự báo lưu lượng thải từ các khu công nghiệp đến năm 2030**

Dựa vào quyết định 752/QĐ-TTg, ta xác định lượng nước thải từ khu công nghiệp là 55 m³/ha, từ đó có thể tính được lượng xả thải tăng, giảm dự kiến của các khu công nghiệp trong năm 2030. Đối với một số khu công nghiệp (Khu công nghệ cao, Tây Bắc Củ Chi, Bình Chiểu, Cát Lái, Hiệp Phước 1, Lê Minh Xuân, Linh Trung 1, Tân Thới Hiệp), do tỷ lệ lấp đầy năm 2016 là 100% mà không có quy hoạch mở rộng nên lưu lượng xả đến năm 2030 là không đổi. Sự tăng/giảm lưu lượng xả của các khu công nghiệp được trình bày chi tiết trong Bảng 2.

**Bảng 2.** Lượng xả thải tăng/giảm dự kiến của các khu công nghiệp năm 2030

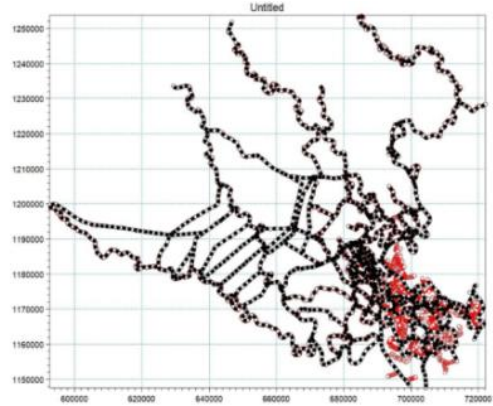
STT	Khu công nghiệp	Diện tích hiện trạng (hecta)	Tỷ lệ lấp đầy ở hiện trạng	Quy hoạch 2030 (hecta)	Lượng xả thải tăng/giảm dự kiến (m³)
1	Linh Trung 2	61,7	100%	61,75	2,75
2	Vĩnh Lộc	203	100%	203,18	9,9
3	An Hạ	123,51	85%	123,51	1018,96
4	Hiệp Phước 2	597	67%	597	10743,612
5	Tân Bình	128,7	100%	129,96	69,3
6	Tân Phú Trung	542,64	91%	542,64	2751,727
7	Tân Tạo mở rộng	161,35	100%	204,58	2377,65
8	Tân Tạo	182,55	100%	175,57	-383,9
9	Tân Thuận	300	95,6%	300	726
10	Lê Minh Xuân - mở rộng	0	0	120	6600
11	Phong Phú	0	0	148,4	8162
12	Đông Nam	0	0	286,76	15771,8
13	KCN Bàu Đưng	0	0	175	9625
14	KCN Phước Hiệp	0	0	200	11000
15	KCN Xuân Thới Thượng	0	0	300	16500
16	KCN Vĩnh Lộc 3	0	0	200	11000
17	KCN Lê Minh Xuân 2	0	0	338	18590
18	KCN Lê Minh Xuân 3	0	0	242	13310
19	KCN Cơ khí Ô tô	0	0	100	5500
20	KCN Hiệp Phước - GĐ 3	0	0	500	27500

**3.3. Mô hình Mike 11**

**3.3.1. Mô hình thủy lực**

**a. Thiết lập thông số mô hình thủy lực**

Lưới tính: Bao gồm 262 nhánh sông lớn nhỏ (Nguồn: Viện Thủy Lợi Miền Nam, 2016). Khoảng cách dx trên nhánh sông nằm ngoài Tp. HCM là 1000m, dx các sông chính trong thành phố (Sài Gòn, Đồng Nai, Lòng Tàu, Soài Rạp, Thị Vải, Đông Tranh, Gò Gia) là 500m và các kênh rạch nhỏ là 100– 200m (Hình 4).



**Hình 4.** Vùng tính và lưới tính

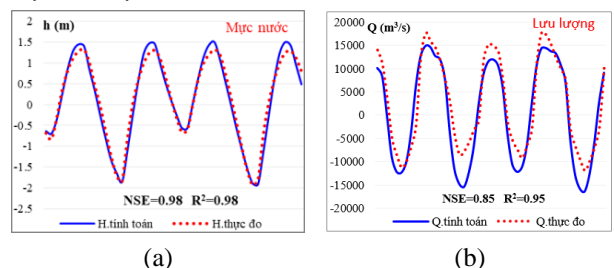
Điều kiện biên: Biên thượng lưu gồm các biên mực nước giờ tại Tân An, Gò Dầu Hạ và biên lưu lượng tại hồ Trị An, hồ Phước Hòa, hồ Dầu Tiếng, Thị Tính và Thị Vải (Nguồn: Ban quản trị Hồ Dầu Tiếng, Trị An, Phước Hòa và Đài Khí tượng Thủy văn Nam Bộ). Biên hạ lưu gồm 4 biên mực nước tại các cửa sông Soài Rạp, Dinh Bà, Lòng Tàu và Thị Vải được tương quan với trạm Vàm Kênh và Vũng Tàu (Đài Khí tượng Thủy văn Nam Bộ). Biên cắt: 86 biên lưu lượng với Q = 0 m³/s. Biên xả là dạng điểm từ các công xả.

Điều kiện ban đầu: Tại thời điểm ban đầu, lấy bằng mực nước tĩnh, Q = 0 m³/s.

**b. Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình**

Thời gian tính: Từ ngày 01/04/2013 12:00 đến 30/04/2013 00:00 để hiệu chỉnh mô hình và từ 01/05/2013 12:00 đến 31/05/2013 00:00 để kiểm định mô hình; Sử dụng bước thời gian Δt = 30 giây.

Hệ số nhám: Thay đổi từ 0,02 – 0,04. Các trạm hiệu chỉnh thủy lực: Sử dụng 8 trạm thủy văn trên hệ thống sông Đồng Nai, Sài Gòn là Cát Lái, Hóa An, Phú Cường, Bình Phước, Phú An, Nhà Bè, Vàm Sát, Vàm Cỏ. Kết quả mực nước, lưu lượng sau hiệu chỉnh diễn hình tại trạm Nhà Bè được thể hiện như Hình 5.



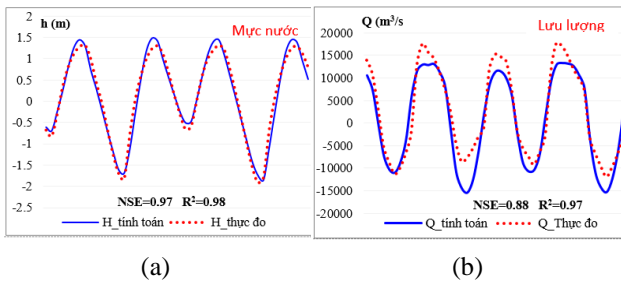
**Hình 5.** Đồ thị mực nước (a) và lưu lượng (b) trạm Nhà Bè sau khi hiệu chỉnh

**Bảng 3.** Chỉ số NSE và R<sup>2</sup> của các trạm sau hiệu chỉnh

STT	Tên Trạm	NSE tính theo mực nước	NSE tính theo Lưu lượng	R <sup>2</sup> tính theo mực nước	R <sup>2</sup> tính theo lưu lượng
1	Cát Lái	0,94	0,91	0,98	0,96
2	Hóa An	0,94	0,60	0,97	0,80
3	Phú Cường	0,85	0,72	0,96	0,85
4	Bình Phước	0,93	0,85	0,98	0,94
5	Phú An	0,95	0,82	0,98	0,96
6	Nhà Bè	0,97	0,86	0,98	0,95
7	Vàm Sắt	0,90	0,88	0,95	0,93
8	Vàm Cỏ	0,93	0,85	0,96	0,94

Các hệ số thống kê R<sup>2</sup>, NSE được sử dụng để đánh giá hiệu quả mô hình. Giá trị chỉ số NSE và R<sup>2</sup> được trình bày trong Bảng 3. Kết quả tính toán khá phù hợp với kết quả thực đo, chỉ số NSE và R<sup>2</sup> ở các trạm đều cao hơn 0,8.

Kết quả mực nước và lưu lượng tại trạm Nhà Bè sau kiểm định được trình bày như Hình 6.



**Hình 6.** Mực nước (a) và lưu lượng (b) tại trạm Nhà Bè sau khi kiểm định

Từ kết quả trên, nhóm tác giả đã đưa ra bộ thông số nhám sẽ được dùng để tính toán kiểm định thủy lực được trình bày như trong Bảng 4.

**Bảng 4.** Hệ số nhám sau khi hiệu chỉnh

Tên sông	Hệ số nhám	Tên sông	Hệ số nhám
Đồng Nai	0,035	Thị Vải	0,022
Sài Gòn	0,033	Soài Rạp	0,022
Nhà Bè	0,032	Dinh Bà	0,020
Lòng Tàu	0,026	Vàm Cỏ Tây	0,028
Đồng Tranh	0,021	Vàm Cỏ Đông	0,028
Đồng Môn	0,020	Vàm Sắt	0,020
Sông Buông	0,030	Gò Gia	0,020
Sông Bé	0,033	Bến Lức	0,031
Phú Xuân	0,021	Rạch Chiềc	0,033

3.3.2. Mô hình lan truyền chất

a. Điều kiện biên

Do bộ thông số thủy lực sử dụng trong Mike 11 HD đã được hiệu chỉnh và kiểm định với mức độ tin cậy cao, ta tiếp tục thiết lập Module AD và Ecolab để tính toán chất lượng nước. Vị trí các biên trùng với mô hình thủy lực, nồng độ biên của 2 chất (BOD<sub>5</sub> và COD) được thiết lập dựa theo mục đích sử dụng nước. Cụ thể: Tại vị trí biên thượng: Gò Dầu, Trị An, Dầu Tiếng, Phước Hòa, Tân An lấy theo

tiêu chuẩn A<sub>1</sub> và A<sub>2</sub> (QCVN 08-MT:2015/BTNMT – Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về nước mặt) [14]; Tại vị trí biên hạ: Dinh Bà, Soài Rạp, Lòng Tàu và Thị Vải lấy theo tiêu chuẩn A<sub>2</sub> và B<sub>1</sub> (QCVN 08 – MT: 2015/BTNMT – Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về nước mặt).

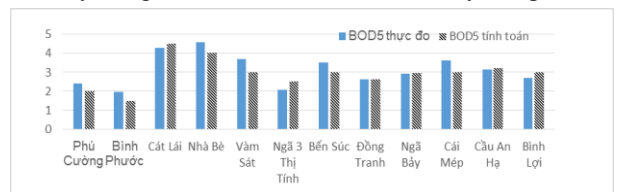
Nồng độ tại các điểm xả: Được xác định dựa trên phân tích của nhóm nghiên cứu năm 2018. Phương pháp lấy mẫu nước thải dựa theo Thông tư 24/2017/TT-BTNMT về quy định kỹ thuật quan trắc môi trường, phương pháp bảo quản và xử lý mẫu theo TCVN 6663-3:2008 và tuân thủ theo hệ thống quản lý chất lượng ISO 9001:2008. Các thông số chất lượng nước được sử dụng để phục vụ tính toán trong mô hình chất lượng nước được thể hiện trong Bảng 5.

**Bảng 5.** Các thông số chất lượng nước

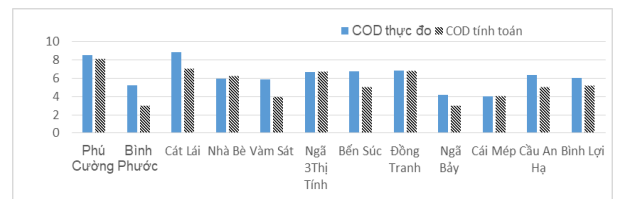
STT	Mô tả	Kiểu	Giá trị	Thứ nguyên
1	Nhiệt độ: Vĩ độ	Hằng số	55	Độ
2	Nhiệt độ: Bức xạ mặt trời hấp thụ tối đa.	Hằng số	5000	1/ngày
3	Nhiệt độ: Sự dịch chuyển của bức xạ mặt trời tối đa từ 12h pm	Hằng số	1	h
4	Nhiệt độ: Bức xạ nhiệt phát ra	Hằng số	1600	1/ngày
5	Quá trình oxy: Hô hấp của động vật và thực vật	Hằng số	3	1/ngày
6	Quá trình oxy: Hệ số nhiệt độ.	Hằng số	1,02	Phi thứ nguyên
7	Tốc độ phân rã ở 20°C	Hằng số	0,5	1/ngày
8	Nồng độ oxy bão hòa	Hằng số	2	mg/l

b. Hiệu chỉnh mô hình

Đồ thị so sánh giữa tính toán và thực đo của BOD<sub>5</sub> được trình bày trong Hình 7 và COD được trình bày trong Hình 8.



**Hình 7.** Đồ thị so sánh giữa tính toán và thực đo của BOD<sub>5</sub> với sai số 8,24%



**Hình 8.** Đồ thị so sánh giữa tính toán và thực đo của COD với sai số 8,84%

Dựa vào kết quả tính toán hiệu chỉnh mô hình chất lượng nước (Hình 7 và Hình 8), có thể thấy rằng không có sự chênh lệch lớn giữa số liệu thực đo và tính toán, % sai số vẫn nằm trong giới hạn cho phép. Cụ thể, đối với BOD<sub>5</sub> % sai số trung bình là 8,24% và COD là 8,84%.

### 3.3.3. Diễn biến chất lượng nước đến 2030

Do nồng độ các chất ô nhiễm vùng nội thành vào mùa khô lớn hơn mùa mưa, nên nghiên cứu này tập trung đánh giá diễn biến chất lượng nước vào 3 tháng mùa khô (từ 01/02/2016 đến 30/04/2016). Các sông chính và 5 tuyến kênh rạch trong khu vực thành phố Hồ Chí Minh được tập trung phân tích, bao gồm: (1) Sông chính: sông Sài Gòn, Sông Đồng Nai; (2) Kênh rạch: Hệ thống kênh Nhiêu Lộc – Thị Nghè, kênh Tân Hoá – Lò Gò, kênh, Tàu Hũ – kênh Đò – kênh Tê, kênh Bến Nghé, kênh Tham Lương – Bến Cát – Vàm Thuật.

– Trên nhánh sông Sài Gòn: Nồng độ BOD<sub>5</sub> cao nhất dao động trong khoảng 5,4 mg/l (đã vượt chuẩn A<sub>1</sub> – chuẩn A<sub>1</sub> có giá trị bằng 4, được sử dụng cho mục đích cấp nước sinh hoạt. Đạt chuẩn A<sub>2</sub> – chuẩn A<sub>2</sub> có giá trị bằng 6, dùng cho mục đích cấp nước sinh hoạt nhưng phải áp dụng công nghệ xử lý phù hợp. Theo QCVN 08-MT: 2015/BTNMT) đến 8,7 mg/l (đã vượt chuẩn A<sub>2</sub> nhưng đạt chuẩn B<sub>1</sub>). Mô phỏng diễn biến BOD<sub>5</sub> trong 3 tháng từ 01/02/2016 đến 30/04/2016 cho thấy, nồng độ BOD<sub>5</sub> đã có thời gian vượt chuẩn A<sub>1</sub>. Trong khi đó, nồng độ COD cao nhất dao động trong khoảng 9,3 mg/l (đạt chuẩn A<sub>1</sub>, A<sub>1</sub> có giá trị bằng 10) đến 14,4 mg/l (đạt chuẩn A<sub>2</sub>, A<sub>2</sub> có giá trị bằng 15).

– Trên nhánh Đồng Nai, một số vị trí cho thấy, nồng độ BOD<sub>5</sub> đã vượt chuẩn A<sub>1</sub>, khoảng từ 5,9 mg/l (đạt chuẩn A<sub>2</sub>) đến 6,4 mg/l (vượt chuẩn A<sub>2</sub> và đạt chuẩn B<sub>1</sub>). Trong khi đó, nồng độ COD thì dao động trong khoảng từ 10 mg/l đến 10,5 mg/l (vượt chuẩn A<sub>1</sub> 0,5 mg/l).

– Trên hệ thống kênh Nhiêu Lộc – Thị Nghè: Nồng độ BOD<sub>5</sub> cao nhất tại các vị trí trên hệ thống kênh Nhiêu Lộc – Thị Nghè cao hơn trên các sông chính, dao động trong khoảng 8,4 mg/l – 11 mg/l (nằm trong chuẩn A<sub>2</sub> đến B<sub>1</sub>). Cùng xu hướng với nồng độ BOD<sub>5</sub>, nồng độ COD cao nhất tại các vị trí trên hệ thống kênh này cũng cao hơn trên các sông chính, dao động trong khoảng 14 mg/l (đạt chuẩn A<sub>2</sub>) – 17,3 mg/l (nằm trong khoảng A<sub>2</sub> – B<sub>1</sub>).

– Hệ thống kênh Tân Hoá – Lò Gò: Nồng độ BOD<sub>5</sub> tại khu vực này đạt khoảng 6 mg/l. Dao động không nhiều từ 6,00 mg/l đến 6,06 mg/l (đạt chuẩn A<sub>2</sub>). Trong khi đó, nồng độ COD tại khu vực này dao động khá cao từ 8,5 mg/l đến 16,8 mg/l (đạt chuẩn A<sub>1</sub> – B<sub>1</sub>).

– Hệ thống kênh Tàu Hũ – kênh Đò – kênh Tê: Nồng độ BOD<sub>5</sub> cao nhất tại khu vực này đạt khoảng 8,2 mg/l, dao động từ 5,8 mg/l (đạt chuẩn A<sub>2</sub>) đến 8,2 mg/l (nằm trong chuẩn B<sub>1</sub>). Nồng độ COD cao nhất tại khu vực này đạt khoảng 13,5 mg/l (đạt chuẩn A<sub>2</sub>) và dao động từ 8,8 mg/l (đạt chuẩn A<sub>1</sub>) đến 16,5 mg/l (đạt chuẩn A<sub>2</sub>).

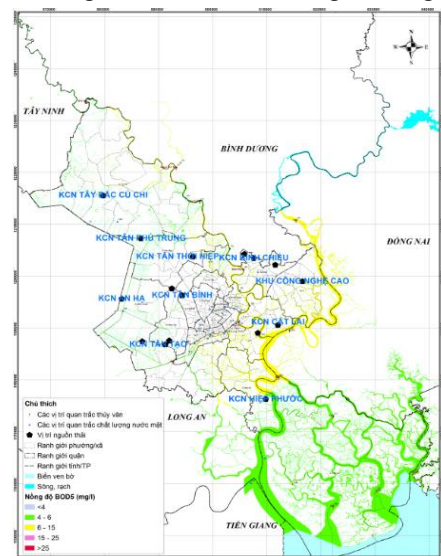
– Hệ thống kênh Bến Nghé: Nồng độ BOD<sub>5</sub> cao nhất tại các vị trí trên hệ thống kênh Bến Nghé cao hơn trên các sông chính, dao động trong khoảng 5,2 mg/l – 8,3 mg/l (đạt chuẩn A<sub>2</sub> – B<sub>1</sub>). Trong khi đó, nồng độ COD cao nhất tại các vị trí trên hệ thống kênh Bến Nghé cao hơn trên các sông chính, dao động trong khoảng 9,4 mg/l – 16,4 mg/l (nằm trong khoảng A<sub>1</sub> đến B<sub>1</sub>).

– Hệ thống kênh Tham Lương – Bến Cát – Vàm Thuật: Nồng độ BOD<sub>5</sub> cao nhất tại các vị trí trên hệ thống kênh Tham Lương – Bến Cát – Vàm Thuật dao động trong

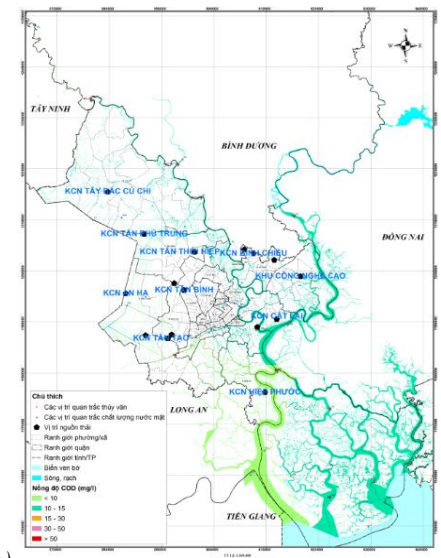
khoảng 4,7 mg/l – 8,5 mg/l (đạt chuẩn A<sub>2</sub> – B<sub>1</sub>). Nồng độ COD cao nhất tại các vị trí trên hệ thống kênh Hệ thống kênh Tham Lương – Bến Cát – Vàm Thuật dao động trong khoảng 8,6 mg/l (đạt chuẩn A<sub>1</sub>) – 16,6 mg/l (vượt chuẩn A<sub>2</sub> 1,6 mg/l). Phân bố nồng độ BOD<sub>5</sub> và nồng độ COD cao nhất trong 3 tháng từ 01/02/2016 đến 30/04/2016 được trình bày trong Hình 9.

Khi hoàn thiện quy hoạch KCX/KCN và phát triển đô thị thì lượng nước thải tăng lên rõ rệt. Điều này làm cho các kênh rạch ô nhiễm trầm trọng hơn, nồng độ các chất tại các rạch nhỏ tăng lên, trong khi các sông chính không thay đổi đáng kể (dưới 3%). Hệ thống kênh rạch thì có sự thay đổi, cụ thể:

Trên hệ thống kênh Nhiêu Lộc – Thị Nghè: Nồng độ BOD<sub>5</sub> cao nhất tại các vị trí trên hệ thống kênh Nhiêu Lộc – Thị Nghè tăng khoảng 0,56 mg/l còn nồng độ COD cao nhất tăng khoảng 0,86 mg/l. Hệ thống kênh Tân Hoá – Lò Gò: Trong khi nồng độ BOD<sub>5</sub> tại khu vực này tăng 1,27 mg/l thì nồng độ COD cao nhất tăng 1,86 mg/l.



(a)



(b)

Hình 9. Nồng độ BOD<sub>5</sub> (a) và nồng độ COD (b) phân bố trên toàn hệ thống sông rạch Thành phố Hồ Chí Minh

Hệ thống kênh Tàu Hũ – kênh Đồi – kênh Tê: Nồng độ BOD<sub>5</sub> và nồng độ COD trên nhánh sông này tăng không đáng kể. Hệ thống kênh Bến Nghé: Nồng độ BOD<sub>5</sub> cao nhất tại các vị trí trên hệ thống kênh Nhiều Lọc – Thị Nghè tăng khoảng 1,06 mg/l còn nồng độ COD cao nhất tăng khoảng 1,16 mg/l. Hệ thống kênh Tham Lương – Bến Cát – Vàm Thuật: Trong khi nồng độ BOD<sub>5</sub> cao nhất tại các vị trí trên hệ thống kênh Nhiều Lọc – Thị Nghè tăng khoảng 0,6 mg/l thì nồng độ COD cao nhất tăng khoảng 1 mg/l. Phân bố nồng độ BOD<sub>5</sub> và nồng độ COD cao nhất trong 3 tháng từ 01/02/2030 đến 30/04/2030 được trình bày trong Hình 10.

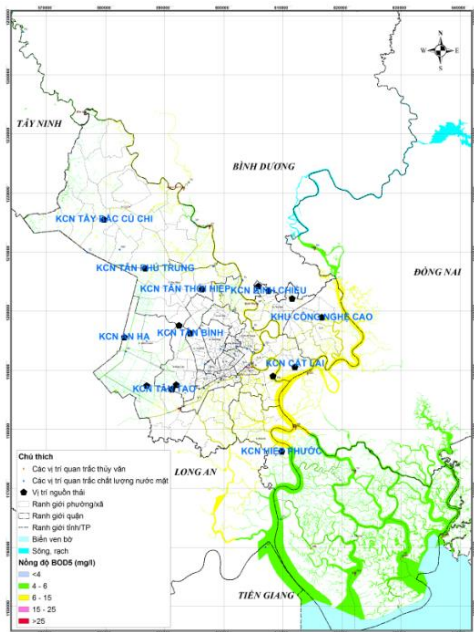
**4. Kết luận**

Kết quả chất lượng nước mặt trên hệ thống các sông rạch chính khu vực Thành phố Hồ Chí Minh mô phỏng bằng mô hình MIKE 11 Ecolab cho thấy, đối với mục tiêu cấp nước trên sông Sài Gòn và Đồng Nai, chất lượng BOD<sub>5</sub> và COD cao nhất đã vượt tiêu chuẩn cấp nước A<sub>1</sub>. Nồng độ BOD<sub>5</sub> và COD trong các kênh rạch nội đồng cao hơn so với các sông chính. Khi hoàn thiện quy hoạch KCX/KCN và phát triển đô thị thì nồng độ các chất tại các rạch nhỏ tăng lên, trong khi các sông chính không thay đổi đáng kể (dưới 3%). Kết quả mô phỏng trong nghiên cứu này chỉ tập trung đến 2 nguồn thải từ khu công nghiệp và dân cư và chưa tính đến các nguồn thải từ các doanh nghiệp, bệnh viện... Theo đó, trong tương lai, nhóm nghiên cứu sẽ tiếp tục tính toán để kết quả mô phỏng có độ chính xác cao hơn. Nghiên cứu này phục vụ cho quy hoạch phát triển kinh tế - xã hội cũng như quy hoạch các KCN/KCX trong tương lai.

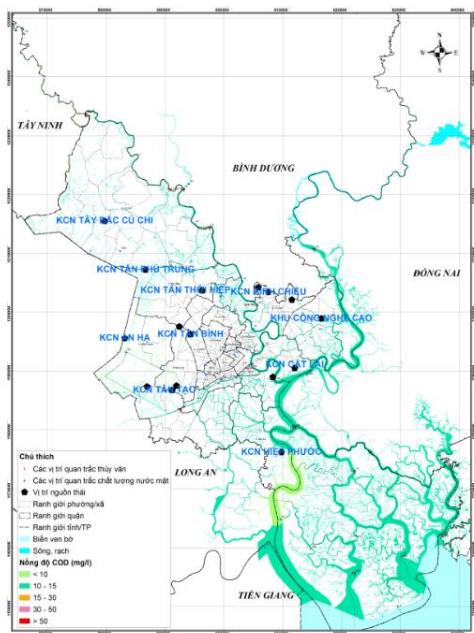
**Lời cảm ơn:** Nghiên cứu sử dụng số liệu đề tài: “Thiết lập bản đồ lan truyền ô nhiễm đối với nguồn nước trên địa bàn thành phố”, theo hợp đồng Số 166/2017/HÀ-SKHCN, ngày 18/10/2017. Nghiên cứu sinh được hỗ trợ bởi chương trình học bổng đào tạo thạc sĩ, tiến sĩ trong nước của Quỹ Đổi mới sáng tạo Vingroup.

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1] Sở Tài nguyên và Môi trường Tp. Hồ Chí Minh, Báo cáo tóm tắt hiện trạng chất lượng môi trường Tp. Hồ Chí Minh năm 2018, 2018.
- [2] Hoàng Thị Thanh Thủy, Từ Thị Cẩm Loan, Nguyễn Như Hà Vy, “Nghiên cứu địa hóa môi trường một số kim loại nặng trong trầm tích sông rạch tại TP. Hồ Chí Minh”, *Tạp chí Phát triển KH&CN*, tập 10 (1), 2007.
- [3] HIDS, Báo cáo tóm tắt quy hoạch tổng thể phát triển kinh tế - xã hội thành phố Hồ Chí Minh đến năm 2020, tầm nhìn đến năm 2025, 2013, pp. 115.
- [4] Tổng cục thống kê, *Niên giám thống kê 2019*, Nhà xuất bản Thống kê, 2019.
- [5] EIXI, ESIA Draft Report – Package FRMPPTAF 02: Environmental and Social Impact Assessment, and Environmental and Social Management Plan, Ho Chi Minh City Steering Center of the Urban Flood Control Program, 2015.
- [6] Quyết định số 729/QĐ-TTg của Thủ tướng chính phủ về Phê duyệt Quy hoạch cấp nước Thành phố Hồ Chí Minh đến năm 2025.
- [7] Viện Quy hoạch Thủy lợi miền nam, Báo cáo về Quy hoạch thủy lợi Thành phố Hồ Chí Minh phục vụ sản xuất nông nghiệp đến năm 2020, tầm nhìn đến năm 2025, 2014.
- [8] Gasperi, J., Dris, R., Bonin, T., Rocher, V., Tassin, B., “Assessment of floating plastic debris in surface water along the Seine River”. *Environmental Pollution*, Volume 195, December 2014, 2014, pp. 163–166.
- [9] Tổng cục dân số - Quỹ dân số liên hợp quốc, *Dự báo dân số Việt Nam 2014 – 2049*, Nhà xuất bản Thông tấn Hà Nội, 2016, tr 82-83.
- [10] Huỳnh Chức, *Nghiên cứu cơ sở khoa học đánh giá và quản lý chất lượng nước các điểm nguồn cấp nước sinh hoạt trên sông Sài Gòn thuộc hệ thống sông Đồng Nai*, Viện Khoa học Thủy lợi Miền Nam, 2012.
- [11] Nghị định 80/2014/NĐ-CP, Nghị định về thoát nước và xử lý nước thải.
- [12] UBND TP.HCM, Tổng Công ty Cấp nước Sài Gòn, “Quy hoạch tổng thể cấp nước TP.HCM đến năm 2025”, 2017.
- [13] Denmark Hydraulic Institute (DHI), Mike 11 HD: River Model Setup and Modules Application Manual (Training exercise), 2011.
- [14] QCVN 08-MT:2015/BTNMT, Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước mặt.



(a)



(b)

**Hình 10.** Nồng độ BOD<sub>5</sub> (a) và nồng độ COD (b) phân bố trên toàn hệ thống sông rạch Thành phố Hồ Chí Minh ứng với khi hoàn thiện quy hoạch KCX/KCN và phát triển đô thị năm 2030