

Bài báo khoa học

## Đánh giá chất lượng nước mặt vùng Tứ Giác Long Xuyên theo chỉ số WQI và mô hình MIKE11

Huỳnh Phú<sup>1</sup>, Nguyễn Lý Ngọc Thảo<sup>1\*</sup>, Huỳnh Thị Ngọc Hân<sup>2</sup>, Trần Thị Minh Hà<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Trường Đại học Công nghệ Thành phố Hồ Chí Minh – HUTECH; h.phu@hutech.edu.vn; nln.thao@hutech.edu.vn;

<sup>2</sup> Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Thành phố Hồ Chí Minh; htnhan\_ctn@gmail.com;

<sup>3</sup> Trường Đại học Tây Nguyên; ttmha@ttn.edu.vn

\*Tác giả liên hệ: nln.thao@hutech.edu.vn; Tel.: +84-949363655

Ban Biên tập nhận bài: 10/9/2022; Ngày phản biện xong: 14/10/2022; Ngày đăng bài: 25/10/2022

**Tóm tắt:** Nghiên cứu này sử dụng mô hình MIKE 11 kết hợp với chỉ số WQI để đánh giá diễn biến chất lượng nước mặt vùng Tứ Giác Long Xuyên. Kết quả cho thấy diễn biến chất lượng nước tốt nhất tại vị trí đầu kênh Xáng Vịnh Tre tiếp giáp với sông Hậu–NĐ5(N)–CP và vị trí cuối rạch Ông Chường giáp sông Hậu–NĐ20(N)–CM (đồng mức sử dụng cho mục đích tưới tiêu cả 3 năm liên tiếp), xấu nhất tại điểm giữa kênh Mặc Cần dung tiếp giáp kênh Xáng Cây Dương–NĐ9(N)–CT, vị trí cuối kênh Tám Ngàn, tiếp giáp Kiên Giang–NĐ12(N)–TT và kênh Xáng Cà Mau giáp kênh Đồng Xút–NĐ24(N)–CM. Mô phỏng chất lượng nước theo kịch bản 1, nồng độ các chất cao; TSS: 56,78 mg/l, BOD5: 5,73 mg/l, COD: 5,73 mg/l, Tổng N: 1,97 mg/l, Tổng P: 0,332 mg/l trong mùa kiệt. Với kịch bản 2, khi dân số tăng, kinh tế phát triển thì nồng độ TSS: 33,68 mg/l, tăng khoảng 15,3% so với hiện trạng. Nếu theo kịch bản 3 thì khi xây dựng công trình công ngăn mặn đã tác động tới chế độ dòng chảy và làm cho nồng độ BOD tăng cao hơn so với hiện trạng khoảng 9,996 mg/l, diễn biến nồng độ BOD phía thượng lưu do không bị tác động bởi chế độ thủy triều nên biên độ giao động không lớn và nồng độ tăng dần theo thời gian đóng cống.

**Từ khóa:** Tứ giác Long Xuyên; Đồng bằng sông Cửu Long; Nguồn nước mặt; MIKE 11; Chỉ số WQI.

### 1. Giới thiệu

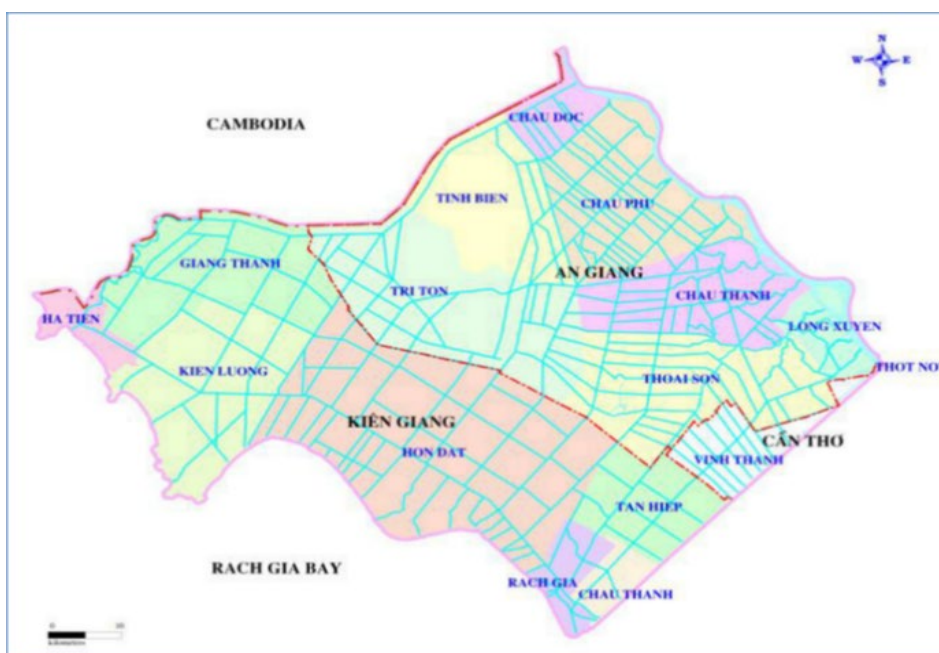
Tứ Giác Long Xuyên (TGLX) là một trong 6 vùng kinh tế trọng điểm của Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL), với thế mạnh phát triển nông nghiệp là vùng sản xuất lúa gạo lớn nhất của ĐBSCL và nuôi trồng thủy sản nước ngọt, nước lợ đã đóng góp rất lớn cho kinh tế của vùng. Đây là yếu tố quan trọng tạo nên sự gắn kết chặt chẽ với nguồn nước của vùng TGLX là không thể tránh khỏi những tác động đến chất lượng nước. Việc quản lý khai thác, vận hành và bảo vệ hệ thống các công trình thủy lợi tại khu vực này đã đáp ứng tốt nhu cầu phục vụ sản xuất nông nghiệp và phát triển kinh tế-xã hội của toàn vùng. Đồng thời trong những năm qua, tình hình lũ diễn biến phức tạp, ảnh hưởng nghiêm trọng đến sản xuất, đời sống và sinh hoạt của người dân trong vùng [1–2]. Để giải quyết những khó khăn trên, tỉnh An Giang, Kiên Giang, Tp. Cần Thơ đã đầu tư các công trình quản lý nước nơi đây gồm: Hệ thống kiểm soát lũ Tha La, Trà Sư và các cống kiểm soát lũ dọc tuyến Quốc lộ N1 từ Châu Đốc đến Hà Tiên; hệ thống kiểm soát lũ ven sông Hậu; đê và hệ thống cống tiêu nước mưa, thoát lũ và kiểm soát mặn ven biển Tây; hệ thống quan trắc tài nguyên nước gồm: các trạm khí tượng, thủy văn; các trạm đo chất lượng nước, phù sa và điểm đo chất lượng nước theo

đợt. Tuy nhiên, công tác quản lý chủ yếu về nội dung kiểm soát lũ và mặn, việc đánh giá chất lượng môi trường nước của vùng còn nhiều bất cập. Vì vậy mục đích của nghiên cứu này là sử dụng kết quả tính toán chỉ số WQI và mô hình MIKE 11 đánh giá diễn biến chất lượng nước trên địa bàn Tứ giác Long Xuyên nhằm tìm ra giải pháp sử dụng hiệu quả nguồn nước trong hoạt động kinh tế-xã hội phù hợp với bối cảnh hiện tại, thích ứng với BĐKH [3–9].

## 2. Phương pháp nghiên cứu

### 2.1. Vị trí vùng nghiên cứu

Vùng TGLX nằm ở phía Tây của ĐBSCL, trên địa phận của ba tỉnh/thành An Giang, Kiên Giang và Cần Thơ. Phía Bắc giáp biên giới Việt Nam–Campuchia, phía Đông giáp sông Hậu, phía Nam giáp kênh Cái Sắn và phía Tây giáp Biển Tây.



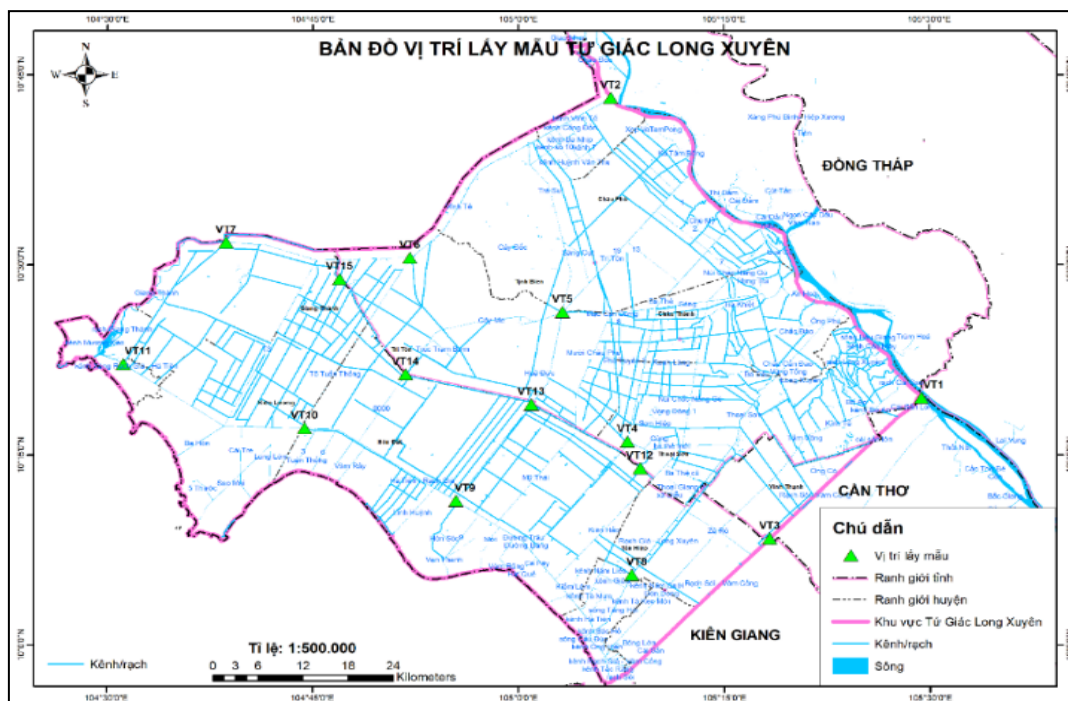
Hình 1. Sơ đồ vùng nghiên cứu.

TGLX là vùng đồng bằng khá bằng phẳng có địa hình dạng lòng chảo (trừ vùng Bảy Núi, Hòn Sóc, Ba Hòn, Hà Tiên có địa hình đồi núi). Địa hình dốc đều theo hướng Đông Bắc–Tây Nam tạo thành một cánh đồng trũng có dạng hờ, nên TGLX được ví như là một “túi nước” khổng lồ của ĐBSCL, có khả năng hấp thu, tạm trữ một khối lượng nước khổng lồ để điều hòa dòng chảy, giảm ngập lụt cho vùng giữa trong mùa lũ và bổ sung dòng chảy nước ngọt vào mùa khô, cân bằng mặn–ngọt cho vùng ven biển, cung cấp một lượng phù sa khá lớn chứa nhiều khoáng chất để cung cấp cho đất. Tổng diện tích tự nhiên của vùng là 498.141 ha và dân số gần 2,0 triệu người. Với các lợi thế về điều kiện tự nhiên và tài nguyên thiên nhiên, TGLX là vùng đất có tiềm năng rất lớn để phát triển kinh tế hàng hóa với các thế mạnh về nông–lâm nghiệp, khai thác nguồn lợi thủy–hải sản, phát triển công nghiệp và đặc biệt là du lịch, dịch vụ.

### 2.2. Phương pháp lấy mẫu

Điều tra, khảo sát, đo đạc, phân tích mẫu tại 15 vị trí với tên gọi VT1, VT2, VT3, VT4, VT5, VT6, VT7, VT8, VT9, VT10, VT11, VT12, VT13, VT14, VT15 đại diện điển hình trong hình 2, phân bố đều trên các kênh, rạch chính trong khu vực nhằm đánh giá diễn biến chất lượng nước của vùng TGLX (Bảng 1). Ký hiệu mẫu cho các khu vực khảo sát đại diện được ký hiệu thể hiện trong Bảng 2. Tần suất lấy mẫu quan trắc cho năm 2018–2020

vùng tứ giác Long Xuyên thực hiện cũng như các cơ sở đặc điểm sản xuất và mùa vụ; việc đóng mở các cống, vận hành đập Tha La và Trà Sư điều tiết nguồn nước phục vụ sản xuất, để lựa chọn thời điểm giám sát CLN vào các tháng mùa khô và đầu mùa mưa. Số lần quan trắc: 12 lần/ (2 lần/tháng × 6 tháng). Các tháng lấy mẫu: 1, 2, 3, 4 (mùa khô) và 5, 6 (đầu mùa mưa).



Hình 2. Sơ đồ các vị trí quan trắc trong vùng TGLX.

Bảng 1. Nhiệm vụ đại diện giám sát chất lượng nước của các vị trí lấy mẫu.

TT	Khu vực giám sát chất lượng nước	Nhiệm vụ giám sát chất lượng nước	Ký hiệu
1	Đầu kênh Cái Sắn phía sông Hậu	Giám sát CLN từ sông Hậu vào vùng TGLX ở đầu kênh Cái Sắn (đoạn giữa sông Hậu)	VT1
2	Đầu kênh Vĩnh Tế từ sông Hậu vào	Giám sát CLN từ sông Hậu vào vùng TGLX đoạn đầu sông, ngay khi vào vùng biên giới Việt Nam	VT2
3	Giữa kênh Cái Sắn, vùng giáp ranh Cần Thơ và Kiên Giang	Giám sát CLN đoạn giữa kênh Cái Sắn do tác động của canh tác nông nghiệp và xâm nhập mặn vào các tháng mùa khô	VT3
4	Giao của kênh Ba Thê cũ và kênh Ba Thê mới	Giám sát CLN trên kênh phục vụ SXNN cho khu vực Thoại Sơn do các tác động gây ô nhiễm từ canh tác nông nghiệp và sinh hoạt	VT4
5	Giao của kênh Tri Tôn, kênh Trà Sư và kênh Mặc Cần Dung	Giám sát CLN giữa vùng TGLX do tác động gây ô nhiễm từ canh tác nông nghiệp và sinh hoạt	VT5
6	Giao của kênh Vĩnh Tế và kênh T5	Giám sát CLN trên kênh phục vụ SXNN cho khu vực Tri Tôn do các tác động gây ô nhiễm từ canh tác nông nghiệp và sinh hoạt	VT6
7	Giao của kênh Vĩnh Tế và kênh Hà Giang	Giám sát CLN trên kênh phục vụ cho khu vực Giang Thành do các tác động gây ô nhiễm của SXNN, NTTS, xâm nhập mặn từ biển Tây và các ảnh hưởng khác từ nguồn nước	VT7
8	Cuối kênh Rạch Giá-Long Xuyên (Tp. Rạch Giá)	Giám sát CLN trên kênh do tác động gây ô nhiễm từ Tp. Rạch Giá và xâm nhập mặn từ biển Tây	VT8
9	Giao giữa kênh Tri Tôn và kênh Rạch Giá-Hà Tiên	Giám sát CLN trên kênh do tác động của các vùng SXNN, ô nhiễm của Thị trấn Tri Tôn và xâm nhập mặn từ biển Tây	VT9

TT	Khu vực giám sát chất lượng nước	Nhiệm vụ giám sát chất lượng nước	Ký hiệu
10	Giao giữa kênh T5 và kênh Rạch Giá-Hà Tiên	Giám sát CLN trên kênh do tác động ô nhiễm của các vùng SXNN, vùng NTTS, xâm nhập mặn từ biển Tây và các khu vực trũng phèn	VT10
11	Giao giữa kênh Hà Giang và kênh Rạch Giá-Hà Tiên (cầu Hà Giang)	Giám sát CLN trên kênh do tác động của các vùng NTTS, xâm nhập mặn từ biển Tây và các khu vực trũng phèn	VT11
12	Giao của kênh 10 Châu Phú và kênh ranh An Giang-Kiên Giang	Giám sát CLN trên kênh do tác động xâm nhập mặn từ Rạch Giá đến Thoại Sơn	VT12
13	Giao của kênh Tri Tôn và kênh ranh An Giang-Kiên Giang	Giám sát CLN trên kênh do tác động của chua phèn và ô nhiễm tại khu vực ranh Hòn Đất và Tri Tôn	VT13
14	Giao của kênh Tám Ngàn và kênh ranh An Giang-Kiên Giang	Giám sát CLN trên khu vực giao của 2 kênh do các tác động của chua phèn	VT14
15	Giao giữa kênh T4 và kênh ranh tỉnh An Giang-Kiên Giang	Giám sát CLN trên kênh phục vụ cho SXNN do tác động ô nhiễm từ biên giới đến khu vực Giang Thành và Tri Tôn	VT15

**Bảng 2.** Ký hiệu mẫu của các khu vực khảo sát.

Khu vực	Kí hiệu mẫu
Thượng nguồn sông Hậu	
Thượng nguồn sông Hậu vào vùng TGLX ở đầu kênh Cái Sắn	MH1(N)-AP
Kênh Vĩnh Tế	
Kênh Vĩnh Tế từ sông Hậu vào vùng TGLX đoạn đầu sông, ngay khi vào vùng biên giới Việt Nam	NĐ1(N)-CĐ
Kênh Vĩnh Tế đoạn giữa số 1 vùng giáp ranh Cần Thơ	NĐ2(N)-TB
Kênh Vĩnh Tế đoạn vị trí cầu sắt Hữu Nghị	NĐ3(N)-TB
Kênh Vĩnh Tế giáp Kiên Giang	NĐ4(N)- TT
Kênh MẶC Cần Dung	
Kênh MẶC Cần Dung tiếp giáp kênh Bốn Tổng	NĐ8(N)-CT
Kênh MẶC Cần dung tiếp giáp kênh Xáng Cây Dương	NĐ9(N)-CT
Kênh Tám Ngàn	
Kênh Tám Ngàn đoạn đầu	NĐ10(N)-TT
Kênh Tám Ngàn đoạn giữa	NĐ11(N)-TT
Kênh Tám Ngàn đoạn cuối giáp Kiên Giang	NĐ12(N)-TT
Kênh Rạch Giá-Long Xuyên giáp Kiên Giang	
Điểm đầu kênh Rạch Giá-Long Xuyên, tiếp giáp với rạch Long Xuyên	NĐ13(N)-LX
Điểm giữa kênh Rạch Giá-Long Xuyên, tiếp giáp kênh Bốn Tổng, kênh Chác Cà Dao, kênh Ông Cò	NĐ14(N)-CT
Kênh Rạch Giá-Long Xuyên giáp Kiên Giang	NĐ15(N)-TS
Kênh 7 xã, kênh Xáng, rạch Mương Khai, kênh Xáng Cà Mau và kênh Xáng A-B	
Kênh 7 xã	NĐ21(N)-TC
Kênh Xáng	NĐ22(N)-TC
Rạch Mương Khai	NĐ23(N)-PT
Kênh Xáng Cà Mau giáp kênh Đồng Xút	NĐ24(N)-CM
Kênh Xáng A-B	NĐ25(N)-CM

### 2.3. Phương pháp phân tích

Tổng 180 mẫu nước được mang đi phân tích 13 thông số gồm: pH, Oxy hòa tan (DO), BOD<sub>5</sub>, COD, Tổng chất rắn lơ lửng (TSS), Clorua (Cl<sup>-</sup>), Amoni (NH<sub>4</sub><sup>+</sup> tính theo N), Nitrite (NO<sub>2</sub><sup>-</sup> tính theo N), Nitrate (NO<sub>3</sub><sup>-</sup> tính theo N), Phosphat (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> tính theo P), Độ mặn, Tổng sắt (Fe<sub>TSS</sub>), Coliform Bateria tại hiện trường và phòng thí nghiệm tuân thủ theo các phương pháp quy định tại Thông tư 10/2021/TT–BTNMT kỹ thuật quan trắc môi trường và quản lý thông tin, dữ liệu. Đánh giá tải lượng ô nhiễm theo Thông tư 76/2017/BTNMT và so sánh với Quyết định 1460/QĐ–TCMT của Tổng cục Môi trường và QCVN 08:2015/TNMT.

### 2.4. Phương pháp điều tra, thu thập, cập nhật thông tin dữ liệu

Thu thập tài liệu liên quan đến vùng nghiên cứu tại tỉnh An Giang, Kiên Giang và thành phố Cần Thơ tại các cơ quan chuyên môn về tài nguyên nước dưới đất, các cơ quan quản lý tại địa phương và một số các cơ quan liên quan.

Số liệu mưa và bốc hơi các trạm khí tượng trong vùng TGLX các năm 2005, 2011 và 2016 được thu thập để làm tài liệu tính toán cho mô hình mưa–dòng chảy. Tài liệu mực nước lưu lượng được thu thập nhằm xây dựng các biên tính toán (Rạch Giá) hoặc để làm tài liệu phục vụ cho việc hiệu chỉnh, kiểm định mô hình (Tri Tôn, Xuân Tô ...). Các tài liệu này bao gồm:

- Số liệu quan trắc tại các trạm thủy văn quốc gia và các trạm đo tăng cường trong các năm 2005, 2011, 2016;
- Số liệu đo đạc mực nước & lưu lượng và chất lượng nước bổ sung trại 30 vị trí vào mùa kiệt 2016;
- Số liệu đo đạc mực nước & lưu lượng bổ sung trại 24 vị trí vào mùa lũ 2016;
- Số liệu mực nước, lưu lượng trích từ mô hình thủy lực cho toàn ĐBSCL;
- Số liệu lưu lượng đầu các nhánh sông, kênh phân lãnh thổ Cambodia.

### 2.5. Phương pháp tính toán chỉ số chất lượng nước.

Theo Quyết định số 1460/QĐ–TCMT ngày 12 tháng 11 năm 2019: chỉ số chất lượng nước của Việt Nam (viết tắt là VN–WQI) là chỉ số được tính toán từ các thông số quan trắc chất lượng nước mặt ở Việt Nam, dùng để mô tả định lượng về chất lượng nước và khả năng sử dụng của nguồn nước đó, được biểu diễn qua một thang điểm [10–13]. Chỉ số chất lượng nước được tính theo thang điểm (khoảng giá trị WQI) tương ứng với biểu tượng và các màu sắc để đánh giá chất lượng nước đáp ứng cho nhu cầu sử dụng (Bảng 1).

**Bảng 3.** 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	Mã màu
91–100	Rất tốt	Sử dụng tốt cho mục đích cấp nước sinh hoạt	Xanh nước biển	51;51;255
76–90	Tốt	Sử dụng cho mục đích cấp nước sinh hoạt nhưng cần các biện pháp xử lý phù hợp	Xanh lá cây	0;228;0
51–75	Trung bình	Sử dụng cho mục đích tưới tiêu và các mục đích tương đương khác	Vàng	255;255;0
26–50	Kém	Sử dụng cho giao thông thủy và các mục đích tương đương khác	Da cam	255;126;0
10–25	Ô nhiễm nặng	Nước ô nhiễm nặng, cần các biện pháp xử lý trong tương lai	Đỏ	255;0;0
< 10	Ô nhiễm rất nặng	Nước nhiễm độc, cần có biện pháp khắc phục, xử lý	Nâu	126;0;35

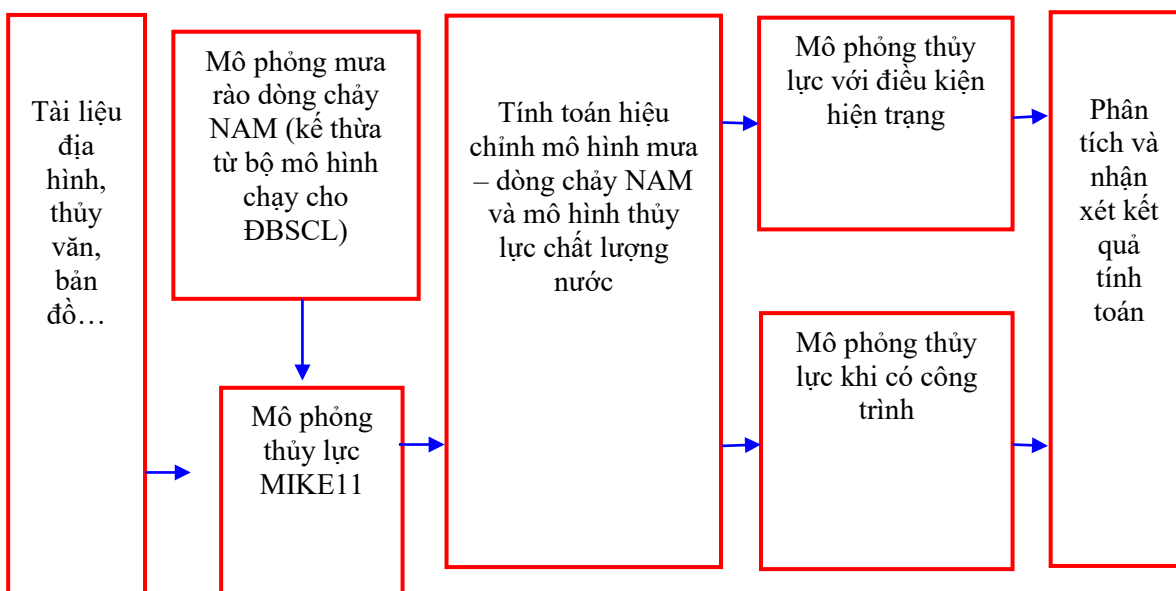
2.4. Phương pháp ứng dụng mô hình hóa

Ứng dụng mô hình MIKE 11 để dự báo chất lượng nước vùng Tứ giác Long Xuyên, và mô hình MIKE NAM để làm điều kiện biên cho mô hình MIKE 11, đây là 2 mô hình khá phổ biến được sử dụng cho việc tính toán thủy lực và dự báo kết quả nước thông qua nhiều nghiên cứu với kết quả tính toán phù hợp, có độ tin cậy cao. Để tính toán diễn biến chất lượng nước từ các sông chính, tác giả đã sử dụng phần mềm mô hình thủy lực Mike 11HD. Đây là phần mềm có xuất xứ từ Đan Mạch do DHI phát triển dưới dạng thương mại hóa, có những ưu điểm vượt trội đã và đang được áp dụng rất rộng rãi ở Việt Nam cho kết quả đáng tin cậy [14-21].

Trên cơ sở phân tích, đánh giá điều kiện tự nhiên, khí tượng thủy văn, kinh tế-xã hội và phương hướng phát triển của vùng, nghiên cứu thực hiện các nội dung sau:

- (1) Đánh giá tài nguyên nước mưa, các đặc trưng mưa và chế độ mưa vùng;
- (2) Thiết lập mô hình thủy văn MIKE NAM kết hợp với mô hình thủy lực MIKE 11HD để xác định tổng tiềm năng nguồn nước đến vùng nghiên cứu và các tiểu vùng.

Quá trình tính toán được thể hiện như sau:



Hình 3. Sơ đồ thực hiện tính toán mô hình hóa.

Kết quả tính toán chất lượng nước được kết luận theo các dạng kịch bản ở Bảng 3.

Bảng 4. Các kịch bản tính toán chất lượng nước.

Tên kịch bản	Tính chất kịch bản
Kịch bản 1	Các loại hình xả thải trong tương lai có nhà máy xử lý nước thải hoặc được xử lý nước thải hợp tiêu chuẩn và được vận hành đúng quy trình, lưu lượng nước thải tăng theo quy hoạch các ngành. Nồng độ các chất ô nhiễm trong nước thải của các loại hình xả thải đạt tiêu chuẩn A ngành, nguồn tiếp nhận chịu sự tác động cục đoạn của thượng nguồn (Hiện trạng). Kịch bản này có sự thay đổi cơ bản về quy định của chính quyền, thay đổi mục đích sử dụng nước, của khí hậu dẫn đến ảnh hưởng mạnh mẽ dòng chảy, đặc biệt là vào mùa khô.
Kịch bản 2	Các loại hình xả thải trong tương lai có nhà máy xử lý nước thải hoặc được xử lý nước thải hợp tiêu chuẩn và được vận hành đúng quy trình, lưu lượng nước thải tăng theo quy hoạch các ngành. Nồng độ các chất ô nhiễm trong nước thải của các loại hình xả thải đạt tiêu chuẩn A ngành, nguồn tiếp nhận chịu sự tác động cục đoạn của thượng nguồn (thượng nguồn Mekông chịu ảnh hưởng của BDKH và đập chứa), lưu lượng dòng chảy thượng nguồn sông Mekông giảm về mùa khô 20%. Kịch bản này có sự thay đổi cơ bản về quy định của chính quyền, thay đổi mục đích sử dụng nước, của khí hậu dẫn đến ảnh hưởng mạnh mẽ dòng chảy, đặc biệt là vào mùa khô.

Tên kịch bản	Tính chất kịch bản
Kịch Bản 3	Các loại hình xả thải trong tương lai có nhà máy xử lý nước thải hoặc được xử lý nước thải hợp tiêu chuẩn và được vận hành đúng quy cách, lưu lượng nước thải tăng theo quy hoạch các ngành. Nồng độ các chất ô nhiễm trong nước thải của các loại hình xả thải đạt tiêu chuẩn A ngành, nguồn tiếp nhận chịu sự tác động cục đoạn của thượng nguồn (thượng nguồn Mekông chịu ảnh hưởng của BĐKH), lưu lượng dòng chảy thượng nguồn sông Mekông được tính theo kịch bản BĐKH của Bộ tài nguyên và Môi trường năm 2020. Kịch bản này có sự thay đổi cơ bản về quy định của chính quyền, thay đổi mục đích sử dụng nước của tất cả các nguồn tiếp nhận ứng với mục đích sử dụng.

### 2.7. Phương pháp thống kê, xử lý số liệu

Thống kê, tập hợp số liệu từ “Báo cáo hiện trạng môi trường” qua các năm hay “Báo cáo quan trắc môi trường” để đánh giá CLN trong thời gian tính toán. Phương pháp này giúp trình bày, xử lý những số liệu thực tế đã thu thập được, sau đó sẽ rút ra những nhận xét kết luận khoa học một cách khách quan đối với những vấn đề cần nghiên cứu.

### 2.8. Phương pháp chuyên gia

Tham khảo ý kiến của các chuyên gia trong lĩnh vực môi trường và các chuyên gia quản lý nhà nước về môi trường trên địa bàn để đề ra các biện pháp quản lý nguồn nước một cách hiệu quả, nhằm bảo vệ bền vững tài nguyên nước mặt vùng TGLX đáp ứng cho nhu cầu phát triển nông nghiệp của vùng.

## 3. Kết quả nghiên cứu

### 3.1. Chất lượng nước sông Hậu

Diễn biến chất lượng nước theo chỉ số WQI trung bình năm giai đoạn 2018–2020 cho thấy chất lượng nước mặt tại các khu vực giám sát được thể hiện trên Hình 4.

#### 3.1.1. Chất lượng nước khu vực thượng nguồn sông Hậu

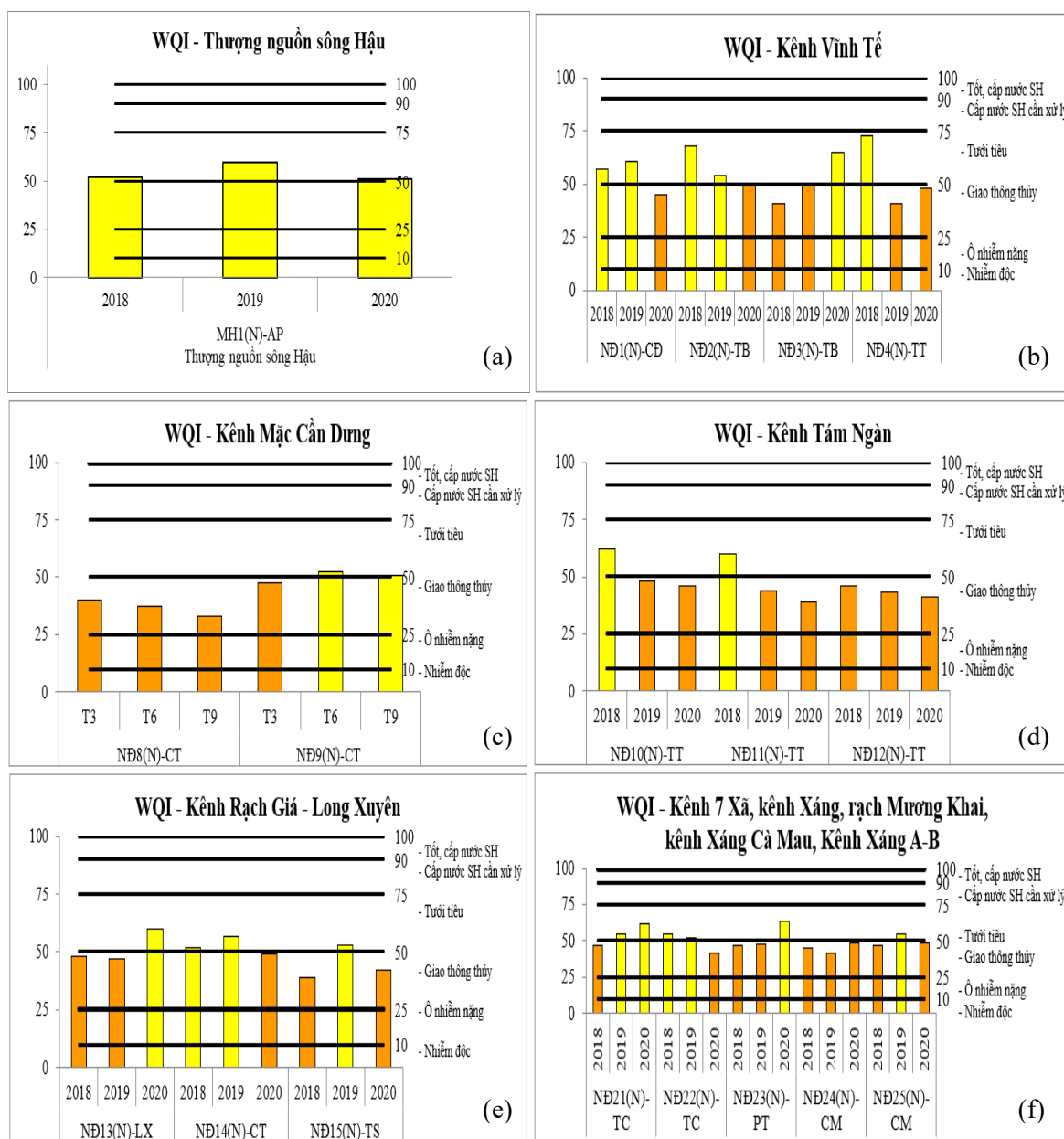
Diễn biến chất lượng nước theo chỉ số WQI trung bình năm giai đoạn 2018–2020 cho thấy, chất lượng nước mặt tại vị trí thượng nguồn sông Hậu–MH1(N)–AP đoạn chảy qua địa phận tỉnh An Giang không có nhiều biến động, đều ở mức dùng cho mục đích tưới tiêu. Vì vậy, trong thời gian tới cần phải tiếp tục theo dõi để kịp thời cảnh báo đến người dân, phải tụy vào mục đích sử dụng mà có biện pháp xử lý nước cho phù hợp (Hình 4a).

#### 3.1.2. Chất lượng nước kênh nội đồng TGLX

Diễn biến chất lượng nước mặt kênh, rạch nội đồng theo chỉ số WQI trung bình năm giai đoạn 2018–2020 dao động từ mức sử dụng cho giao thông thủy đến mức sử dụng cho mục đích tưới tiêu, tốt nhất tại vị trí đầu kênh Xáng Vịnh Tre tiếp giáp với sông Hậu–NĐ5(N)–CP và vị trí cuối rạch Ông Chường giáp sông Hậu–NĐ20(N)–CM (đồng mức sử dụng cho mục đích tưới tiêu cả 3 năm liên tiếp), xấu nhất tại điểm giữa kênh Mặc Cần dung tiếp giáp kênh Xáng Cây Dương–NĐ9(N)–CT, vị trí cuối kênh Tám Ngàn, tiếp giáp Kiên Giang–NĐ12(N)–TT và kênh Xáng Cà Mau giáp kênh Đồng Xút–NĐ24(N)–CM (đồng mức sử dụng cho giao thông thủy cả 3 năm liên tiếp). Chất lượng nước tại các vị trí quan trắc có sự biến động qua các năm, chi tiết được thể hiện như sau:

Chất lượng nước khu vực kênh Vĩnh Tế: Diễn biến chất lượng nước theo chỉ số WQI trung bình năm giai đoạn 2018–2020 trên kênh Vĩnh Tế dao động từ mức sử dụng cho giao thông thủy đến mức sử dụng cho mục đích tưới tiêu, ngoại trừ vị trí cầu sắt Hữu Nghị–NĐ3(N)–TB có diễn biến tốt, cải thiện từ mức sử dụng cho giao thông thủy (năm 2018 và năm 2019) lên mức sử dụng cho mục đích tưới tiêu (năm 2020), các vị trí còn lại đều có chất lượng nước theo chỉ số WQI trung bình năm 2020 giảm xuống mức sử dụng cho giao thông

thủy. Điều này cho thấy chất lượng nước trên kênh Vĩnh Tế chưa đảm bảo tốt về chất lượng nước cấp cho sinh hoạt theo quy chuẩn Việt Nam hiện hành. Do đó, trong thời gian tới cần phải tiếp tục theo dõi để kịp thời cảnh báo đến người dân, phải tùy vào mục đích sử dụng mà có biện pháp xử lý nước cho phù hợp (Hình 4b).



**Hình 4.** Diễn biến WQI vùng nghiên cứu: a) Diễn biến WQI tại vị trí thượng nguồn sông Hậu 2018–2020; b) Diễn biến WQI kênh Vĩnh Tế 2018–2020; c) Diễn biến WQI kênh Mặc Cần Dung 2018–2020; d) Diễn biến WQI kênh Tám Ngàn 2018–2020; e) Diễn biến WQI kênh Rạch Giá–Long Xuyên 2018–2020; f) Diễn biến WQI kênh 7 xã, kênh Xáng, rạch Mương Khai, kênh Xáng Cà Mau và kênh Xáng A–B 2018–2020.

Chất lượng nước khu vực kênh Mặc Cần Dung: Diễn biến chất lượng nước theo chỉ số WQI trung bình năm giai đoạn 2018–2020 trên kênh Mặc Cần Dung dao động từ mức sử dụng cho giao thông thủy đến mức sử dụng cho mục đích tưới tiêu. Tại đầu kênh Mặc Cần Dung tiếp giáp kênh Bốn Tổng–NĐ8(N)–CT, chất lượng nước giảm từ mức sử dụng cho mục đích tưới tiêu (năm 2018) xuống mức sử dụng cho giao thông thủy (năm 2019 và năm 2020). Tại điểm giữa kênh Mặc Cần dung tiếp giáp kênh Xáng Cây Dương–NĐ9(N)–CT, chất lượng nước đồng mức sử dụng cho giao thông thủy qua 3 năm liên tiếp. Điều này cho thấy chất



lượng nước chưa đảm bảo tốt cho sinh hoạt, do vậy trong thời gian tới cần phải tiếp tục theo dõi để kịp thời cảnh báo đến người dân, phải tùy vào mục đích sử dụng mà có biện pháp xử lý nước cho phù hợp (Hình 4c).

Chất lượng nước khu vực kênh Tám Ngàn: Diễn biến chất lượng nước theo chỉ số WQI trung bình năm giai đoạn 2018–2020 trên kênh Tám Ngàn dao động từ mức sử dụng cho giao thông thủy đến mức sử dụng cho mục đích tưới tiêu. Tại cuối kênh Tám Ngàn, tiếp giáp Kiên Giang–NĐ12(N)–TT, chất lượng nước đồng mức sử dụng cho giao thông thủy qua 3 năm liên tiếp. Tại các vị trí quan trắc còn lại, chất lượng nước giảm từ mức sử dụng cho mục đích tưới tiêu (năm 2018) xuống mức sử dụng cho giao thông thủy (năm 2019 và năm 2020). Diễn biến chất lượng nước trên kênh Tám Ngàn cho thấy nước chưa đảm bảo tốt cho sinh hoạt, do vậy trong thời gian tới cần phải tiếp tục theo dõi để kịp thời cảnh báo đến người dân, phải tùy vào mục đích sử dụng mà có biện pháp xử lý nước cho phù hợp (Hình 4d).

Chất lượng nước khu vực kênh Rạch Giá–Long Xuyên: Diễn biến chất lượng nước theo chỉ số WQI trung bình năm giai đoạn 2018–2020 trên kênh Rạch Giá–Long Xuyên dao động từ mức sử dụng cho giao thông thủy đến mức sử dụng cho mục đích tưới tiêu. Tốt nhất tại điểm đầu kênh Rạch Giá–Long Xuyên, tiếp giáp với rạch Long Xuyên–NĐ13(N)–LX, chất lượng nước cải thiện từ mức sử dụng cho giao thông thủy (năm 2018 và năm 2019) lên mức sử dụng cho mục đích tưới tiêu (năm 2020). Tại điểm giữa kênh Rạch Giá–Long Xuyên, tiếp giáp kênh Bốn Tổng, kênh Chắc Cà Đào, kênh Ông Cò–NĐ14(N)–CT, chất lượng nước giảm từ mức sử dụng cho mục đích tưới tiêu (năm 2018 và năm 2019) xuống mức sử dụng cho giao thông thủy (năm 2020). Tại vị trí cuối kênh Rạch Giá–Long Xuyên, tiếp giáp với Kiên Giang–NĐ15(N)–TS, chất lượng nước cải thiện từ mức sử dụng cho giao thông thủy (năm 2018) lên mức sử dụng cho mục đích tưới tiêu (năm 2019) sau đó giảm xuống mức sử dụng cho giao thông thủy (năm 2020). Qua đó cho thấy chất lượng nước trên kênh Rạch Giá–Long Xuyên chưa đảm bảo tốt cho sinh hoạt, do vậy trong thời gian tới cần phải tiếp tục theo dõi để kịp thời cảnh báo đến người dân, phải tùy vào mục đích sử dụng mà có biện pháp xử lý nước cho phù hợp (năm 2020).

Chất lượng nước khu vực kênh 7 xã, kênh Xáng, rạch Mương Khai, kênh Xáng Cà Mau và kênh Xáng A–B: Diễn biến chất lượng nước theo chỉ số WQI trung bình năm giai đoạn 2018–2020 trên kênh 7 Xã, kênh Xáng, rạch Mương Khai, kênh Xáng Cà Mau giáp kênh Đồng Xút và kênh Xáng A–B (Hình 4f) như sau: Tại kênh 7 xã–NĐ21(N)–TC chất lượng nước cải thiện từ mức sử dụng cho giao thông thủy (năm 2018) lên mức sử dụng cho mục đích tưới tiêu (năm 2019, năm 2020); Tại kênh Xáng–NĐ22(N)–TC chất lượng nước giảm từ mức sử dụng cho mục đích tưới tiêu (năm 2018, năm 2019) xuống mức sử dụng cho giao thông thủy (năm 2020); Tại rạch Mương Khai–NĐ23(N)–PT chất lượng nước cải thiện từ mức sử dụng cho giao thông thủy (năm 2018, năm 2019) lên mức sử dụng cho mục đích tưới tiêu (năm 2020); Tại kênh Xáng Cà Mau giáp kênh Đồng Xút–NĐ24(N)–CM chất lượng nước đồng mức sử dụng cho giao thông thủy; Tại kênh Xáng A–B–NĐ25(N)–CM chất lượng nước cải thiện từ mức sử dụng cho giao thông thủy (năm 2018) lên mức sử dụng cho mục đích tưới tiêu (năm 2019), sau đó giảm xuống mức sử dụng cho giao thông thủy (năm 2020). Điều này cho thấy chất lượng nước chưa đảm bảo tốt cho sinh hoạt, cảnh báo đến người dân phải tùy vào mục đích sử dụng mà có biện pháp xử lý nước cho phù hợp.

Trong quá trình khảo sát điều tra lấy mẫu nghiên cứu, tính toán chỉ số WQI theo Quyết định số 1460–QĐ/TCMT; trong đó, việc phân tích các chỉ tiêu thuộc trừ sâu hữu như không phát hiện tại thời điểm nghiên cứu.

### 3.2. Kết quả ứng dụng mô hình đánh giá chất lượng nước vùng nghiên cứu

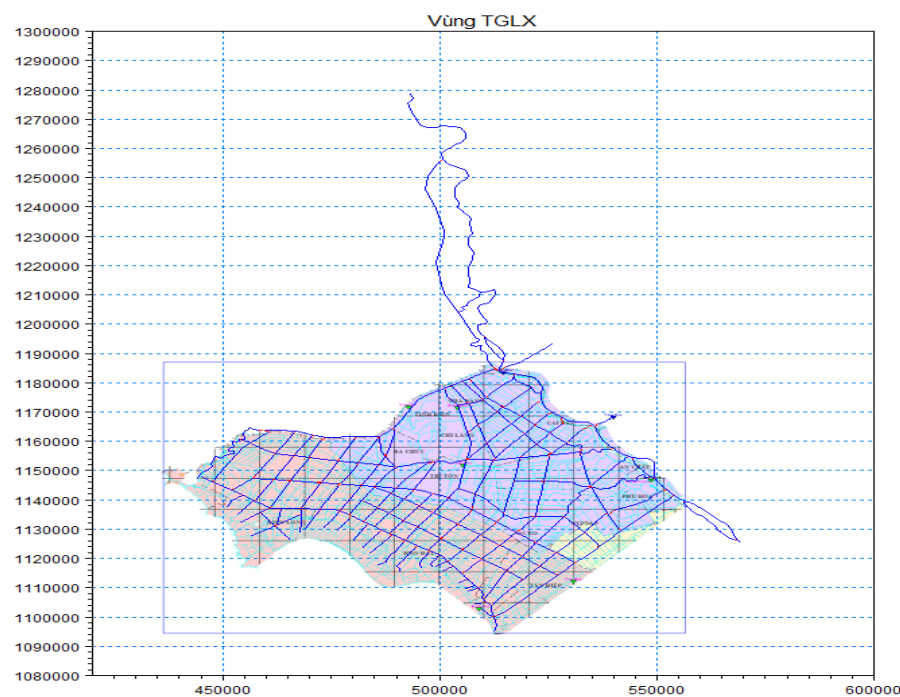
Đặc điểm tự nhiên lưu vực TGLX là một phần của ĐBSCL nên chịu tác động chính từ dòng chảy thượng nguồn biên giới (sông Giang Thành, sông Mêkông) và phía dưới hạ lưu chịu tác động của mực nước triều ngoài biển Tây.

Biên lưu lượng gồm các biên lưu vực tính toán từ mô hình NAM kế thừa từ bộ mô hình Nam chạy cho ĐBSCL do Viện Khoa học thủy lợi thực hiện) (Hình 5).

Biên mực nước được sử dụng từ biên mực nước triều Rạch Giá, Hà Tiên.

Biên chất lượng nước được xác định dựa vào các mẫu phân tích thu thập được có vị trí gần biên tính toán vào mùa khô năm 2016.

Biên của mô hình: trong số 39 vị trí này có 8 điểm là các biên lưu lượng, 31 vị trí còn lại là biên mực nước.



**Hình 5.** Sơ đồ thủy lực vùng TGLX.

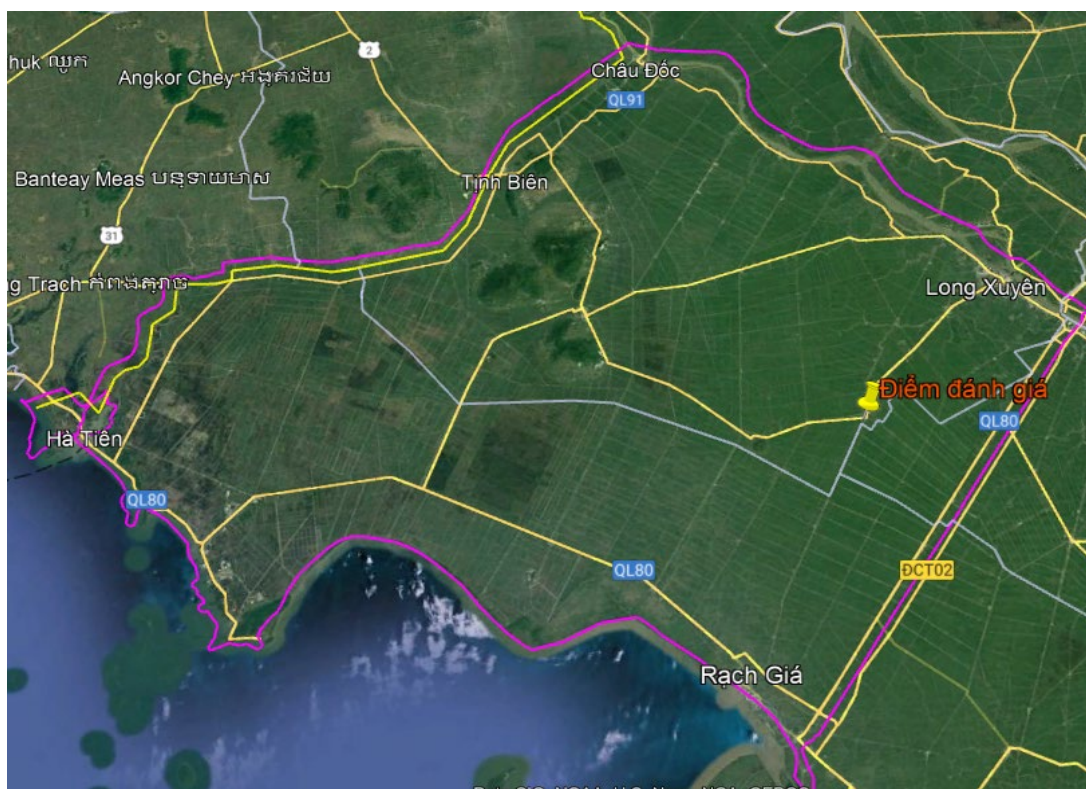
- Lưu lượng nhánh Bassac tại vị trí KhoKhel (Cambodia) được trích từ kết quả tính toán lũ cho toàn khu vực hạ lưu sông Mekong;
- Lưu lượng tại điểm đầu các nhánh sông trên lãnh thổ Cambodia;
- Mực nước sông Hậu tại vị trí sau đoạn giao với kênh Cái Sắn: trích từ mô hình toàn đồng bằng;
- Lưu lượng tại điểm đầu kênh Tân Châu–Châu Đốc (giáp sông Tiền);
- Mực nước tại các trạm Vàm Nao và Rạch Giá.

Công trình: Mô hình được xây dựng bao gồm các công kiểm soát lũ/mặn Tây; Đập cao su Tha La & Trà Sư; Trần Xuân Tô;

Việc hiệu chỉnh chất lượng nước được dựa trên số liệu lấy mẫu và phân tích tháng 3 năm 2016, kết quả mô phỏng so sánh với giá trị thực đo cho thấy độ chênh lệch không nhiều có thể chấp nhận được. Diễn biến chất lượng nước cũng được thể hiện theo sự biến động của dòng triều ngoài biển, giao thông của ghe thuyền trên các nguồn nước tác động gặp nhiều khó khăn do quá trình trao đổi chất trong môi trường nước trong mùa khô là rất phức tạp. Tuy nhiên kết quả mô hình đưa ra cũng khá tương quan so với giá trị đo đạc, do vậy có thể sử dụng mô hình để tính toán các kịch bản. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình vùng TGLX cho thấy mô hình phản ánh phù hợp chế độ dòng chảy và tác động của vận hành hệ thống công trình trong vùng TGLX lên chế độ dòng chảy. Minh chứng thông qua so sánh tính toán và thực đo của các yếu tố mực nước và lưu lượng các trạm trên dòng chính và nội vùng TGLX, chênh lệch giữa mực nước tính toán và thực đo nằm trong giới hạn cho phép, do đó có thể dùng bộ thông số của mô hình để tính toán mô phỏng thủy lực khu vực nghiên cứu. Điều này cho thấy bộ thông số của mô hình là phù hợp và có thể sử dụng để mô phỏng các kịch bản tính toán.

Hiệu chỉnh mô hình thủy lực: Bước thời gian tính toán  $\Delta t = 1$  phút. Việc xác định khoảng thời gian  $\Delta t$  được làm sơ bộ đồng thời với quá trình chạy thông mô hình. Mô hình tính toán đó lựa chọn khoảng thời gian  $\Delta t$  khác nhau (20s, 1 phút, 5 phút) nhận thấy với  $\Delta t = 20$  s mô hình chạy ổn định nhưng mất nhiều thời gian, 5 phút thì mô hình chạy không ổn định. Sau khi thử với bước thời gian  $\Delta t = 1$  phút thì mô hình chạy ổn định hơn nên lựa chọn bước thời gian này để tính toán là hợp lý. Hệ số nhám theo Manning (m) được phân ra nhiều đoạn sông khác nhau thượng lưu có hệ số nhám cao hơn hạ lưu và có xét đến sự thay đổi của nhám lòng và nhám bãi, dao động trong khoảng từ  $0,022 \div 0,032$ .

Kết quả đề xuất đánh giá tại điểm nằm trên kênh Rạch Giá–Long Xuyên lấy nước từ sông Tiền qua 2 tỉnh An Giang và Kiên Giang và đổ ra của biển Tp. Rạch Giá, Kiên Giang (Hình 6).



**Hình 6.** Vị trí xuất kết quả mô hình.

### 3.2.1. Kết quả tính toán theo kịch bản 1

Trong trường hợp hiện trạng ứng với điều kiện xả thải tính toán theo các lĩnh vực thì nồng độ các chất trong môi trường nước phụ thuộc chính vào điều kiện khí hậu tại vùng. Vào năm 2025 là năm có dòng chảy trên lưu vực TGLX là trung bình so với các năm khảo sát và mùa kiệt trong năm 2025 vào thời điểm tháng 4. Bên cạnh đó đặc thù vùng sinh hoạt tập quán, người dân sống cận bờ sông, kênh cộng với mật độ giao thông thủy của thuyền ghe điễn ra liên tục nên chỉ số chất lượng nước trong sông cũng thay đổi khá nhiều và phức tạp.

Mùa kiệt năm 2025 có thời gian kéo dài tới đầu tháng 5 do đó với lưu lượng từ phía thượng lưu chảy xuống dưới hạ lưu tăng dần đã tác động lớn tới chất lượng nước trong sông, kênh khi lượng thải đổ ra sông không được hòa tan và làm sạch nên nồng độ tăng dần theo thời gian, với nồng độ các chất đạt giá trị lớn nhất vào khoảng cuối tháng 5 như nồng độ TSS đạt 56,78 mg/l, BOD<sub>5</sub> đạt 5,73 mg/l, COD đạt 5,73 mg/l, nồng độ Tổng N đạt 1,97 mg/l, nồng độ Tổng P đạt 0,332 mg/l. Nhưng sau khi xuất hiện mưa bắt đầu vào thời kỳ mùa lũ, lưu lượng tăng lên làm thay đổi nồng độ trong sông, kênh.

Xét trong điều kiện hiện trạng với chế độ dòng chảy năm 2011 có thể thấy chất lượng nước trong sông có sự thay đổi khá lớn. Với năm 2011 thời gian mùa kiệt kết thúc sớm hơn

so với năm 2016 nên chất lượng nước trong sông có sự thay đổi khá lớn. Dựa vào kết quả mô hình hóa đã phân tích, nồng độ các chất năm 2016 và 2011 có thể thấy chế độ dòng chảy tác động khá lớn tới chất lượng nước trong sông, năm 2016 mùa kiệt kéo dài kèm theo đó là lưu lượng dòng chảy nhỏ đã làm tăng nồng độ chất lượng nước trong sông và thời kì mùa kiệt kéo dài cũng làm tăng nồng độ các chất theo thời gian.

### 3.2.2. Kết quả theo tính toán kịch bản 2

Trong kịch bản này với điều kiện chế độ dòng chảy năm 2016 là khi chưa xây dựng công trình kèm theo tải lượng đổ ra sông tương ứng với năm 2025 trong tương lai, khi điều kiện tương lai dân số tăng lên cùng với việc kinh tế phát triển đã làm cho lượng thải ra môi trường tăng cao qua đó nồng độ các chất trong sông cũng tăng dần lên.

Nồng độ TSS trong tương lai cũng tăng lên như đối với các chỉ số chất lượng nước khác, ứng với KB2 thì nồng độ TSS tại vị trí công trình đạt khoảng 33,68 mg/l và tăng khoảng 15,3% so với hiện trạng.

Tại vị trí công trình, nồng độ các chất như BOD cao nhất đạt khoảng 6.81mg/l và tăng khoảng 18,8% so với nồng độ hiện trạng.

Nồng độ Tổng N tại khu vực xây dựng công trình trong điều kiện tương lai cũng tăng lên đáng kể so với hiện trạng khi chưa xây dựng công trình, giá trị nồng độ Tổng N đạt khoảng 2,26 mg/l tăng so với nồng độ hiện trạng khoảng 14,7%.

Tương tự như nồng độ Tổng N, nồng độ Tổng P trong điều kiện tương lai tại vị trí công trình cũng tăng khá cao so với thời điểm hiện trạng, với nồng độ trong sông đạt khoảng 0,395 mg/l tăng khoảng hơn 19% so với nồng độ hiện nay.

### 3.2.3. Kết quả theo tính toán kịch bản 3

Khi xây dựng công trình công phía dưới hạ lưu để ngăn mặn lại, đã tác động tới chế độ dòng chảy trong sông và nồng độ các chất cũng biến đổi theo quá trình diễn biến dòng chảy này. Chế độ dòng chảy tại khu vực sau công về phía thượng lưu khi công đóng vào mùa kiệt ngăn mặn sẽ không bị tác động bởi chế độ thủy triều ngoài biển tác động lên thượng lưu.

Nồng độ BOD tại vị trí thượng lưu công do chịu ảnh hưởng chính từ dòng chảy thượng lưu đổ về dồn tới cửa công qua đó làm cho nồng độ tăng lên tại vị trí công và tăng cao hơn so với hiện trạng trong cả liệt tài liệu mùa kiệt.

Theo như diễn biến quá trình nồng độ BOD, có thể thấy rằng khi xây dựng công trình công ngăn mặn đã tác động tới chế độ dòng chảy và làm cho nồng độ BOD phía thượng lưu công tăng cao hơn so với hiện trạng khoảng 9,996 mg/l, diễn biến nồng độ BOD phía thượng lưu do không bị tác động bởi chế độ thủy triều nên biên độ dao động không lớn và nồng độ bị tăng dần theo thời gian đóng công. Mặt khác phía hạ lưu công biên độ về nồng độ BOD cũng thu hẹp lại so với trường hợp hiện trạng do công đóng lại và vận hành cửa van trong thời đoạn mùa kiệt, phía sau công đổ ra biển như 1 kênh cụt nên nồng độ tại vị trí sau công cũng tăng lên đáng kể.

Khi đóng công thì vị trí khu vực trước công về phía thượng lưu trở thành như một hồ chứa do đó lượng nước đổ về làm cho các chất trong nước lắng lại, do đó chỉ số TSS tại vị trí công trình phía thượng lưu bị giảm đi dần trong quá trình đóng công, với kịch bản 3 thì chỉ số TSS giảm xuống còn khoảng 24 mg/l.

Phía hạ lưu sau công về phía biển thì nồng độ TSS cũng tương tự như nồng độ BOD do bị tác động bởi công trình công nên biên độ BOD bị co hẹp hơn so với khi chưa xây dựng công trình.

Xét chỉ tiêu Tổng P tại vị trí công trình khi xây dựng công và khi vận hành đóng công cả mùa khô thì nồng độ tại vị trí thượng lưu công tăng lên khoảng 0,425 mg/l và theo diễn biến quá trình nồng độ tại vị trí này cũng tăng dần theo thời gian và biên độ dao động không bị tác động bởi dòng triều nên hẹp hơn so với kịch bản 1.

### 3.3. Đề xuất các giải pháp cơ bản bảo vệ nguồn nước hiệu quả

Từ kết quả tính toán của 3 kịch bản, bài báo đề xuất một số giải pháp cấp thiết và cơ bản nhất để bảo vệ nguồn nước cụ thể phù hợp như sau:

- Tăng cường quan trắc, dự báo diễn biến chất lượng môi trường, xác định kịp thời các vấn đề môi trường trên lưu vực sông. Kiểm soát ô nhiễm nguồn thải cố định chất thải chăn nuôi, chất thải sinh hoạt và hoạt động công nghiệp. Đẩy mạnh các hoạt động nghiên cứu, ứng dụng và chuyển giao công nghệ về xử lý ô nhiễm, khắc phục suy thoái và sự cố môi trường, trong đó tập trung cho việc ngăn chặn, hạn chế và xử lý ô nhiễm môi trường tại các khu chăn nuôi, khu công nghiệp/ cụm công nghiệp, khu dân cư, khu xử lý chất thải tập trung. Đẩy mạnh ứng dụng các giải pháp kỹ thuật nhằm hoàn thiện hệ thống tiêu thoát nước mưa và thu gom, xử lý nước thải sinh hoạt. Nạo vét, cải tạo các kênh, rạch bị ô nhiễm nặng trong vùng nghiên cứu.

- Hiện nay, hệ thống các công trình quản lý nước vùng TGLX tương đối hoàn chỉnh. Tuy nhiên, theo Quy hoạch tổng thể ĐBSCL trong điều kiện BĐKH và nước biển dâng, để quản lý và chia sẻ nguồn nước trong vùng, địa phương cần phải thực hiện thêm các giải pháp công trình căn cứ vào tình hình thực tế theo từng giai đoạn phát triển. Công tác xây dựng hệ thống các công trình thủy lợi cần tôn trọng quy luật thủy văn, không gây cản trở dòng chảy để dòng chảy, phù sa, nguồn lợi thủy sản liên thông. Đồng thời, tăng cường xây dựng, ứng dụng công nghệ phù hợp, vận hành có hiệu quả các hệ thống thu gom xử lý nước thải công nghiệp, dịch vụ, sinh hoạt nhằm kiểm soát nguồn phát thải ô nhiễm, bảo vệ môi trường đáp ứng các yêu cầu tiêu chuẩn xanh trong phát triển các ngành sản xuất, quy hoạch khu dân cư đô thị của vùng.

- Tuyên truyền, vận động và phổ biến nội dung các văn bản về bảo vệ môi trường lưu vực sông, tăng cường công tác nâng cao nhận thức cộng đồng trong bảo vệ nguồn nước. Đẩy mạnh xã hội hóa công tác bảo vệ môi trường. Hoàn thiện bộ máy quản lý môi trường nước mặt từ cấp tỉnh đến cấp cơ sở, đào tạo, tập huấn nâng cao trình độ chuyên môn, nghiệp vụ cho đội ngũ cán bộ quản lý môi trường ở cấp cơ sở. Có sự phân công trách nhiệm rõ ràng giữa các cấp, các ngành.

Đề xuất một số biện pháp giảm thiểu ô nhiễm môi trường nước vùng nghiên cứu:

- Nhóm giải pháp công trình: (i) Thu gom và xử lý nước thải tại các khu công nghiệp, nước thải sinh hoạt, nước thải chăn nuôi; (ii) Vận hành hệ thống công trình ngăn mặn.

- Nhóm giải pháp phi công trình: (i) Giải pháp về nâng cao nhận thức cộng đồng trong bảo vệ nguồn nước; (ii) Giải pháp nâng cao vai trò, hiệu quả và năng lực quản lý của cơ quan quản lý địa phương; (iii) Đẩy mạnh xã hội hóa công tác bảo vệ môi trường; (iv) Kiểm soát nguồn phát thải ô nhiễm.

## 4. Kết luận

Kết quả đánh giá diễn biến chất lượng nước theo chỉ số WQI của vùng nghiên cứu đã cho thấy chất lượng nước tại khu vực quan trắc có hàm lượng cặn lơ lửng cao, độ pH phía thượng nguồn thấp, nguồn nước có dấu hiệu bị ô nhiễm vi sinh (*Coliform Bacteria*). Chất lượng nước vùng TGLX được đánh giá trung bình theo thang đo màu. Tuy nhiên có một số khu vực có chất lượng xấu (màu da cam) tại một số thời điểm trong năm. Cụ thể khu vực kênh Vĩnh Kế, kênh Mặc Cần Dung, Kênh Tám Ngàn, Rạch Giá-Long Xuyên và kênh 7 xã, kênh Xáng, rạch Muong Khai, kênh Xáng Cà Mau và kênh Xáng A-B đều có chất lượng nước xấu đi trong năm 2020. Để có thể sử dụng vào những phục vụ mục đích sinh hoạt thì cần phải áp dụng các biện pháp xử lý phù hợp.

Mô phỏng chất lượng nước mùa kiệt năm 2025 (Kịch bản 1) thời gian đầu tháng 5 do đó với lưu lượng từ phía thượng lưu chảy xuống dưới hạ lưu tăng dần đã tác động lớn tới chất lượng nước trong sông, kênh khi lượng thải đổ ra sông không được hòa tan và làm sạch nên nồng độ tăng dần theo thời gian, với nồng độ các chất cao; TSS: 56,78 mg/l, BOD5: 5,73

mg/l, COD: 5,73 mg/l, Tổng N: 1,97 mg/l, Tổng P: 0,332 mg/l. Nhưng khi xuất hiện mưa bắt đầu vào thời kì mùa lũ, lưu lượng tăng lên làm thay đổi hàm lượng chất hữu cơ cũng như các chỉ tiêu hóa lý có xu thế giảm. Nghiên cứu chỉ ra khi so sánh với các năm 2011 và 2016 có thể thấy chế độ dòng chảy tác động khá lớn tới chất lượng nước trong sông, năm 2016 mùa kiệt kéo dài kèm theo đó là lưu lượng dòng chảy nhỏ đã làm tăng nồng độ chất lượng nước trong sông và thời kì mùa kiệt kéo dài cũng làm tăng nồng độ các chất ô nhiễm theo thời gian. Tại kịch bản 2, với điều kiện chế độ dòng chảy năm 2016 và khi chưa xây dựng các công trình thủy lợi, kèm theo tải lượng đổ ra sông tương ứng với năm 2025 và trong tương lai, khi dân số tăng lên cùng với việc kinh tế phát triển đã làm cho lượng thải ra môi trường tăng cao qua đó nồng độ các chất trong sông cũng tăng dần lên. Nồng độ TSS ứng với KB2 thì nồng độ TSS: 33,68 mg/l, tăng khoảng 15,3% so với hiện trạng. Với kịch bản 3, khi xây dựng công trình công ngăn mặn đã tác động tới chế độ dòng chảy và làm cho nồng độ BOD tăng cao hơn so với hiện trạng khoảng 9,996 mg/l, diễn biến nồng độ BOD phía thượng lưu do không bị tác động bởi chế độ thủy triều nên biên độ giao động không lớn và nồng độ bị tăng dần theo thời gian đóng cống. Mặt khác phía hạ lưu nồng độ BOD cũng giảm dần so với trường hợp hiện trạng khi cống đóng lại và vận hành cửa van trong thời đoạn mùa kiệt, phía sau cống đổ ra biển như một kênh cắt nên nồng độ các thông số TSS, BOD<sub>5</sub> tại vị trí sau cống cũng tăng lên đáng kể.

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

**Lời cảm ơn:** Nghiên cứu này được thực hiện dưới sự tài trợ của dự án nghiên cứu Viện Phát triển Công nghệ Môi trường và Tài nguyên nước Phú Mỹ.

**Lời cam đoan:** Các tác giả đảm bảo rằng bài viết này là công trình của các tác giả, chưa được xuất bản ở nơi khác, không được sao chép từ nghiên cứu trước đó; không có xung đột lợi ích trong nhóm tác giả.

#### Tài liệu tham khảo

1. Thanh, T.V. và cs. Nghiên cứu đánh giá các tác động tích cực và những tồn tại, đề xuất các giải pháp để nâng cao hiệu quả kinh tế – xã hội và môi trường của hệ thống công trình kiểm soát lũ vùng Tứ Giác Long Xuyên. Đề tài cấp Nhà nước KC08.20/11–15, Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam, Việt Nam, 2015.
2. Tran, D.D.; Huu, L.H.; Hoang, L.P.; Pham, T.D.; Nguyen, A.H. Sustainability of rice-based livelihoods in the upper floodplains of Vietnamese Mekong Delta: Prospects and challenges. *Agric. Water Manage.* **2021**, *243*, 106495.
3. ADB and IMHEN. Climate Change Impact and Adaptation Study in The Mekong Delta, Part A Final Report: Climate Change Vulnerability and Risk Assessment Study for Ca Mau and Kien Giang Provinces, Vietnam, 2011.
4. ADB. Viet Nam: Environment and climate change assessment. Deltares–Delta Alliance–DWRPIS, 2011. Vietnam – Netherlands Mekong Delta Masterplan Project: Mekong Delta: Water resources assessment studies. Deltares–Delta Alliance–Division for water Resources Planning and Investigation for the South of Vietnam (DWRPIS), 2013.
5. Economics of adaptation to climate change. The World Bank: The Social Dimensions of Adaptation to Climate Change in Vietnam, 2010.
6. Shrestha, S.; Bach, T.V.; Pandey, V.P. Climate change impacts on groundwater resources in Mekong Delta under representative concentration pathways (RCPs) scenarios. *Environ. Sci. Policy* **2016**, *61*, 1–13.

7. Sustainable Development Department, Vietnam Country Office. The World Bank: Climate-Resilient Development in Vietnam: Strategic Directions for the World Bank, 2011.
8. Trung, N.H. Possible impacts of seawater intrusion and strategies for water management in coastal areas in the Vietnamese Mekong delta in the context of climate change. Proceeding of the Coastal Disasters and Climate Change in Vietnam, 2014, 219–232.
9. World Bank. Climate-Resilient Development in Viet Nam: Strategic Directions for the World Bank. Washington, DC, 2011.
10. Tran, D.D.; Quang, C.N.X.; Tien, P.D.; Tran, P.G.; Kim Long, P.; Van Hoa, H.; ...; Le Ha, T.T. Livelihood Vulnerability and Adaptation. Capacity of Rice Farmers under Climate Change and Environmental Pressure on the Vietnam Mekong Delta Floodplains. *Water* 2020, 12(11), 3282.
11. Tuyển chọn các văn bản quy phạm pháp luật trong lĩnh vực tài nguyên nước, Tập 1,2,3, Cục Quản lý tài nguyên nước.
12. Tổng cục Môi trường. Sổ tay hướng dẫn Tính toán chỉ số chất lượng nước. Bộ Tài Nguyên và Môi trường, 2011.
13. Nghị định số 120/2008/NĐ-CP, ngày 01 tháng 12 năm 2008 của Chính phủ về Quản lý lưu vực sông.
14. Quyết định số 81/2006/QĐ-TTg ngày 14 tháng 04 năm 2006 của Thủ tướng Chính phủ về việc phê duyệt Chiến lược quốc gia về tài nguyên nước đến năm 2020.
15. DHI software. Mike Use Guide, 2007.
16. DHI software. Mike Reference Manual, 2007.
17. DHI – Water & Environment (DHI). MIKE11 – a modelling system for Rivers and Channels – Short Introduction and Tutorial – Denmark Hydraulics Institute, 2014.
18. Mike Flow model (DHI). Hydronamic module: Scientific Documentation, 2007.
19. Moriasi, D.N.; Arnold, J.G.; Van Liew, M.W.; Bingner, R.L.; Harmel, R.D.; Veith, T.L. Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulations. *Trans. ASABE* 2007, 50(3), 885–900.
20. McCuen, R.H.; Knight, Z.; Cutter, A.G. Evaluation of the Nash-Sutcliffe efficiency index. *J. Hydrol. Eng.* 2006, 11(6), 597–602.
21. [http://www.esr.org/polar\\_tide\\_models/Model\\_TPX062\\_load.html](http://www.esr.org/polar_tide_models/Model_TPX062_load.html).
22. [http://www.epa.gov/athens/wwqtsc/html/water\\_quality\\_models.html](http://www.epa.gov/athens/wwqtsc/html/water_quality_models.html).
23. Trọng, H.; Ngọc, C.N.M. Phân tích dữ liệu nghiên cứu với SPSS Tập 1. Xuất bản lần 1, Nhà xuất bản Hồng Đức, Tp. HCM, 2008.

## Application WQI Index and of MIKE 11 model to evaluate surface water quality in the Long Xuyen Quadrangle

Huynh Phu<sup>1</sup>, Nguyen Ly Ngoc Thao<sup>1\*</sup>, Huynh Thi Ngoc Han<sup>2</sup>, Tran Thi Minh Ha<sup>3</sup>

<sup>1</sup> HUTECH University; h.phu@hutech.edu.vn; nln.thao@hutech.edu.vn

<sup>2</sup> Hochiminh City University of Nature Resources & Environment; htanh\_ctn@hcmunre.edu.vn

<sup>3</sup> Tay Nguyen University; ttmha@ttn.edu.vn

**Abstract:** This study used the MIKE 11 model combined with the WQI index to assess the changes in surface water quality in the Long Xuyen Quadrangle. The results show that the best water quality evolution is at the beginning of Xang Vinh Tre canal adjacent to Hau river-ND5(N)-CP and at the end of Ong Chuong canal adjacent to Hau river-ND20(N)-CM at the same level. used for irrigation purposes for 3 consecutive years), the worst is at the middle point of the Mac Can Dung canal adjacent to Xang Cay Duong canal-ND9(N)-

CT, at the end of Tam Ngan canal, adjacent to Kien Giang–ND12 (N)–TT and Xang Ca Mau canal adjacent to Dong Xut–ND24(N)–CM canal. Water quality simulation under scenario 1, high concentration of substances; TSS: 56.78 mg/l, BOD<sub>5</sub>: 5.73 mg/l, COD: 5.73 mg/l, Total N:1.97 mg/l, Total P: 0.332 mg/l in dry season. In scenario 2, when the population increases and the economy develops, TSS concentration: 33.68 mg/l, an increase of about 15.3% compared to the current situation. If according to scenario 3, when constructing the sluice gate to prevent saline intrusion, it affects the flow regime and causes the BOD concentration to increase higher than the current situation by about 9.966 mg/l, the evolution of BOD concentration upstream is due to is not affected by the tidal regime, so the fluctuation amplitude is not large and the concentration is gradually increased with the time of closing the sluice.

**Keywords:** Long Xuyen Quadrangle; Mekong Delta; Surface water sources; MIKE 11; WQI.