TẠP CHÍ
KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN

Check for updates

Bài báo khoa học

Xây dựng bản đồ phân vùng chất lượng nước trong hệ thống kênh, rạch nội đô thành phố Hồ Chí Minh dựa trên kết quả quan trắc

Nguyễn Việt Hưng[1]*, Lê Ngọc Quyền[2], Lê Thị Phương Trúc[1], Nguyễn Thị Thu Thảo[1], Huỳnh Thị Phương Trang[1], Phạm Thị Vân Thảo[1], Trương Thị Thùy Trang[1], Phạm Trương Hoài Thắm[1], Tạ Thanh Lan[1], Trần Thị Mai Trang[1], Trần Thanh Đào[1]

[1] Trung Tâm Quản lý Hạ tầng Kỹ thuật Thành phố Hồ Chí Minh; nguyenviethungtv@gmail.com; lethiphuongtruc@gmail.com; tranthanhdao1808@gmail.com, nguyenthao.goden@gmail.com; tranghuynhla1995@gmail.com; phamthivanthao@gmail.com; truongthithuytrang778@gmail.com; phamtruonghoaitham9895@gmail.com; thanhlan.bachkhoa@gmail.com

[2] Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Nam Bộ; quyentccb@gmail.com

*Tác giả liên hệ: nguyenviethungtv@gmail.com; Tel.: +84–964081122

Ban Biên tập nhận bài: 15/1/2023; Ngày phản biện xong: 22/2/2023; Ngày đăng bài: 25/2/2023

Tóm tắt: Phân vùng chất lượng nước dựa trên điều kiện sử dụng phục vụ cho mục đích quản lý, quy hoạch môi trường nói chung và công tác quản lý môi trường đô thị nói riêng, trong đó có chất lượng môi trường nước. Bản đồ phân vùng chất lượng nước thường sử dụng như công cụ đánh giá đa tiêu chí do công cụ này dễ áp dụng, điều chỉnh, có thể tích hợp nhiều chỉ số khác nhau. Trong đó, kỹ thuật GIS và viễn thám được sử dụng để thể hiện sự phân bố không gian, theo các hạng mục phân loại đã chọn. Nghiên cứu này sử dụng tiêu chuẩn WQI để xây dựng bản đồ phân vùng chất lượng nước trong hệ thống kênh, rạch nội đô thành phố Hồ Chí Minh dựa trên kết quả quan trắc thu thập từ Trung tâm Quan trắc môi trường thành phố (từ 2012–2020) và từ nguồn số liệu quan trắc bổ sung của nghiên cứu này (2021), từ đó đánh giá được sự thay đổi của CLN 05 tuyến kênh rạch nội đô TPHCM. Nghiên cứu áp dụng phương pháp nội suy theo khoảng cách giữa các điểm quan trắc và các điểm mặt cắt kênh rạch để xây dựng bản đồ phân vùng chất lượng nước.

Từ khóa: Chất lượng nước; TP.HCM; WQI; Phân vùng chất lượng nước.

1. Đặt vấn đề

Nước là nguồn tài nguyên thiên nhiên vô cùng quan trọng đối với đời sống con người, là môi trường trong đó diễn ra các quá trình sống, có vai trò quyết định trong việc đảm bảo cuộc sống con người. Tuy nhiên, môi trường nước mặt ở các đô thị đã đang đối mặt với tình trạng ô nhiễm nghiêm trọng do sự gia tăng nhanh dân số, công nghiệp hóa và đô thị hóa thiếu kiểm soát. Là một đô thị lớn, TPHCM cũng đang phải đối mặt với vấn đề nước thải công nghiệp và sinh hoạt xả trực tiếp ra hệ thống sông, kênh rạch mà chưa được xử lý gây ô nhiễm nguồn nước mặt một cách nghiêm trọng, làm ảnh hưởng tới đời sống sinh hoạt của người dân. Các kênh rạch của TPHCM bị ô nhiễm nặng nề như kênh Tân Hoá–Lò Gốm, kênh Tham Lương–Bến Cát–Vàm Thuật, kênh Đôi–kênh Tẻ; Tàu Hũ–Bến Nghé và Nhiêu Lộ–Thị Nghè. Đây là 05 hệ thống kênh, rạch chính của nội đô TPHCM, được thành phố quan tâm cải tạo thông

qua nhiều dự án. Ngoài kiểm soát ô nhiễm CLN, các dự án còn kết hợp kiểm soát ngập để góp phần giải quyết tình trạng ngập lụt là những mục tiêu quan trọng nhất của công cuộc bảo vệ môi trường, phát triển kinh tế TPHCM bền vững [1–5].

Qua khảo sát thực tế thời gian gần đây của các cơ quan hữu trách, có thể thấy rõ hiện nay kênh, rạch TPHCM vẫn đang tiếp tục bị ô nhiễm nghiêm trọng. Những tuyến kênh như kênh Đôi, kênh Tàu Hũ, kênh Vàm Thuật, kênh Tân Hoá–Lò Gốm, kênh Tham Lương–Bến Cát, … đều có thực trạng mặt nước đen kịt, mùi hôi nồng nặc bốc lên. Đặc biệt, một số tuyến kênh nằm sát sông Sài Gòn cũng xảy ra tình trạng ô nhiễm khi thuỷ triều xuống do nằm giữa khu dân cư đông đúc.

Hơn nữa, nhiều tuyến kênh, rạch bị lấn chiếm, xây nhà lấn chiếm mặt nước không được kiểm soát như ở khu vực kênh Tàu Hũ, kênh Tẻ, kênh Đôi, kênh Phú Định… khiến cho hành lang kênh, rạch, mỹ quan đô thị bị ảnh hưởng. Tình trạng này đã xuất hiện nhiều năm nhưng chưa được giải quyết triệt để. Đến nay có một số tuyến kênh đã thực sự "chết" khi quá ô nhiễm, rác thải che lấp kênh làm mất đi khả năng thoát, trao đổi nước, làm môi trường nước tù đọng, tiềm ẩn những dịch bệnh khó lường như một số tuyến kênh ở quận Bình Tân, Tân Phú và Bình Chánh [6].

Hệ thống kênh, rạch thành phố nói chung đều đang bị ô nhiễm nghiêm trọng do nước thải sản xuất, công nghiệp, y tế và hơn 1,7 triệu m3/ngày nước thải sinh hoạt và các nguồn thải khác hầu như chưa qua xử lý mà thải trực tiếp ra kênh, sông. Theo khảo sát của Sở Tài nguyên và Môi trường TPHCM năm 2018 cho thấy, hầu hết nguồn nước mặt hệ thống kênh, rạch đang bị ô nhiễm nghiêm trọng, nguyên nhân là do tiếp nhận lượng lớn nước thải đã xử lý lẫn chưa xử lý của các cơ sở sản xuất, các cơ sở y tế, khám chữa bệnh, nhất là nước thải của 13 cụm công nghiệp đang hoạt động trên địa bàn các Quận 7, 8, 12, Bình Tân, Thủ Đức, Bình Chánh, Củ Chi, Hóc Môn. Nồng độ các chất ô nhiễm nước mặt trong hệ thống kênh, rạch nội đô thành phố thường rất cao: chất rắn lơ lửng (SS), nhu cầu ôxy sinh hóa (BOD_5), nhu cầu ôxy hóa học (COD), NO_2^-, NO_3^- gấp từ 2–5 lần, thậm chí 10–20 lần so với quy chuẩn (QCVN 08:2008/BTNMT) cho phép. Chính quyền đã nỗ lực cải tạo hệ thống kênh, rạch, xóa bỏ và di dời các khu nhà ở tạm bợ, đặc biệt ở hai hệ thống kênh Nhiêu Lộc–Thị Nghè (NL–TN) và Tàu Hủ–Bến Nghé (TH–BN) [7–8].

Để đánh giá tổng quát và định lượng về CLN, nhiều quốc gia trên thế giới [9–13], trong đó có Việt Nam [14–17] đã sử dụng Chỉ số chất lượng nước (Water Quality Index – WQI) [9–13]. WQI là một thông số "tổ hợp" được tính toán từ nhiều thông số CLN riêng biệt theo một phương pháp xác định. Thang điểm WQI thường là từ 0 (ứng với CLN xấu nhất) đến 100 (ứng với CLN tốt nhất). Với WQI, có thể giám sát diễn biến tổng quát về CLN, so sánh được chất lượng nước các sông, kênh, rạch, thông tin cho cộng đồng và các nhà hoạch định chính sách hiểu về CLN, có thể bản đồ hoá CLN…. Với những ưu điểm đó, hiện nay WQI được xem là một công cụ hữu hiệu phục vụ quản lý nguồn nước.

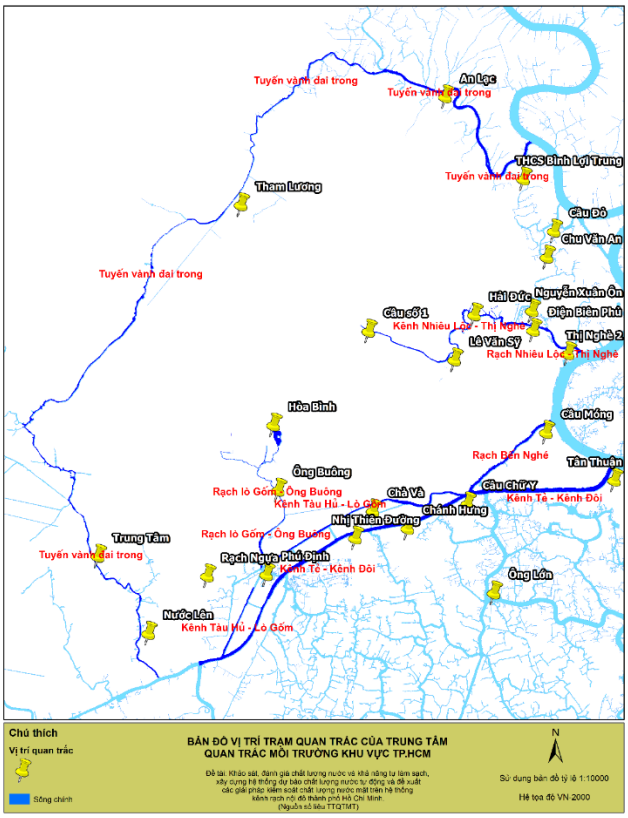
Nghiên cứu phân vùng chất lượng nước theo WQI và đánh giá khả năng sử dụng các nguồn nước sông, kênh rạch đã được khá nhiều nghiên cứu thực hiện ở Việt Nam. Các kết quả nghiên cứu đã nêu rõ diễn biến chất lượng nước các sông rạch chính theo không gian và thời gian; thiết lập hệ thống WQI phù hợp áp dụng cho từng sông, kênh rạch cho các khu vực nghiên cứu khác nhau [18–20]. Các nghiên cứu về phân vùng CLN áp dụng cho khu vực TPHCM hầu hết có phạm vi không gian nghiên cứu tập trung vào các đối tượng cụ thể như dòng chính trên sông Sài Gòn, các kênh có các vấn đề lớn về ô nhiễm hay tiếp nhận nước thải từ các KCN, còn chi tiết ch toàn bộ hệ thống kênh rạch nôi đô thành phố thì vẫn còn bỏ ngỏ do khó khăn về thiếu nguồn dữ liệu để tính toán. Chính vì vậy, nghiên cứu này đã thực hiện việc xây dựng bản đồ phân vùng CLN trên hệ thống kênh rạch nội đô thành phố, sau khi đã thu thập toàn bộ bộ số liệu CLN từ Trung tâm Quan trắc môi trường thành phố (từ năm 2012–2020 [21]; và tiến hành quan trắc bổ sung các thông số CLN trên toàn bộ hệ thống kênh rạch (5 kênh), thực hiện nhiều đợt đo các thông số CLN tại toàn bộ các cửa xả (183 cửa xả) vào hệ thống kênh rạch nội đô thành phố [22].

Để lập và hiển thị bản đồ phân vùng CLN, nghiên cứu này đã thực hiện xây dựng công cụ với ba chức năng chính sau: Nội suy, phân tích khách quan từ số liệu khảo sát và tính toán để chuyển về số liệu trên các nút lưới đều trong không gian; Thực hiện các phép toán thể hiện bản đồ phân bố bằng đường đồng mức và bằng tô màu vùng cùng giá trị; Chồng lớp với các lớp bản đồ nền: giao thông, thủy hệ, nhà ở dân cư, hiển thị bản đồ phân vùng lên bản đồ nền GIS.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Khu vực nghiên cứu

Khu vực nghiên cứu là toàn bộ lưu vực năm hệ thống kênh rạch chính trong nội đô TP HCM gồm: kênh Nhiêu Lộc–Thị Nghè, Tân Hoá–Lò Gốm, Tàu Hủ–kênh Đôi–kênh Tẻ, Bến Nghé và Tham Lương–Bến Cát–Vàm Thuật với tổng chiều dài khoảng 55 km (Hình 1).



Hình 1. Bản đồ vùng nghiên cứu chính bao gồm 5 hệ thống kênh rạch chính vùng nội thành và vị trí các trạm quan trắc CLN [21–22].

- Hệ thống kênh Nhiêu Lộc–Thị Nghè: hệ thống thoát nước chính tự nhiên cho nhiều lưu vực thuộc các quận nội thành TPHCM (Tân Bình, Gò Vấp, Phú Nhuận, Bình Thạnh, quận 10, quận 3 và quận 1) đổ ra sông Sài Gòn. Hệ thống có lưu vực khoảng gần 3.000 ha, chiều dài dòng chính của kênh là 9.470 m, các chi lưu có chiều dài tổng cộng 8.716 m. Dọc theo kênh có 59 cửa xả.

- Hệ thống kênh Tân Hoá–Lò Gốm: nằm trong khu cận trung tâm của nội thành, tuyến kênh chính có có diện tích khoảng 1.484 ha, chiều dài khoảng 7,6 km chạy từ hướng Đông Bắc xuống Tây Nam thành phố đi ngang qua các quận: Tân Bình, quận 11, quận 6, quận 8. Dọc theo kênh có 48 cửa xả.

- Hệ thống kênh Tàu Hũ–kênh Đôi–kênh Tẻ: nằm ngay ở phía Nam trung tâm thành phố. Hệ thống kênh này chảy qua 7 quận: 4, 5, 6, 7, 8 và 11 với tổng độ dài 19,5 km. Dọc theo kênh có 5 cửa xả chính.

- Hệ thống kênh Bến Nghé: bắt đầu từ cửa sông Sài Gòn đến cầu chữ Y dài 3,15 km. Dọc theo kênh có 22 cửa xả.

- Hệ thống kênh Tham Lương–Bến Cát–Vàm Thuật: tuyến kênh quan trọng ở phía Bắc thành phố. Tuyến kênh dài 12 km, trong đó đoạn Vàm Thuật hiện còn rất rộng, lưu thông thuỷ và thoát nước khá tốt. Riêng đoạn kênh Tham Lương, từ cầu Chợ Cầu đến thượng nguồn đã bị bồi lấp, thu hẹp dòng chảy. Dọc theo kênh có 49 cửa xả.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Tính toán chỉ số WQI để đánh giá chất lượng môi trường nước kênh, rạch

a) Tính toán chỉ số WQI

Để mô tả định lượng về CLN và khả năng sử dụng của nguồn nước đó, nghiên cứu sử dụng chỉ số WQI – Water Quality Index. Phương pháp tính WQI được thực hiện theo hướng dẫn Kỹ thuật tính toán và công bố chỉ số chất lượng nước của Việt Nam (VN–WQI) ban hành theo Quyết định số 1460/QĐ–TCMT ngày 12 tháng 11 năm 2019 của Tổng cục Môi trường [23]. Số liệu tính toán WQI tuân theo cách sử dụng số liệu để tính toán VN–WQI.

Tính toán WQI thông số

Nhiệt độ, pH, BOD, COD, DO, N–NH_4^+, P–PO_4^{3-}, Ecoli và tổng Coliform, (trong đó N–NO_3^- không được quan trắc trong bộ số liệu của Trung tâm quan trắc môi trường – Chi cục Bảo vệ môi trường – Sở Tài nguyên và Môi trường TPHCM) theo công thức sau:

$$WQI_{SI} = \frac{q_i - q_{i+1}}{BP_{i+1} - BP_i}\left(BP_{i+1} - C_p\right) + q_{i+1} \quad (1)$$

Trong đó BP_i là nồng độ giới hạn dưới của giá trị thông số đo được quy định trong Bảng 1 tương ứng với mức i; BP_{i+1} là nồng độ giới hạn trên của giá trị thông số quan trắc được quy định trong Bảng 1 tương ứng với mức i+1; q_i là giá trị WQI ở mức i đã cho trong bảng tương ứng với giá trị BP_i; q_{i+1} là giá trị WQI ở mức i+1 cho trong bảng tương ứng với giá trị BP_{i+1}; Cp là giá trị của thông số quan trắc được đưa vào tính toán.

Bảng 1. Quy định các giá trị qi và BPi cho các thông số.

I	q_i	Giá trị BP_i quy định đối với từng thông số						
		BOD_5	COD	$N–NH_4$	$N–NO_3$	$P–PO_4$	Coliform	E. coli
			mg/L				MPN/100 mL	
1	100	≤4	≤10	<0,3	≤2	≤0,1	≤2.500	≤20
2	75	6	15	0,3	5	0,2	5.000	50
3	50	15	30	0,6	10	0,3	7.500	100
4	25	25	50	0,9	15	0,5	10.000	200
5	10	≥50	≥150	≥5	≥15	≥4	>10.000	>200

Trường hợp giá trị Cp của thông số trùng với giá trị BPi đã cho trong bảng, thì xác định được WQI của thông số chính bằng giá trị qi tương ứng.

Tính WQI đối với thông số DO

Tính toán thông qua giá trị DO% bão hòa:

Bước 1: Tính giá trị DO bão hòa theo công thức:

$$DO_{bão\ hòa} = 14{,}652 - 0{,}41022T + 0{,}0079910\ T^2 - 0{,}000077774\ T^3$$

T là nhiệt độ môi trường tại thời điểm quan trắc (°C).

- Tính giá trị DO% bão hòa:

$$DO_{\%bão\ hòa} = DO_{hòa\ tan} / DO_{bão\ hòa} \times 100$$

$DO_{hòa\ tan}$ là giá trị DO quan trắc được (mg/l).

Bước 2: Tính giá trị WQI_{DO}

$$WQI_{SI} = \frac{q_{i+1} - q_i}{BP_{i+1} - BP_i}\left(C_p - BP_i\right) + q_i \quad (2)$$

Trong đó C_p là giá trị DO% bão hòa; BP_i, BP_{i+1}, q_i, q_{i+1} là các giá trị tương ứng với mức i, i+1 trong Bảng 2.

Bảng 2. Quy định các giá trị BPI và q_i đối với DO% bão hòa.

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
BP_i	<20	20	50	75	88	112	125	150	200	>200
q_i	10	25	50	75	100	100	75	50	25	10

Nếu $DO_{\%\ bão\ hòa} < 20$ hoặc $DO_{\%\ bão\ hòa} > 200$, thì $WQI_{DO} = 10$
Nếu $20 < DO_{\%\ bão\ hòa} < 88$, thì WQI_{DO} tính theo công thức (2) và sử dụng Bảng 2.
Nếu $88 \le DO_{\%\ bão\ hòa} \le 112$, thì $WQI_{DO} = 100$
Nếu $112 < DO_{\%\ bão\ hòa} < 200$, thì WQI_{DO} tính theo công thức (1) và sử dụng Bảng 1.
Tính giá trị WQI đối với thông số pH

Bảng 3. Quy định các giá trị BPI và qi đối với thông số pH.

i	1	2	3	4	5	6
BP_i	< 5,5	5,5	6	8,5	9	> 9
q_i	10	50	100	100	50	10

Nếu pH < 5,5 hoặc pH > 9, thì $WQI_{pH} = 10$
Nếu 5,5 < pH < 6, thì WQI_{pH} tính theo công thức 2 và sử dụng Bảng 3.
Nếu 6 ≤ pH ≤ 8,5, thì $WQI_{pH} = 100$.
Nếu 8,5 < pH < 9, thì WQI_{pH} tính theo công thức 1 và sử dụng Bảng 3.

b) Tính toán WQI

Sau khi tính WQI đối với từng thông số nêu trên, tính toán WQI cuối cùng được áp dụng theo công thức sau:

$$WQI_{SI} = \frac{WQI_I}{100} \times \frac{\left(\prod_{i=1}^{n} WQI_{II}\right)^{1/n}}{100} \times \frac{\left(\prod_{i=1}^{m} WQI_{III}\right)^{1/m}}{100} \times \left[\frac{1}{k}\sum_{i=1}^{k} WQI_{IV} \times \frac{1}{l}\sum_{i=1}^{l} WQI_V\right]^{1/2} \quad (3)$$

Trong đó WQI_I là kết quả tính toán đối với thông số nhóm I (pH); WQIII là kết quả tính toán đối với các thông số nhóm II (không có); WQI_{III} là kết quả tính toán đối với các thông số nhóm III (không có); WQIIV là kết quả tính toán đối với các thông số nhóm IV (DO, BOD_5, COD, $N–NH_4$, $N–NO_3$, $P–PO_4$); WQIV là kết quả tính toán đối với thông số nhóm V (Coliform, Ecoli).

So sánh chỉ số chất lượng nước đã được tính toán:

Bảng 4. Các mức VN_WQI và sự phù hợp với mục đích sử dụng.

Khoảng giá trị WQI	Chất lượng nước	Phù hợp với mục đích sử dụng	Màu sắc
91–100	Rất tốt	Sử dụng tốt cho mục đích cấp nước sinh hoạt	Xanh nước biển
76–90	Tốt	Sử dụng cho mục đích cấp nước sinh hoạt nhưng cần các biện pháp xử lý phù hợp	Xanh lá cây
51–75	Trung bình	Sử dụng cho mục đích tưới tiêu và các mục đích tương đương khác	Vàng

Khoảng giá trị WQI	Chất lượng nước	Phù hợp với mục đích sử dụng	Màu sắc
26–50	Kém	Sử dụng cho giao thông thủy và các mục đích tương đương khác	Da cam
10–25	Ô nhiễm nặng	Nước ô nhiễm nặng, cần các biện pháp xử lý trong tương lai	Đỏ
<10	Ô nhiễm rất nặng	Nước ô nhiễm độc, cần có biện pháp khắc phục, xử lý	Nâu

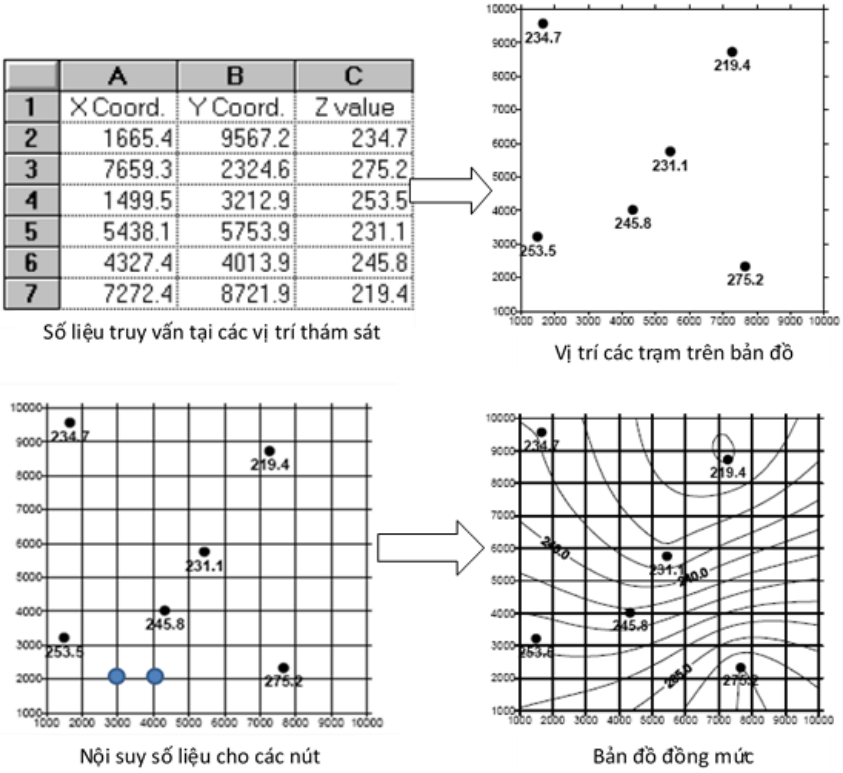
2.2.2. Phương pháp xây dựng bản đồ phân vùng chất lượng nước dựa trên kết quả quan trắc

Để lập và hiển thị bản đồ phân vùng CLN, nghiên cứu đã thực hiện xây dựng công cụ với ba chức năng chính sau:

- Nội suy, phân tích khách quan từ số liệu khảo sát và tính toán để chuyển về số liệu trên các nút lưới đều trong không gian.
- Thực hiện các phép toán thể hiện bản đồ phân bố bằng đường đồng mức và bằng tô màu vùng cùng giá trị.
- Chồng lớp với các lớp bản đồ nền: giao thông, thủy hệ, nhà ở dân cư…, hiển thị bản đồ phân vùng lên bản đồ nền GIS.

a) Lập bản đồ phân bố

Nội suy hay Phân tích khách quan là một quá trình biến đổi thông tin từ những vị trí thám sát được phân bố ngẫu nhiên trong không gian thành số liệu trên những nút lưới điều hòa trong không gian. Ngoài khả năng tái tạo, một sơ đồ phân tích khách quan còn thực hiện nội suy trơn, phát hiện và khử đi số liệu xấu, và thực hiện phân tích nội bộ kiên định. Quá trình được mô tả một cách tổng quát như Hình 2:



Hình 2. Mô tả tổng quát các bước thiết lập bản đồ phân vùng chất lượng nước.

Nghiên cứu lựa chọn phương pháp Kriging để tính toán nội suy lưới số liệu chất lượng nước. Phương pháp nội suy Kriging tính toán gần đúng các giá trị chưa biết bằng công thức nội suy tuyến tính có trọng số của các giá trị thám sát:

$$\widehat{v} = \sum_{j=1}^{n} w_j \times v_j ; \sum_{j=1}^{n} w_j = 1 \quad (4)$$

Trong đó $\hat{v}$: giá trị chưa biết, cần tính toán; w_j: Hàm trọng số; v_j: Giá trị tại các điểm thám sát.

Sai số r_i của hàm nội suy tuyến tính được xác định bằng sai số giữa tính toán và thám sát tại cùng một điểm:

$$\tau_i = \widehat{v} - v_i \quad (5)$$

Sai số trung bình được tính toán theo công thức:

$$m_\tau = \frac{1}{k}\sum_{i=1}^{k} \tau_i = \frac{1}{k}\sum_{i=1}^{k} \widehat{v}_i - v_i \quad (6)$$

Khi đó sai số khác biệt là:

$$\delta_R^2 = \frac{1}{k}\sum_{i=1}^{k} \left(\tau_i - m_R\right)^2 = \frac{1}{k}\sum_{i=1}^{k} \left[\widehat{v}_i - v_i - \frac{1}{k}\sum_{i=1}^{k}\left(\widehat{v}_i - v_i\right)\right]^2 \quad (7)$$

b) Hiển thị bản đồ phân bố

Kết quả truy vấn, nội suy bằng phương pháp trình bày trong phần 1 là các lưới số liệu với các nút lưới là các giá trị nội suy tương ứng. Để hiển thị bản đồ phân vùng CLN, cần thực hiện các bước sau:

- Nội suy số liệu CLN tại các điểm khảo sát để tạo lưới số liệu CLN tương ứng.
- Chồng lớp với các lớp GIS: thủy hệ để thể hiện bản đồ phân bố CLN.
- Thể hiện các giá trị CLN từng ô được chia tương ứng với các mặt cắt sông, kênh–rạch.

Để xây dựng bản đồ phân vùng chất lượng nước bằng áp dụng phương pháp nội suy theo khoảng cách giữa các điểm quan trắc và các điểm mặt cắt sông. Cụ thể: số điểm quan trắc thường xuyên gồm 48 điểm quan trắc, số điểm quan trắc bổ sung do đề tài thực hiện là 183 điểm tại cửa xả nước thải. Hệ thống kênh rạch nội đô được đề tài chia thành 209 mặt cắt (số liệu từ Trung tâm Quản lý Hạ tầng kỹ thuật). Các số liệu chất lượng nước và WQI tại các điểm đo trong một đoạn kênh –r ạch được tính toán nội suy cho các mặt cắt thuộc đoạn kênh rạch đó, kết quả sẽ có được các giá trị nội suy cho các mặt cắt. Bước tiếp theo là thực hiện hiển thị đa giác mà mặt cắt đại diện với màu tương ứng với giá trị chất lượng nước, chồng lớp với các lớp bản đồ GIS để có được kết quả bản đồ phân vùng chất lượng nước.

3. Kết quả và thảo luận

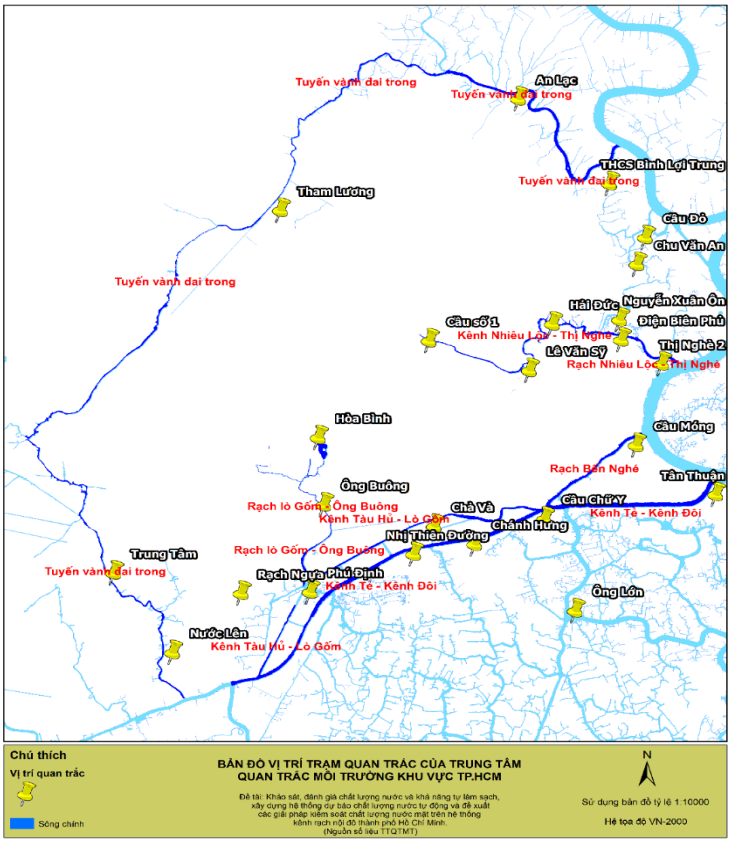
3.1. Số liệu quan trắc CLN trên kênh rạch nội đô TPHCM phục vụ tính toán và xây dựng bản đồ

3.1.1. Số liệu thu thập từ Trung tâm Quan trắc Môi trường thành phố

Các trạm quan trắc nước kênh, rạch: Năm 2001, hệ thống quan trắc CLN của TPHCM bổ sung 10 trạm quan trắc trên các kênh, rạch chính nội thành gồm: Cầu Tham Lương, Cầu An Lộc (Tham Lương–Bến Cát–Vàm Thuật), Cầu Lê Văn Sỹ, Cầu Điện Biên Phủ (NL–TN), Cầu Chà Và, Cầu Nhị Thiên Đường, Bến Phú Định, Rạch Ruột Ngựa (Bến Nghé–Tàu Hủ–Đôi–Tẻ), Cầu Ông Buông, Cầu Hoà Bình (Tân Hoá–Lò Gốm). Năm 2014, bổ sung thêm 05 trạm quan trắc gồm Cầu số 1, Hải Đức, Thị Nghè 2, Cầu Chữ Y, Cầu Mống, nâng tổng số trạm quan trắc kênh, rạch lên 15 trạm, hiện nay số lượng trạm quan trắc là 24 trạm (Hình 3).

Tần suất quan trắc: Năm 2001 đến tháng 01/2005, quan trắc 02 lần/năm vào mùa khô (tháng 4) và mùa mưa (tháng 9). Từ tháng 01/2005, quan trắc CLN kênh, rạch nội thành tăng tần suất từ 02 lần lên 04 lần/năm (vào các tháng 2, 4, 9 và tháng 11). Từ năm 2014 đến nay, quan trắc CLN một tháng/lần và quan trắc bùn đáy 01 quý/lần.

Thông số quan trắc: gồm pH, nhiệt độ, DO, độ đục, độ dẫn điện/độ mặn, TSS, BOD_5, COD, PO_4^{3-}, NH_4^+, kim loại nặng (Pb, Cr, Cd, Cu, Mn), E.Coli và Coliform, dầu mỡ (Tiêu chuẩn so sánh: QCVN 08–MT:2015/BTNMT loại B2). Từ năm 2014 quan trắc thêm các chỉ tiêu kim loại nặng trong bùn đáy (Pb, As, Hg, Cd, Cu, Mn), độ kiềm, tổng–N, tổng–P, H_2S.



Hình 3. Hệ thống kênh, rạch và vị trí các trạm quan trắc CLN kênh, rạch TPHCM [21–22].

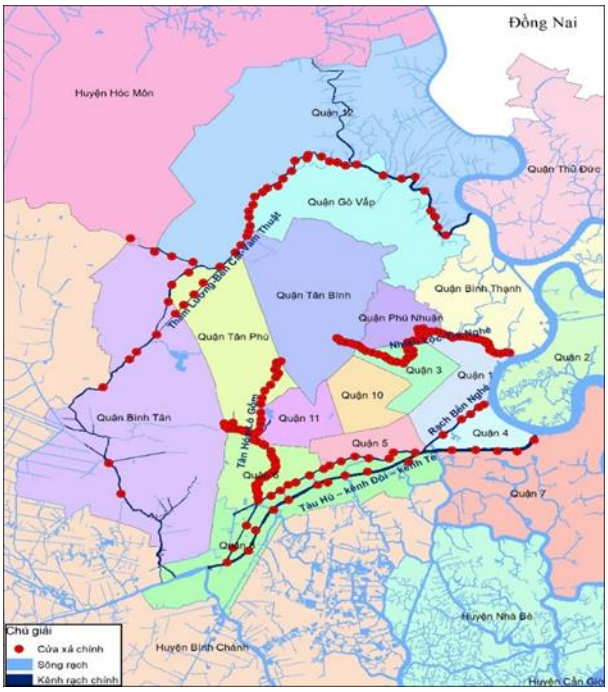
3.1.2. Số liệu quan trắc bổ xung từ nghiên cứu

Đợt đo số 1: Để đánh giá chất lượng nước kênh rạch theo chỉ số WQI theo thông tư số 279/QĐ–TCMT: Nghiên cứu đã xác định được các vị trí quan trắc chất lượng nguồn nước mặt. Các thông số thường được sử dụng để tính WQI là các thông số được quy định trong QCVN 08:2009/BTNMT bao gồm: pH, TSS, độ đục, nhiệt độ, DO, BOD, COD, Tổng P, Tổng N, Tổng coliform (Bảng 5).

Bảng 5. Thông số và tần suất quan trắc (bổ sung).

Lưu vực	Tổng vị trí quan trắc	Thông số quan trắc	Tần suất
Nhiêu Lộc–Thị Nghè	1	pH, TSS, độ đục, nhiệt độ, DO, BOD, COD, Tổng P, Tổng N, Tổng coliform	Lấy mẫu 1 lần/tháng tại 2 thời điểm đỉnh triều và chân triều trong 12 tháng
Tân Hóa–Lò Gốm	1		
Kênh Tẻ–Kênh Đôi	1		
Kênh Tàu Hũ–Bến Nghé	1		
Kênh TLương–BCát–VThuật	1		
5 hệ thống kênh rạch	5	10	

Đợt đo số 2: Để xác định được mức độ xả thải vào hệ thống kênh rạch, đánh giá CLN và làm số liệu đầu vào cho mô hình chất lượng nước kênh rạch. Với các thành phần quan trắc sau: BOD_5, COD, DO, Tổng N và Tổng P. Vị trí và tần suất quan trắc được thể hiện như trong hình 4 và bảng 6.



Hình 4. Hệ thống kênh, rạch và vị trí quan trắc bổ sung tại các cửa xả vào kênh, rạch nội đô thành phố [22].

Bảng 6. Thông số và tần suất quan trắc [22].

Lưu vực	Tổng số vị trí quan trắc	Thông số quan trắc	Tần suất
Nhiêu Lộc–Thị Nghè	52	BOD_5, COD, DO, Tổng N và Tổng P	Đợt đầu vào 1 ngày tháng 6; Đợt thứ 2 vào 1 ngày tháng 10; Mỗi ngày đo 2 lần lúc triều đạt chân và đỉnh
Tân Hóa–Lò Gốm	48		
Kênh Tẻ–Kênh Đôi	11		
Kênh Tàu Hũ–Bến Nghé	22		
Kênh T. Lương–B. Cát–V.Thuật	50		
5 hệ thống kênh rạch	183	5	

3.2. Phân vùng chất lượng nước kênh mùa khô giai đoạn 2012–2021

3.2.1. Phân bố và vùng chất lượng nước trong hệ thống kênh

Căn cứ vào kết quả tính toán giá trị WQI của kênh theo các năm được tổng hợp trong hình 6, chỉ số chất lượng nước WQI tại các điểm đo trên hệ thống kênh nội đô, phân vùng chất lượng nước mùa khô có tính tới số liệu quan trắc chất lượng nước bổ sung được thể hiện trong bản đồ hình 5.

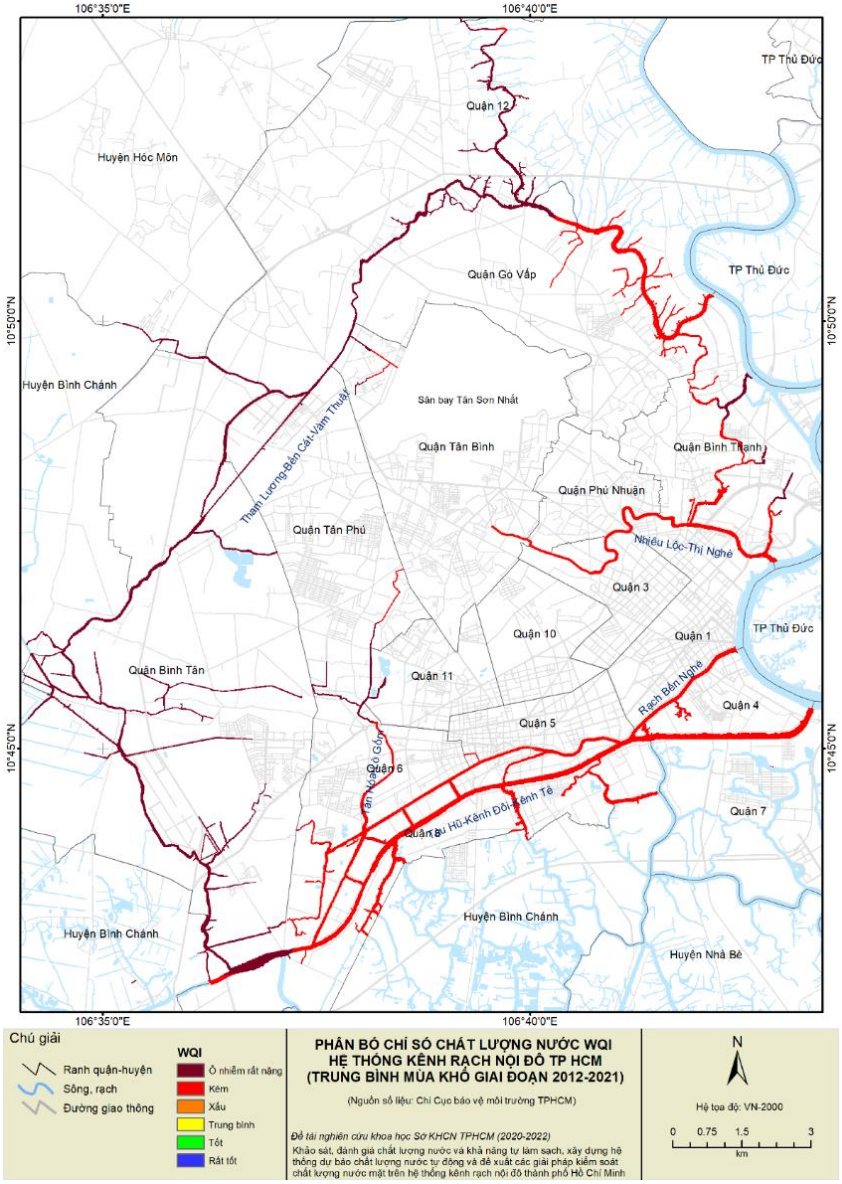
3.2.2. Đánh giá chất lượng nước

Phân bố mức chất lượng nước trong hệ thống kênh mùa khô giai đoạn (2012–2021) cho thấy vùng chất lượng nước trung bình (mức 4) chủ yếu tại khu vực cửa ra của các kênh rạch. Chất lượng nước hệ thống kênh ở mức xấu (mức 3) đến kém (mức 2) tập trung khu vực giữa tuyến kênh, đặc biệt là kênh Tân Hóa Lò Gốm và khu vực kênh Tham Lương (Hình 6).

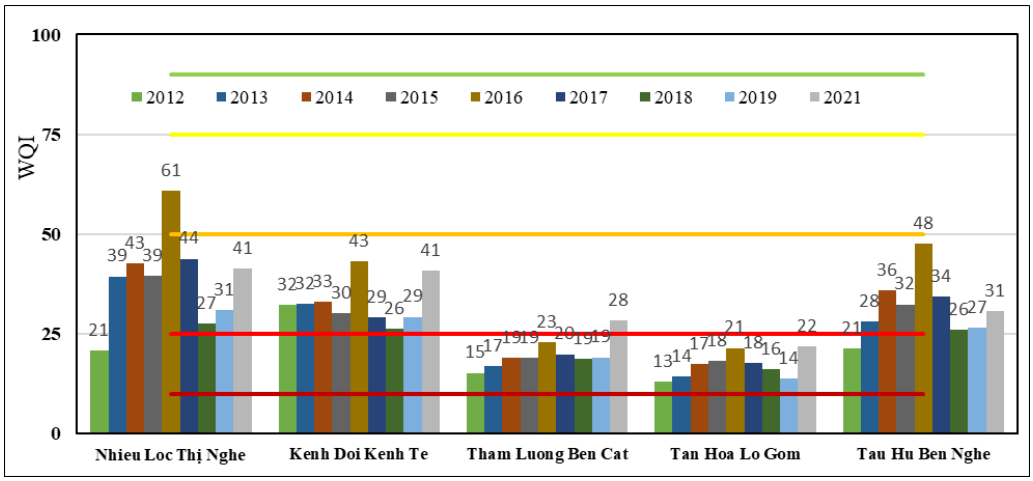
Đối với các tuyến kênh đã được cải tạo như Nhiêu Lộc Thị Nghè, Tàu Hủ Bến Nghé có sự biến động chất lượng nước khá lớn ngay trong mùa khô giữa 2 giai đoạn trước và sau cải tạo.

Các kênh còn lại chưa cải tạo như Kênh Đôi, Kênh Tẻ, Tham Lương Bến Cát Vàm Thuật, chất lượng nước giữa các mùa khô các năm không biến động nhiều.

Tính trung bình chất lượng mùa khô giai đoạn 2012–2021, chất lượng nước hệ thống kênh rạch nội đô Thành phố phổ biến ở mức 2 và 3 (xấu, kém).



Hình 5. Phân vùng CLN mùa khô tại các vị trí đo đạc trong hệ thống kênh giai đoạn 2012–2021.

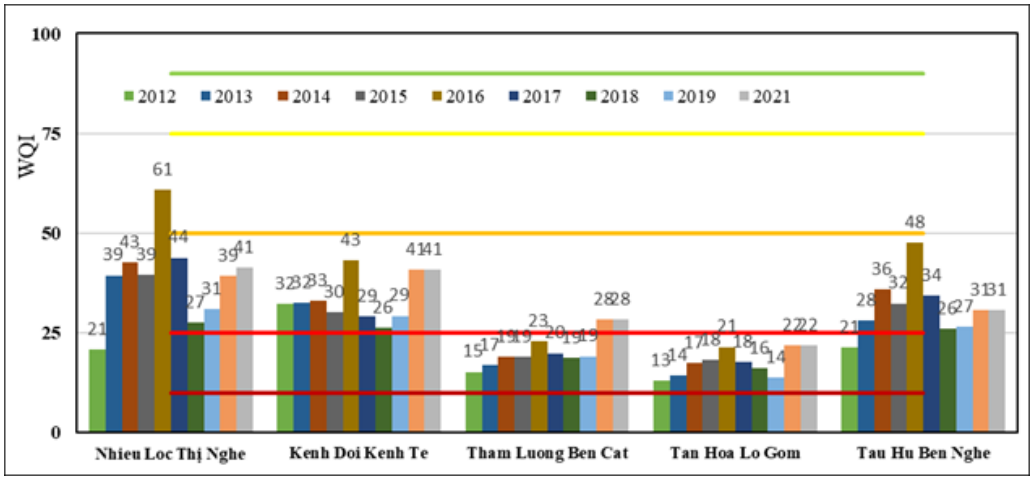


Hình 6. Phân bố chất lượng nước mùa khô tại các vị trí đo đạc trên hệ thống kênh giai đoạn 2012–2021.

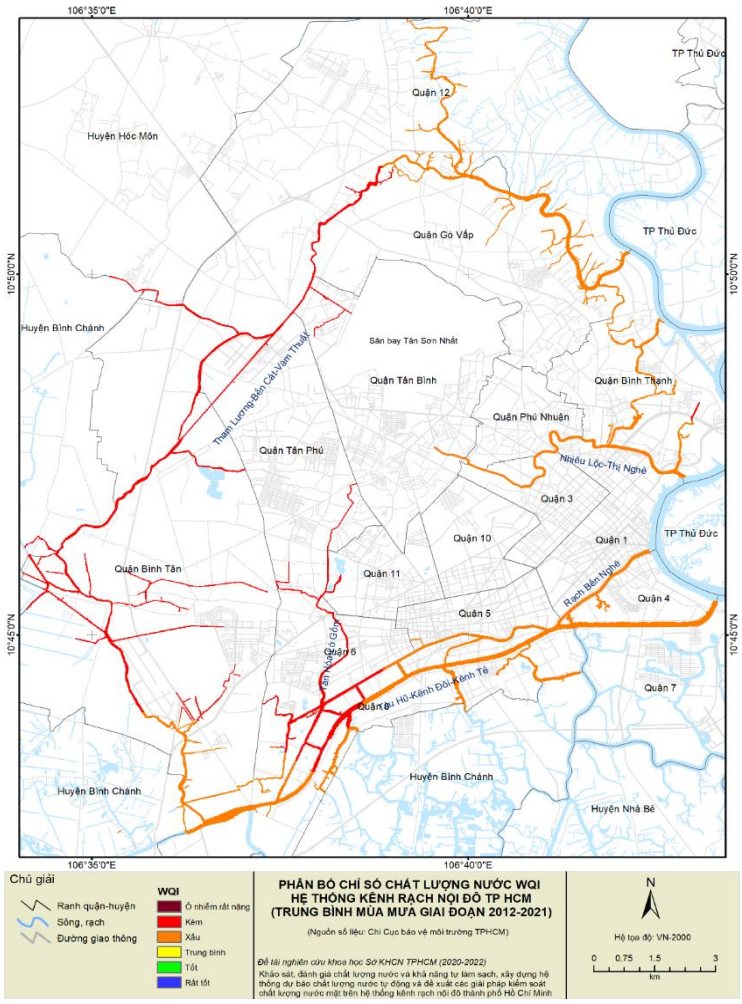
3.3. Phân vùng chất lượng nước kênh mùa mưa giai đoạn 2012–2021

3.3.1. Phân bố và vùng chất lượng nước trong hệ thống kênh

Căn cứ vào kết quả tính toán giá trị WQI của kênh theo các năm được tổng hợp trong hình 7, chỉ số chất lượng nước WQI tại các điểm đo trên hệ thống kênh nội đô, phân vùng chất lượng nước mùa mưa có tính tới số liệu quan trắc chất lượng nước bổ sung được thể hiện trong bản đồ hình 8.



Hình 7. Phân bố chất lượng nước mùa mưa tại các vị trí đo đạc trên hệ thống kênh giai đoạn 2012–2021.



Hình 8. Phân vùng CLN mùa mưa tại các vị trí đo đạc trong hệ thống kênh giai đoạn 2012–2021.

3.3.2. Đánh giá chất lượng nước

Phân bố mức chất lượng nước trong hệ thống kênh mùa mưa giai đoạn (2012–2021) cho thấy vùng chất lượng nước trung bình (mức 4) chủ yếu tại khu vực cửa ra của các kênh rạch. Chất lượng nước hệ thống kênh ở mức xấu (mức 3) đến kém (mức 2) tập trung khu vực giữa tuyến kênh, đặc biệt là kênh Tân Hóa Lò Gốm và khu vực kênh Tham Lương. So với mùa khô, chất lượng nước tùy theo điều kiện mạng lưới kênh rạch, khả năng kết nối,… mà mức độ có thay đổi. Nhưng nhìn chung, mức độ thay đổi chất lượng giữa hai mùa không nhiều và không có tính khác biệt trên tuyến trục chính của từng kênh.

Đối với các tuyến kênh đã được cải tạo như Nhiêu Lộc Thị Nghè, Tàu Hủ Bến Nghé có sự biến động chất lượng nước khá lớn ngay trong mùa mưa giữa 2 giai đoạn trước và sau cải tạo.

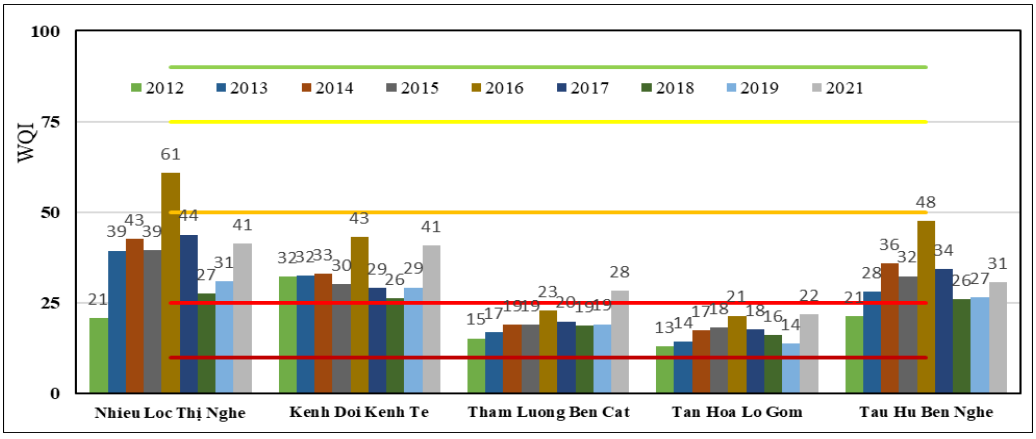
Các kênh còn lại chưa cải tạo như Kênh Đôi , Kênh Tẻ, Tham Lương Bến Cát Vàm Thuật, chất lượng nước giữa các mùa mưa các năm không biến động nhiều. Duy có năm 2016 với lượng mưa hạn chế trên toàn vùng Nam Bộ điều này có sự biến động đáng kể về chất lượng với các năm trước và sau.

Tính trung bình chất lượng mùa mưa giai đoạn 2012–2021, chất lượng nước hệ thống kênh rạch nội đô Thành phố phổ biến ở mức 2 và 3 (xấu, kém).

3.4. Phân vùng chất lượng nước kênh trung bình năm giai đoạn 2012–2021

3.4.1. Phân bố và vùng chất lượng nước trong hệ thống kênh

Căn cứ vào kết quả tính toán giá trị WQI của kênh theo các năm như tròng hình 9, chỉ số chất lượng nước WQI tại các điểm đo trên hệ thống kênh nội đô, phân vùng chất lượng nước năm có tính tới số liệu quan trắc chất lượng nước bổ sung được thể hiện trong bản đồ hình 10.



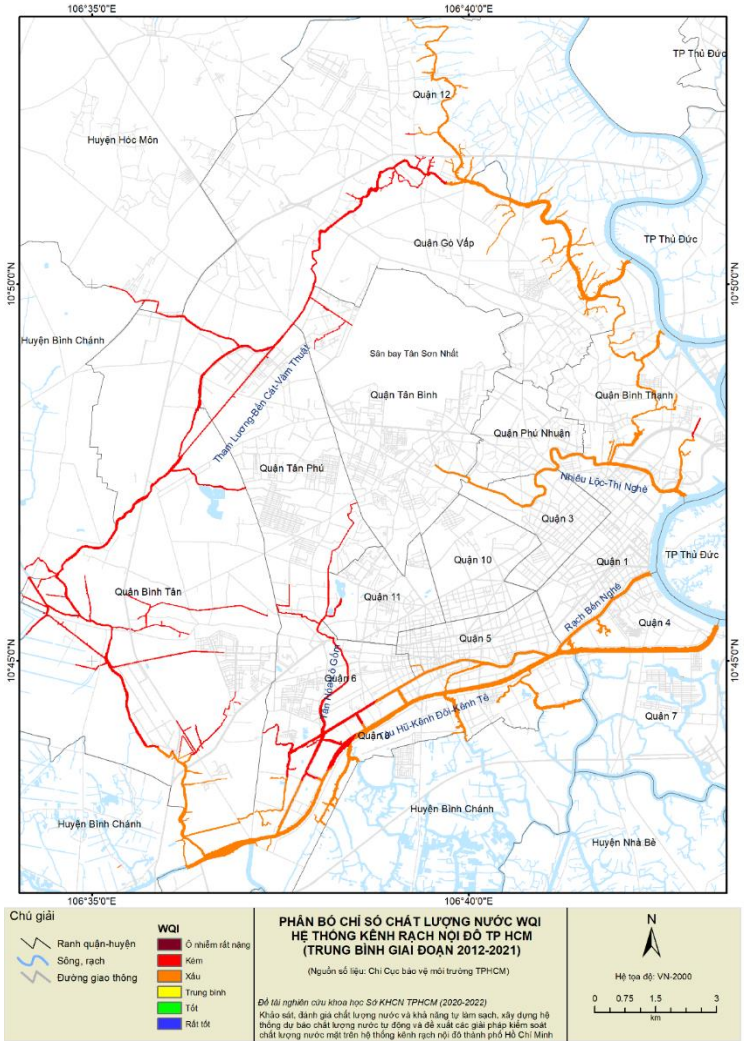
Hình 9. Phân bố chất lượng nước năm tại các vị trí đo đạc trên hệ thống kênh giai đoạn 2012–2021.

3.4.2. Đánh giá chất lượng nước

Phân bố mức chất lượng nước trong hệ thống kênh năm giai đoạn (2012–2021) cho thấy vùng chất lượng nước trung bình (mức 4) chủ yếu tại khu vực cửa ra của các kênh rạch. Chất lượng nước hệ thống kênh ở mức xấu (mức 3) đến kém (mức 2) tập trung khu vực giữa tuyến kênh, đặc biệt là kênh Tân Hóa Lò Gốm và khu vực kênh Tham Lương. So với mùa khô, mùa mưa, chất lượng nước năm tùy theo điều kiện mạng lưới kênh rạch, khả năng kết nối,… mà mức độ có thay đổi. Nhưng nhìn chung, mức độ thay đổi chất lượng giữa hai mùa không nhiều và không có tính khác biệt trên tuyến trục chính của từng kênh. Đối với các tuyến kênh đã được cải tạo như Nhiêu Lộc Thị Nghè, Tàu Hủ Bến Nghé có sự biến động chất lượng nước khá lớn giữa 2 giai đoạn trước và sau cải tạo. Tuy nhiên, hiện tại chất lượng nước của chúng đều có dấu hiệu suy giảm so với năm đầu sau cải tạo.

Các kênh còn lại chưa cải tạo như Kênh Đôi , Kênh Tẻ, Tham Lương Bến Cát Vàm Thuật, chất lượng nước giữa các năm không biến động nhiều. Duy có năm 2016 với lượng mưa hạn chế trên toàn vùng Nam Bộ điều này có sự biến động đáng kể về chất lượng với các năm trước và sau.

Tính trung bình chất lượng nước kênh rạch nội đô giai đoạn 2012–2021, chất lượng nước hệ thống kênh rạch nội đô Thành phố phổ biến ở mức 2 và 3 (xấu, kém).



Hình 10. Phân vùng CLN năm tại các vị trí đo đạc trong hệ thống kênh giai đoạn 2012–2021.

4. Kết luận

Tại nội dung này của nghiên cứu, căn cứ vào số liệu thu thập được và số liệu quan trắc chất lượng nước bổ sung, căn cứ vào kết quả tính toán giá trị WQI của kênh, rạch theo các năm, chỉ số chất lượng nước WQI tại các điểm đo trên hệ thống kênh nội đô, phân vùng chất lượng nước theo mùa khô, mùa mưa và trung bình năm được thể hiện trong bản đồ phân vùng chất lượng nước trong từng kênh rạch, cho toàn hệ thống kênh, rạch trung tâm thành phố.

Từ nguồn số liệu quan trắc và thu thập được, đề tài đã đánh giá được CLN cho cả hệ thống kênh, rạch khu vực trung tâm thành phố (gồm kênh, rạch đã được cải tạo và chưa được cải tạo); sử dụng phương pháp xây dựng bản đồ địa lý GIS đưa các kết quả thu thập được lên bản đồ để xây dựng bản đồ phân vùng CLN trong hệ thống kênh, rạch trung tâm thành phố; so sánh kết quả của bản đồ với những báo cáo về tình hình ô nhiễm nước trước đó (kiểm định bản đồ). Trên các kết quả tính toán cho thấy CLN trên 05 tuyến kênh trên địa bàn TPHCM có những đặc điểm sau:

Về xu hướng chung, CLN của 3 tuyến kênh đã cải tạo tại 2 năm đầu 2012–2013 và 2 năm cuối 2018–2019 trong chuỗi số liệu 2012–2019 thấp so với những năm giữa là từ 2014–

2017. Riêng 2 tuyến chưa cải tạo CLN của 2 tuyến có xu hướng khác nhau và nhìn chung giảm ở 2 năm 2018–2019.

Về mức độ ô nhiễm, CLN kênh NLTN về tổng thể có chỉ số WQI tốt nhất trong 3 tuyến và kênh THLG là kênh có chỉ số ô nhiễm cao nhất. KĐKT có CLN tốt hơn TLVT và CLN hàng năm tại KĐKT có chỉ số WQI biến động tăng giảm khá chênh lệch, trong khi kênh TLVT sự biến động rất nhỏ.

Đóng góp của tác giả: Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: N.V.H.; L.N.Q.; Lựa chọn phương pháp nghiên cứu: L.T.P.T., N.V.H.; Xử lý số liệu: T.T.M.T., H.T.P.T.; P.T.V.T.; N.T.T.T., T.T.Đ.; Viết bản thảo bài báo: N.V.H.; Xây dựng bản đồ: T.T.T.T., P.T.H.T., T.T.L.; Chỉnh sửa bài báo: L.T.P.T.

Lời cam đoan: Tập thể tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của tập thể tác giả, chưa được công bố ở đâu, không được sao chép từ những nghiên cứu trước đây; không có sự tranh chấp lợi ích trong nhóm tác giả.

Tài liệu tham khảo

1. Báo cáo kết quả quan trắc. Chi cục Bảo vệ Môi trường TPHCM, 2011.
2. Chi cục Bảo vệ Môi trường. Báo cáo giám sát chất lượng môi trường kênh rạch tỉnh Bình Dương ảnh hưởng đến kênh tiêu Ba Bò quận Thủ Đức, 2011.
3. Đức, L.X.H. Ô nhiễm kênh rạch ở TPHCM, Đại học dân lập Văn Lang, tháng 6/2010. Trực tuyến: http://docx.vn/tai-lieu/24352/O-nhiem-kenh-rach-o-TPHCM.tailieu.
4. Phương, T.T.N. Nghiên cứu hiện trạng ô nhiễm ở kênh Ba Bò và các giải pháp, Đại học dân lập Văn Lang, 2010. Trực tuyến: http://docx.vn/tai-lieu/24449/Slide-o-nhiem-o-kenh-Ba-Bo.tailieu.
5. Phúc, Đ.H. Kênh Ba Bò, hiện trạng ô nhiễm và ảnh hưởng của nó. Trực tuyến: www.scribd.com/doc/24224681/kenh-ba-bo.
6. Hệ thống kênh rạch tiêu thoát nước của TP.HCM. Trực tuyến: http://yeumoitruong.com/forum/showthread.php?6869-H%E1%BB%87-th%E1%BB%91ng-k%C3%AAnh-r%E1%BA%A1ch-ti%C3%AAu-tho%C3%A1t-n%C6%B0%E1%BB%9Bc-c%E1%BB%A7a-TP.HCM.
7. Bộ Tài nguyên và Môi trường. Báo cáo Hiện trạng Môi trường Quốc gia giai đoạn 2016 – 2020. Nhà xuất bản Dân trí, 2021, tr. 191.
8. http://www.donre.hochiminhcity.gov.vn/default.aspx
9. Bhargava, D.S. Use of water quality index for river classification and zoning of Ganga river. *Environ. Pollut. B:* **1983**, *6*, 51–67.
10. Bhargava, D.S. Water quality variations and control technology of Yamuna river. *Environ. Pollut. A.* **1985**, *37*, 355–376.
11. Chaturvedi. M.K.; Bassin. J.K. Assessing the water quality index of water treatment plant and Bore wells. in Delhi. *India. Environ. Monit. Assess*. **2010**, *163*, 449–453.
12. Prabodha, K.M.; Prerna, S.; Yogendra, P.G.; Ajay, Kumar.; Kaushala, P.M. Evaluation of Water Quality of Ganges River Using Water Quality Index Tool. The international journal published by the Thai Society of Higher Education Institutes on Environment. *Environ. Asia* **2015**, *8(1)*, 124–132.
13. Hefni, E.; Romanto, Y.W. Water quality status of Ciambulawung River. Banten Province. based on pollution index and NSF–WQI. Procedia Environmental Sciences 24, 2015, 228 – 237.
14. Hop, N.V.; To, T.C.; Tung, T.Q. Classification and zoning of water quality for three main rivers in Binh Tri Thien region (central Vietnam) based on Water Quality Index. *ASEAN J. Sci. Technol. Dev.* **2008**, *25(2)*, 435–444.
15. Hợp, N.V.; Thi, P.N.A.; Hưng, N.M.; Tờ, T.C.; Cường, N.M. Đánh giá chất lượng nước sông Bồ ở tỉnh Thừa Thiên Huế dựa vào chỉ số chất lượng nước (WQI). *Tạp chí Khoa học, Đại học Huế*, **2010**, *58*, 77–85.

16. Giàu, V.T.N.; Tuyền, P.T.B.; Trung, N.H. Đánh giá biến động chất lượng nước mặt sông Cần Thơ giai đoạn 2010–2014 bằng phương pháp tính toán chỉ số chất lượng nước (WQI). *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, Số chuyên đề: Môi trường và Biến đổi khí hậu* **2019**, *55(2)*, 105–113.
17. Cục quản lý Tài nguyên nước và ADB TA 3892–VIE. Báo cáo hiện trạng môi trường lưu vực sông Đáy/Nhuệ, Đề tài quản lý chất lượng nước nền lưu vực sông Đáy/Nhuệ, 2007.
18. Hạnh, H.H.; Trung, T.Q.; Hà, N.T. Kinh nghiệm quốc tế về phân vùng môi trường trong quy hoạch bảo vệ môi trường. Tạp chí Môi trường số chuyên đề II năm 2017.
19. Tú, C.A. Nghiên cứu xây dựng cơ sở khoa học về phân vùng chất lượng nước sông theo mục đích sử dụng – ứng dụng cho sông Nhuệ – sông đáy. Luận án Tii Anh Tú, 2020. Nghiên cứu xây dựng cơ sở khoa học về phân vùng chất lư đổi khí hậu. Bộ Tài nguyên Môi trường.
20. Trình, L. Nghiên ccứu xây dựng cơ sở khoa học về phân vùng chất lư đổi khí hậu. Bộ Tài nguyên Môi trường ứng dụng cho sông Nhuệ – sông đáy. Luận án chuyên đề II năm 2017, 228–237.
21. http://www.donre.hochiminhcity.gov.vn/default.aspx.
22. https://soxaydung.hochiminhcity.gov.vn/web/vi/home.
23. Tổng Cục trưởng Tổng Cục Môi trường. Quyết định số 1460/QĐ–TCMT ngày 12/11/2019 về việc ban hành Hướng dẫn kỹ thuật tính toán và công bố chỉ số chất lượng nước Việt Nam (VN_WQI), Bộ Tài nguyên và Môi trường – Tổng Cục Môi trường.

Building a map of water quality zoning in the canal system in the inner city of Ho Chi Minh City based on monitoring results

Nguyen Viet Hung[1]*, Le Ngoc Quyen[2], Le Thi Phuong Truc[1], Nguyen Thi Thu Thao[1], Huynh Thi Phuong Trang[1], Pham Thi Van Thao[1], Truong Thi Thuy Trang[1], Pham Truong Hoai Tham[1], Ta Thanh Lan[1], Tran Thi Mai Trang[1], Trần Thanh Đào[1]

[1] Ho Chi Minh City Technical Infrastructure Management Center; nguyenviethungtv@gmail.com; lethiphuongtruc@gmail.com; nguyenthao.goden@gmail.com; tranghuynhla1995@gmail.com; phamthivanthao@gmail.com; truongthithuytrang778@gmail.com; phamtruonghoaitham9895@gmail.com; thanhlan.bachkhoa@gmail.com
[2] Southern Regional Hydrometeorological Center; quyentccb@gmail.com

Abstract: Zoning of water quality based on usage conditions serves the purposes of environmental management and planning in general and urban environmental management in particular, including water quality. Water quality zoning map is often used as a multi–criteria assessment tool because it is easy to apply, adjust, and can integrate many different indicators. In which, GIS and remote sensing techniques are used to show the spatial distribution, according to the selected classification items. This study uses WQI standards to build a water quality zoning map in the inner city canal system of Ho Chi Minh City based on monitoring results collected from the City Environmental Monitoring Center (from 2012–2020) and from the additional monitoring data of this study (2021), from which to evaluate the change of water quality of 05 canals in the inner city of Ho Chi Minh City. The study applies the interpolation method according to the distance between monitoring points and canal cross–section points to build a water quality zoning map.

Keywords: Water quality; HCMC; WQI; Water quality zoning.