

Bài báo khoa học

## Nghiên cứu ứng dụng mô hình MIKE 11 đánh giá chất lượng nguồn tiếp nhận nước thải từ khu công nghiệp ra sông Cẩm Giàng, Hải Dương

Trần Hữu Thế<sup>1\*</sup>, Đoàn Quang Trí<sup>2</sup>, Quách Thị Thanh Tuyết<sup>2</sup>, Nguyễn Văn Nhật<sup>2</sup>, Phạm Tiến Đức<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Tỉnh ủy Phú Yên; thetranpy@gmail.com

<sup>2</sup> Tạp chí Khí tượng Thủy văn, Tổng cục Khí tượng Thủy văn;  
doanquangtrikttv@gmail.com; tuyetkttv@gmail.com; vannhat.tv@gmail.com;  
ducpham.vhma@gmail.com

\*Tác giả liên hệ: thetranpy@gmail.com; Tel.: +84–913427027

Ban Biên tập nhận bài: 5/11/2022; Ngày phản biện xong: 23/12/2022; Ngày đăng bài: 25/12/2022

**Tóm tắt:** Nước thải công nghiệp cũng song song với sự phát triển của ngành, kéo theo nhiều hệ lụy không đáng có cho môi trường và ảnh hưởng trực tiếp đến môi trường và sức khỏe người dân. Nghiên cứu ứng dụng mô hình MIKE 11 để đánh giá sự thay đổi chất lượng nước sông Cẩm Giàng khi tiếp nhận thêm nguồn thải từ khu công nghiệp (KCN) Tân Trường. Kết quả cho thấy hầu hết nồng độ các thông số ô nhiễm (TSS, COD, BOD<sub>5</sub>, PO<sub>4</sub>) mô phỏng trên sông Cẩm Giàng vẫn đạt giới hạn cho phép theo cột B1 của QCVN 08–MT:2015/ BTNMT. Kết quả mô phỏng các kịch bản cho thấy hầu hết nồng độ các chất ô nhiễm tại nguồn tiếp nhận vẫn trong phạm vi giới hạn cho phép, chỉ có nồng độ COD vượt ngưỡng giới hạn cho phép do nồng độ COD hiện trạng trên sông tiếp nhận nước thải từ KCN đã khá cao. Kết quả nghiên cứu cho thấy mô hình mô phỏng CLN MIKE 11 có thể sử dụng để mô phỏng đánh giá diễn biến chất lượng nước từ KCN vào các nguồn tiếp nhận.

**Từ khóa:** Mô hình MIKE 11; Chất lượng nước; Khu công nghiệp Tân Trường.

### 1. Giới thiệu

Phát triển đô thị và các khu công nghiệp kéo theo đó là vấn đề xả thải gây ô nhiễm môi trường. Các nghiên cứu ứng dụng mô hình hóa trong việc giải quyết bài toán ô nhiễm chất lượng nước do nguồn thải đổ ra đã được phát triển mạnh mẽ trong những năm gần đây [1–5]. Thực tế diễn biến chất lượng nước phụ thuộc rất nhiều vào các yếu tố khí hậu, điều kiện tự nhiên và điều kiện sử dụng đất, lượng phân bón nông nghiệp, thủy sản, nước thải từ các khu công nghiệp, nước thải sinh hoạt, ... Do đó, việc ứng dụng mô hình toán để mô phỏng, tính toán, dự báo lan truyền chất ô nhiễm là phương pháp hữu hiệu và hiệu quả [6–8]. Trên thế giới đã có rất nhiều các nghiên cứu về vấn đề dự báo dòng chảy, chất lượng nước ở các lưu vực sông, hồ theo hướng sử dụng công cụ mô hình hóa kết hợp với việc phân tích ảnh viễn thám GIS [9–12].

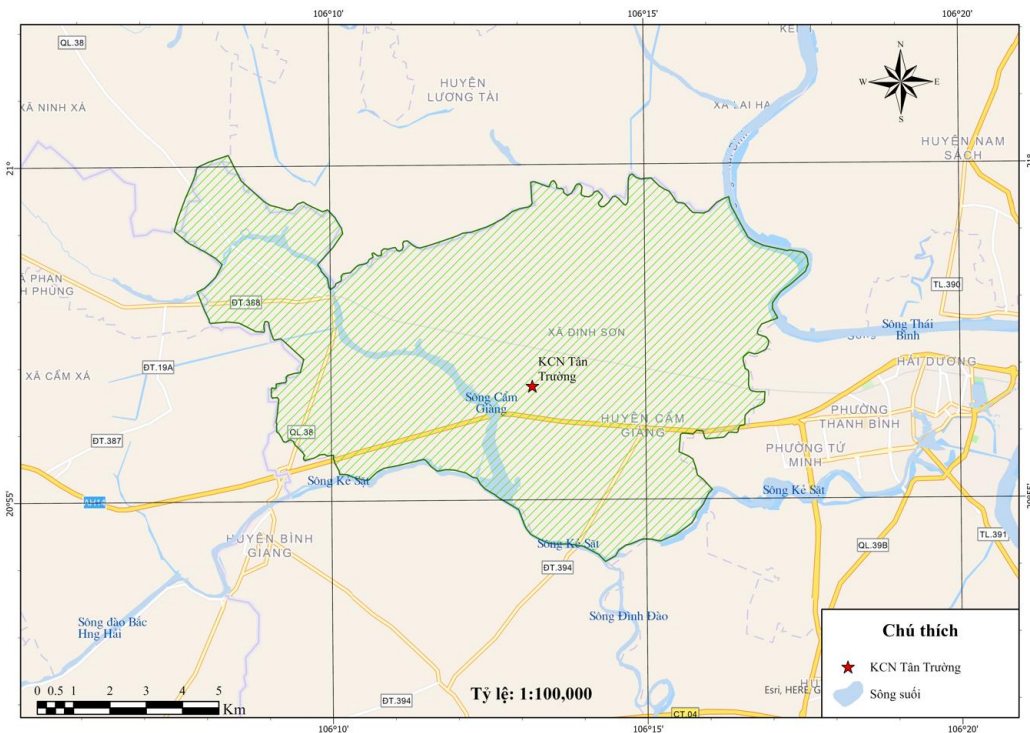
Trong những năm gần đây, ở Việt Nam những nghiên cứu ứng dụng chỉ số WQI [13], xây dựng hệ thống dự báo chất lượng nước [14], nghiên cứu kết hợp mô hình thủy lực và mô hình trí tuệ nhân tạo trong mô phỏng chất lượng nước [15], nghiên cứu đánh giá chất lượng nước sông, hồ [16–17], đánh giá chất lượng nước mặt và hiệu quả mô hình canh tác lúa [18], phân vùng chất lượng nước tại các khu vực đầm phá [19], đánh giá sức chịu tải của nguồn nước, lưu vực sông đã rất phát triển [20].

Có thể nhận thấy việc nghiên cứu ứng dụng mô hình MIKE 11 với mô đun thủy lực HD, mô đun truyền tải AD và mô đun Ecolab là phù hợp để mô phỏng quá trình lan truyền một số thông số ô nhiễm từ KCN Tân Trường ra sông Cẩm Giàng là nơi tiếp nhận nguồn ô nhiễm. Mục đích nghiên cứu đánh giá diễn biến chất lượng nguồn nước sông khi tiếp nhận thêm nguồn xả từ khu công nghiệp có ý nghĩa quan trọng trong việc góp phần xây dựng cơ sở dữ liệu để tính toán khả năng chịu tải của sông, từ đó có biện pháp giảm thiểu tác động của hoạt động phát triển kinh tế đến môi trường nước.

## 2. Số liệu sử dụng và phương pháp nghiên cứu

### 2.1. Giới thiệu khu vực nghiên cứu

Tuyến kênh mương chính ảnh hưởng trực tiếp từ dự án KCN Tân Trường mở rộng là tuyến kênh T1 trạm bơm Cầu Ghẽ, hiện đang chạy dọc phía Tây của khu đất quy hoạch KCN Tân Trường mở rộng (Hình 1). Tuyến kênh này có chiều dài khoảng 1.250 m, điểm cuối tại trạm bơm Cầu Ghẽ (xã Tân Trường) điểm đầu nối tuyến mương phía Bắc KCN giáp đường sắt HN–HP. Tuyến kênh T1 trạm bơm Cầu Ghẽ hiện đang có nhiệm vụ chủ yếu là cấp nước tưới tiêu nông nghiệp và thoát nước nước cho khu vực có diện tích khoảng 350 ha đất nông nghiệp của xã Tân Trường mở rộng và 1 phần của xã Định Sơn, trong đó có toàn bộ diện tích của dự án. Đây được xác định là tuyến kênh tiếp nhận nước mưa, nước thải (sau khi xử lý) từ hoạt động thi công xây dựng cũng như khi KCN Tân Trường mở rộng đi vào hoạt động.



Hình 1. Bản đồ khu vực nghiên cứu.

Trạm bơm Cầu Ghẽ: Trạm bơm này nằm ở cuối tuyến kênh T1, nhiệm vụ chủ yếu hiện nay là cấp và tiêu thoát nước cho khoảng 350 ha đất canh tác, trồng trọt thuộc xã Tân Trường mở rộng và 1 phần của xã Định Sơn. Tại trạm bơm này hiện nay có 12 máy bơm có công suất mỗi máy 1400 m<sup>3</sup>/h. Nước thải sau khi xả vào kênh T1 qua trạm bơm này đổ ra sông Cẩm Giàng.

Sông Cẩm Giàng là một con sông đổ ra Sông Sắt. Sông Cẩm Giàng có chiều dài 26 km. Sông Cẩm Giàng chảy qua các tỉnh Bắc Ninh, Hưng Yên, Hải Dương. Mực nước dao động theo mùa không lớn, mùa mưa dao động từ 2,5–3 m. Lòng sông rộng từ 90–120 m có hàm

lượng phù sa tương đối cao từ 200–400 g/l. Mùa khô, mực nước dao động từ 0,7–1,0 m, hàm lượng phù sa từ 50–60 g/l.

Sông Sắt dài khoảng 60 km, lấy nước tự chảy từ cống Xuân Quan (Hưng Yên), đoạn chảy qua Hải Dương dài khoảng 30 km, bắt đầu từ Cống Tranh, xã Thúc Kháng (Bình Giang) qua các huyện Bình Giang, Cẩm Giàng, Gia Lộc, cắt ngang TP.Hải Dương trước khi đổ ra sông Thái Bình qua Âu Thuyền thuộc địa phận phường Ngọc Châu. Sông Sắt vốn là sông tự nhiên. Sông Sắt là con sông có vai trò quan trọng nhất trong hệ thống đại thủy nông Bắc–Hưng–Hải, làm nhiệm vụ cung cấp nước tưới cho các huyện Bình Giang, Cẩm Giàng, Gia Lộc, Tứ Kỳ và TP. Hải Dương.

Hiện tại, nguồn nước sông Sắt được sử dụng làm nước sinh hoạt cho các địa phương hai bên bờ sông và các KCN Đại An, Phúc Điền, Tân Trường. Sông còn có nhiệm vụ tiêu thoát úng cho phần lớn diện tích của các huyện, thành phố chảy qua. Mặt khác, sông Sắt cũng là nơi tiếp nhận nước mưa, nước thải chính của khu vực, trong đó có nước thải từ KCN Tân Trường mở rộng sau khi được xử lý đạt tiêu chuẩn cột A – QCVN 40:2011/BTNMT. Trên sông Sắt cũng có các hoạt động giao thông vận tải thủy song chủ yếu là các thuyền đánh bắt cá nhỏ, thuyền vận chuyển vật liệu xây dựng nội tỉnh.

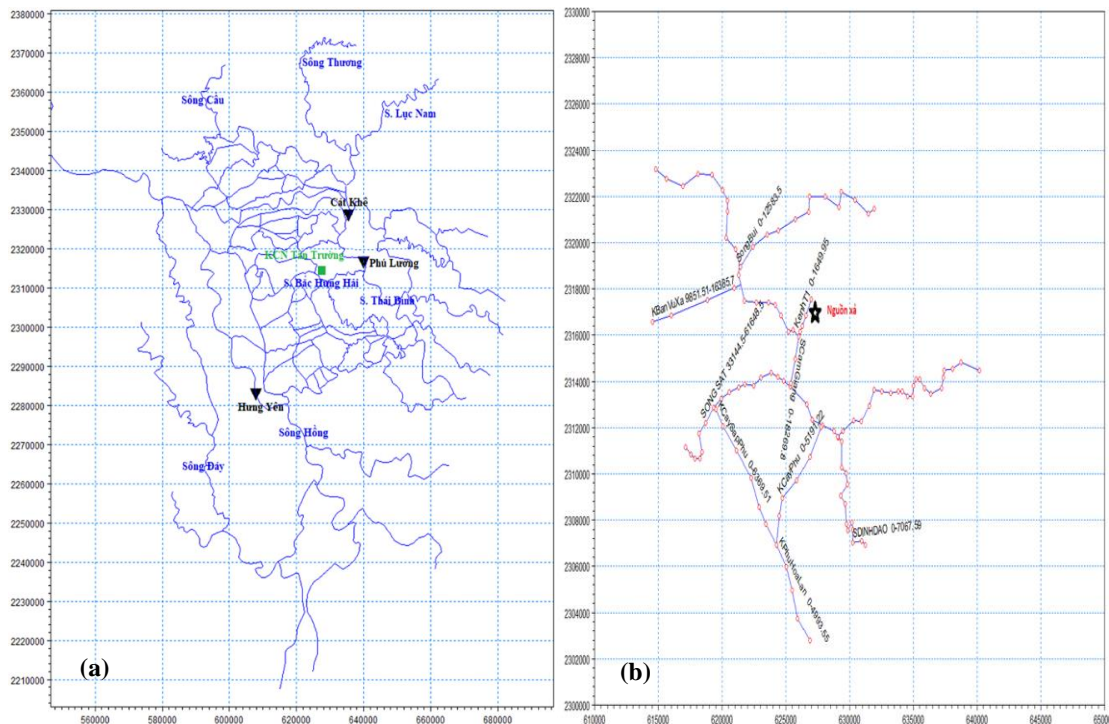
2.2. Thu thập số liệu nghiên cứu và thiết lập mô hình

Nghiên cứu kế thừa hệ thống thủy lực sông Hồng–Thái Bình từ các đề tài/ dự án đã thực hiện, số liệu biên trên và biên dưới được cập nhật với số liệu lưu lượng và mực nước năm 2017 và 2018. Số liệu tại trạm thủy văn Cát Khê, Phú Lương và Hưng Yên năm 2018 và năm 2019 được sử dụng để hiệu chỉnh và kiểm định mô hình.

Biên trên là quá trình lưu lượng tại các trạm thủy văn gồm: Sơn Tây, Gia Bảy, Cầu Sơn, Chũ và Hưng Thi. Các biên dưới là các trạm đo mực nước gồm: Như Tân, Phú Lễ, Ba Lạt, Đông Quý, Đông Xuyên, Quang Phục, Cửa Cấm, Do Nghi (Hình 2a).

Mạng sông mô phỏng chất lượng nước được thu gọn với các biên như sau:

- + Biên trên là quá trình lưu lượng tại các vị trí: Mặt cắt trên cùng đoạn sông Cẩm Giàng, sông Sắt, kênh T1, kênh Vu Xá và Sông Bùi.
- + Biên dưới là quá trình mực nước tại mặt cắt cuối cùng đoạn sông Đình Đào, kênh Phú Hoa Lan và sông Sắt (Hình 2b).



Hình 2. Sơ đồ mạng lưới thủy lực sông nghiên cứu.

### 2.3. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu sử dụng mô hình thủy động lực một chiều MIKE 11 với 02 mô đun (HD và AD) hiện là một mô hình tiên phong với nhiều ứng dụng thành công trên thế giới. Các phương trình cơ bản trong phần mềm MIKE 11 bao gồm: Hệ phương trình Saint–Venant, phương trình lan truyền, khuếch tán thông số ô nhiễm và phương trình mô tả các quá trình phản ứng sinh hoá trong môi trường nước [21–23].

Do đó để tính toán mô phỏng chế độ dòng chảy trong sông, mô hình MIKE 11 dựa trên cơ sở giải hệ phương trình Saint–Venant được thiết lập bao gồm 2 phương trình tạo thành hệ hai phương trình hai ẩn có dạng như sau:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = q$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial(\alpha \frac{Q^2}{A})}{\partial x} + g.A.\frac{\partial h}{\partial x} + \frac{g.Q|Q|}{C^2 A.R} = 0 \tag{1-2}$$

Trong đó Q là lưu lượng (m<sup>3</sup>/s); A là diện tích mặt cắt ướt (m<sup>2</sup>); q là lưu lượng dòng ra nhập trên 1 đơn vị chiều dài dọc sông (m<sup>3</sup>/m.s); h là mực nước (m); C là hệ số trở lực Chezy; α là hệ số phân bố động lượng; R là bán kính thủy lực hoặc bán kính trở lực.

Phương trình cơ bản của modul tải khuếch tán: Phương trình được thiết lập dựa trên định luật bảo toàn khối lượng với các giả thiết sau: Các chất được coi như xáo trộn hoàn toàn trên toàn mặt cắt; Các chất được coi là không biến đổi hoặc có tốc độ phân huỷ bậc 1; Áp dụng định luật khuếch tán Fick, nghĩa là coi các chất phân tán theo sự biến thiên nồng độ

Phương trình lan truyền, khuếch tán trong mô hình MIKE 11 có dạng sau [24–25]:

$$\frac{\partial(AC)}{\partial t} + \frac{\partial(QC)}{\partial x} - \frac{\partial}{\partial x}(A.D.\frac{\partial C}{\partial x}) = -A.K.C + C_2.q \tag{3}$$

Trong đó A là Diện tích mặt cắt (m<sup>2</sup>); C là hàm lượng thành phần chất (kg/m<sup>3</sup>); Q là lưu lượng (m<sup>3</sup>/s); q là lưu lượng dòng bên gia nhập tính trên 1 đơn vị chiều dài (m<sup>3</sup>/s); C<sub>2</sub> là hàm lượng thành phần chất dòng gia nhập (kg/m<sup>3</sup>); D là hệ số phân tán dọc trục (m<sup>2</sup>/s).

## 3. Kết quả và thảo luận

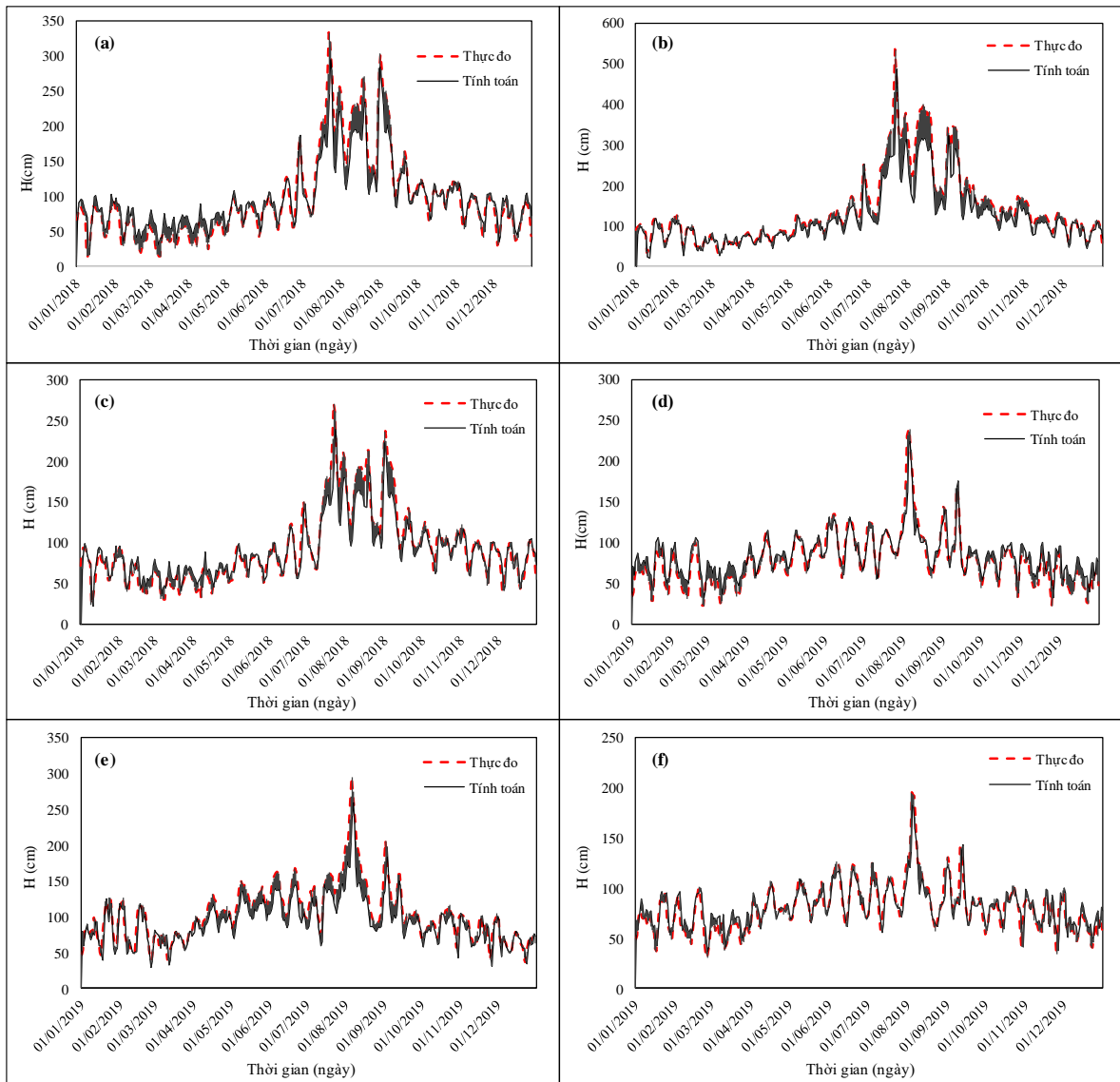
### 3.1. Kết quả hiệu chỉnh kiểm định mô hình thủy lực

Nghiên cứu sử dụng số hiệu hiệu chỉnh mô hình thủy lực tại 03 trạm: Cát Khê, Phú Lương và Hưng Yên từ 1/1/2018–31/12/2018 và số liệu kiểm định mô hình thủy lực tại 03 trạm từ 1/1/2019–31/12/2019. Kết quả tính toán hiệu chỉnh và kiểm định mực nước tại các trạm kiểm tra trong khu vực nghiên cứu cho kết quả tương đối tốt (chỉ số NASH dao động từ 0,80–0,87). Kết quả này cho thấy mô hình mô phỏng tương đối tốt quá trình thủy lực khu vực nghiên cứu. Tổng hợp kết quả đánh giá đường quá trình mực nước hiệu chỉnh, kiểm định mô hình và bảng tổng hợp đánh giá kết quả theo chỉ số NASH được thể hiện trên hình 3 và bảng 1.

**Bảng 1.** Đánh giá kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình thủy lực.

TT	Tên trạm	NASH	
		Hiệu chỉnh	Kiểm định
1	Cát Khê	0,88	0,81
2	Phú Lương	0,87	0,82
3	Hưng Yên	0,86	0,80





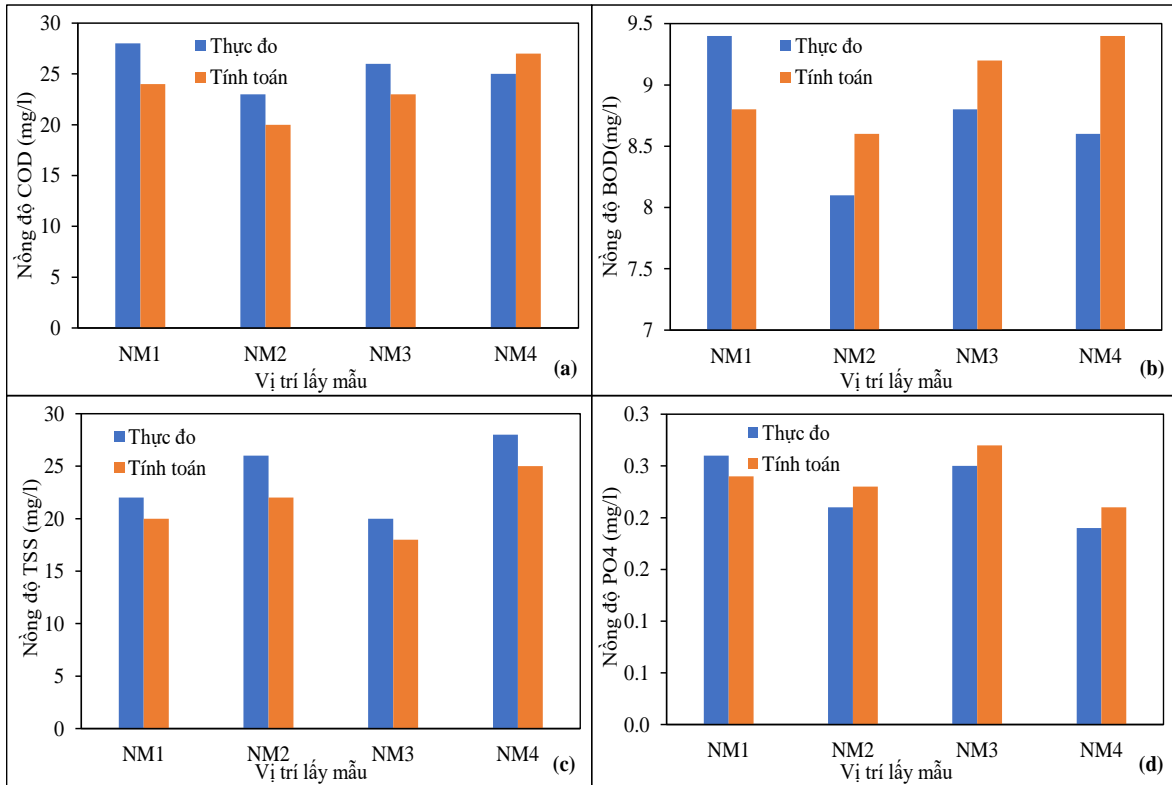
**Hình 3.** Kết quả hiệu chỉnh mực nước tại các trạm: (a) Cát Khê; (b) Phú Lương; (c) Hưng Yên; Kết quả kiểm định mực nước tại các trạm: (d) Cát Khê; (e) Phú Lương; (f) Hưng Yên.

### 3.2. Kết quả mô phỏng chất lượng nước

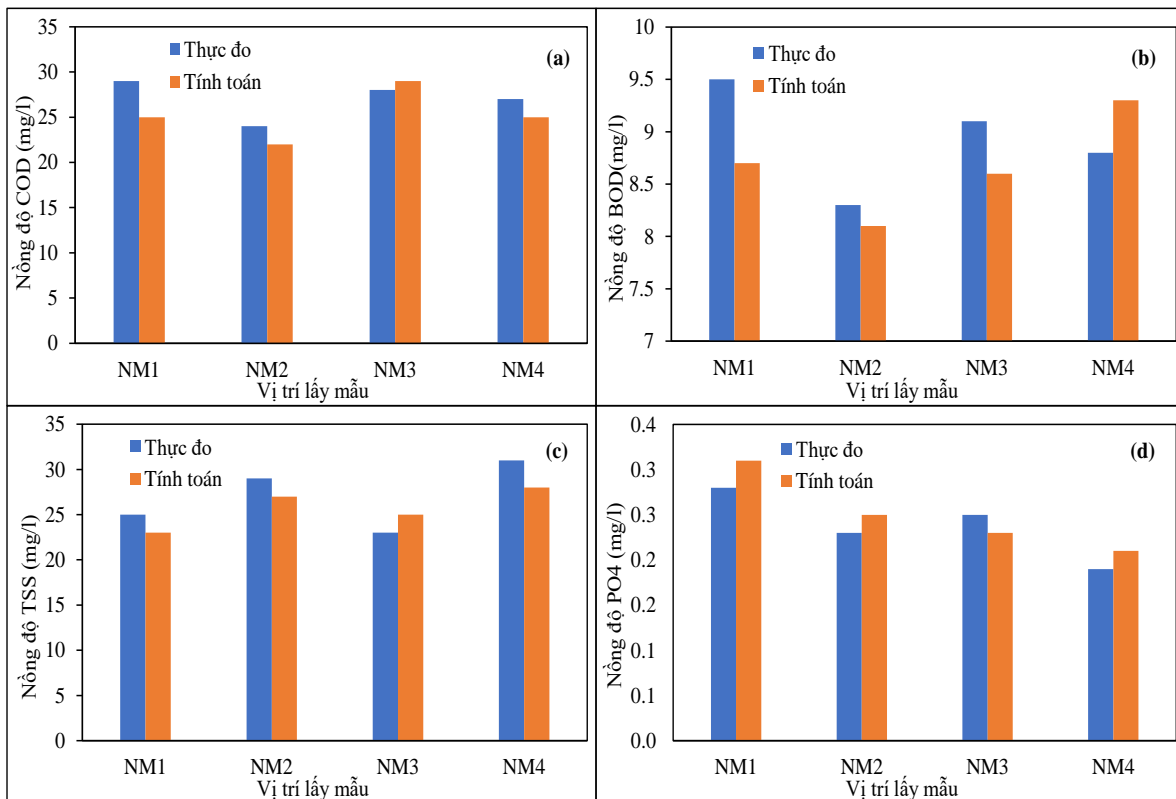
#### 3.2.1. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình chất lượng nước

Sau khi hiệu chỉnh và kiểm định mô hình thủy lực hệ thống sông khu vực nghiên cứu, tiến hành tích hợp mô đun thủy lực MIKE 11 HD và mô đun mô phỏng chất lượng nước MIKE 11 Ecolab vào để mô phỏng diễn biến nồng độ các thông số ô nhiễm từ nguồn thải KCN Tân Trường mở rộng. Mô hình chất lượng nước tiến hành hiệu chỉnh với số liệu khảo sát lấy mẫu tháng 7 năm 2021, kiểm định với số liệu khảo sát lấy mẫu tháng 8 năm 2021. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình chất lượng nước được thể hiện trên hình 4 và hình 5.

Kết quả hiệu chỉnh và mô phỏng mô hình MIKE 11 Ecolab với một số thông số ô nhiễm tại các vị trí kiểm định cho thấy bộ thông số mô hình chất lượng nước tìm được khá phù hợp với khu vực dự án; sai số tương đối nhỏ hơn 15%. Do đó bộ thông số mô hình được sử dụng để mô phỏng các kịch bản để đánh giá tác động nguồn xả khu công nghiệp Tân Trường mở rộng đến chất lượng nước sông xung quanh khu vực Dự án như phần dưới đây của báo cáo.



**Hình 4.** Kết quả hiệu chỉnh mô hình chất lượng nước tại các vị trí lấy mẫu: (a) COD; (b) BOD; (c) TSS; (d) PO<sub>4</sub>.



**Hình 5.** Kết quả kiểm định mô hình chất lượng nước tại các vị trí lấy mẫu: (a) COD; (b) BOD; (c) TSS; (d) PO<sub>4</sub>.

Bảng 2 là kết quả đánh giá sai số một số chất có số liệu thực đo tại các vị trí hiệu chỉnh – kiểm định mô hình.

**Bảng 2.** Đánh giá sai số kết quả hiệu chỉnh mô hình.

STT	Tên chất	Vị trí kiểm tra			
		NM1	NM2	NM3	NM4
1	TSS	9%	15%	10%	11%
2	COD	14%	13%	12%	8%
3	BOD <sub>5</sub>	6%	8%	5%	9%
4	Photphat (PO <sub>4</sub> )	8%	10%	9%	11%

**Bảng 3.** Đánh giá sai số kết quả kiểm định mô hình.

STT	Tên chất	Vị trí kiểm tra			
		NM1	NM2	NM3	NM4
1	TSS	8%	7%	9%	10%
2	COD	14%	8%	6%	7%
3	BOD <sub>5</sub>	8%	4%	7%	6%
4	Photphat (PO <sub>4</sub> )	12%	9%	8%	11%

### 3.2.2. Kết quả mô hình các kịch bản tính toán

Nghiên cứu tiến hành mô phỏng 02 kịch bản:

- Kịch bản 1 (KB1): Mô phỏng chất lượng nước trong trường hợp hệ thống xử lý nước thải của khu công nghiệp hoạt động bình thường, nước thải đạt cột A ( $K_q = 0,9$ ;  $K_f = 1,0$ ) theo QCVN 40:2011/BTNMT.

- Kịch bản 2.1 (KB21): Mô phỏng chất lượng nước trong trường hợp hệ thống xử lý nước thải xảy ra sự cố: Trường hợp xảy ra được mô phỏng như sau: tại thời điểm trước khi xảy ra sự cố, nồng độ các chất vẫn đảm bảo đạt cột A ( $K_q = 0,9$ ;  $K_f = 1,0$ ) theo QCVN 40:2011/BTNMT, ngay sau khi xảy ra sự cố nhà máy xử lý nước thải không hoạt động, toàn bộ nồng độ các chất thải khi đó không được xử lý về cột A, mà xả thẳng ra sông với nồng độ thu gom vào điểm xả thải tập trung (chất lượng nước thải của khu công nghiệp đạt cột B theo QCVN 40:2011/BTNMT với  $K_q = 0,9$  và  $K_f = 1,0$ ) với thời gian xả thải liên tục 8 giờ. Nồng độ các thông số ô nhiễm được thiết lập dạng chuỗi thời gian với 8 giờ liên tục là nồng độ cột B theo QCVN 40:2011/BTNMT, đến giờ thứ 9 thì nồng độ các chất trở về giá trị cột B theo QCVN 40:2011/BTNMT với  $K_q = 0,9$  và  $K_f = 1,0$ . (Kịch bản giả định sau 8 giờ thì khắc phục hoàn toàn sự cố, nhà máy xử lý nước thải hoạt động bình thường).

- Kịch bản 2.2 (KB22): Mô phỏng chất lượng nước trong trường hợp hệ thống xử lý nước thải khắc phục sự cố và tiếp tục xả thải với tiêu chuẩn thải cột A ( $K_q = 0,9$ ,  $K_f = 1,0$ ) được quy định trong QCVN 40:2011/BTNMT.

Kết quả mô phỏng theo các kịch bản sẽ so sánh với giá trị của cột A2 và B1 được quy định trong QCVN 08–MT:2015/BTNMT, cụ thể như sau:

a) Kết quả mô phỏng kịch bản 1: Nhà máy xử lý nước thải hoạt động bình thường

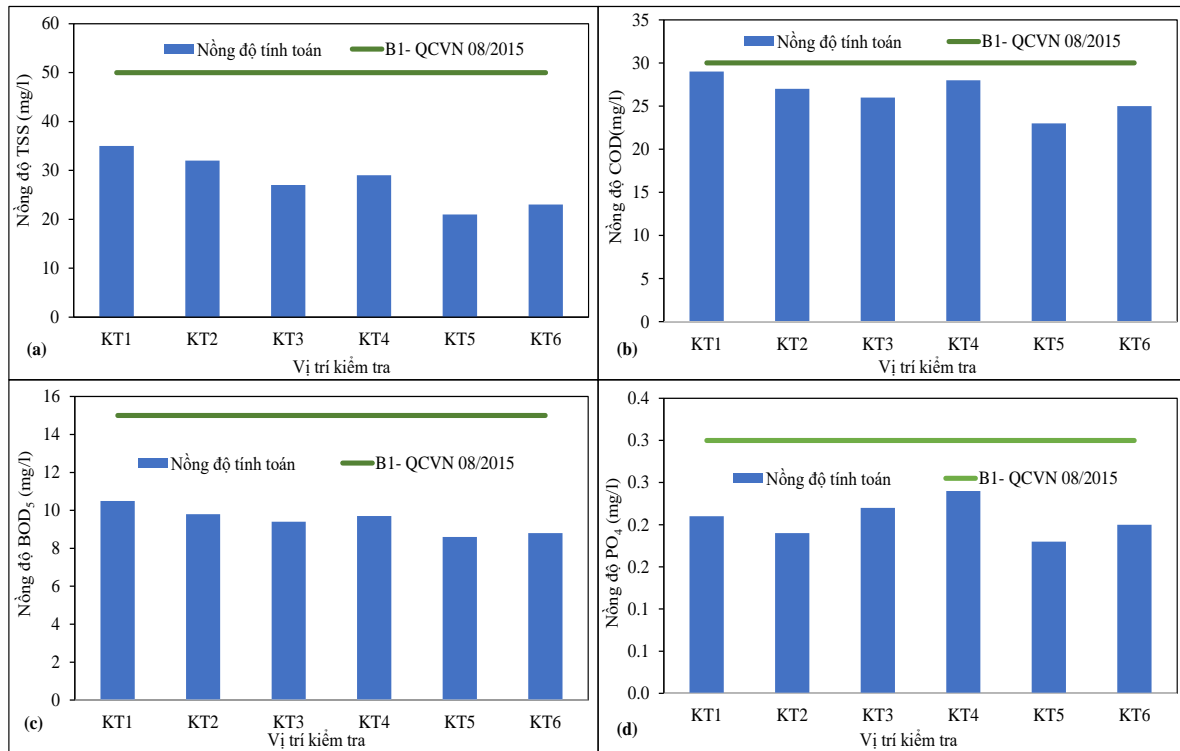
Kết quả mô phỏng với kịch bản mô phỏng nồng độ các thông số ô nhiễm được xử lý đạt chuẩn theo cột A trong QCVN 40:2011/BTNMT về nước thải công nghiệp cho thấy, trường hợp nhà máy xử lý nước thải hoạt động bình thường:

- Nồng độ TSS dưới ngưỡng giá trị nồng độ TSS giới hạn được quy định tại cột B1 của QCVN 08–MT:2015/BTNMT tại tất cả các vị trí kiểm tra. Nồng độ TSS cao nhất tại vị trí kiểm tra sau nguồn thải từ KCN Tân Trường mở rộng (Hình 6a).

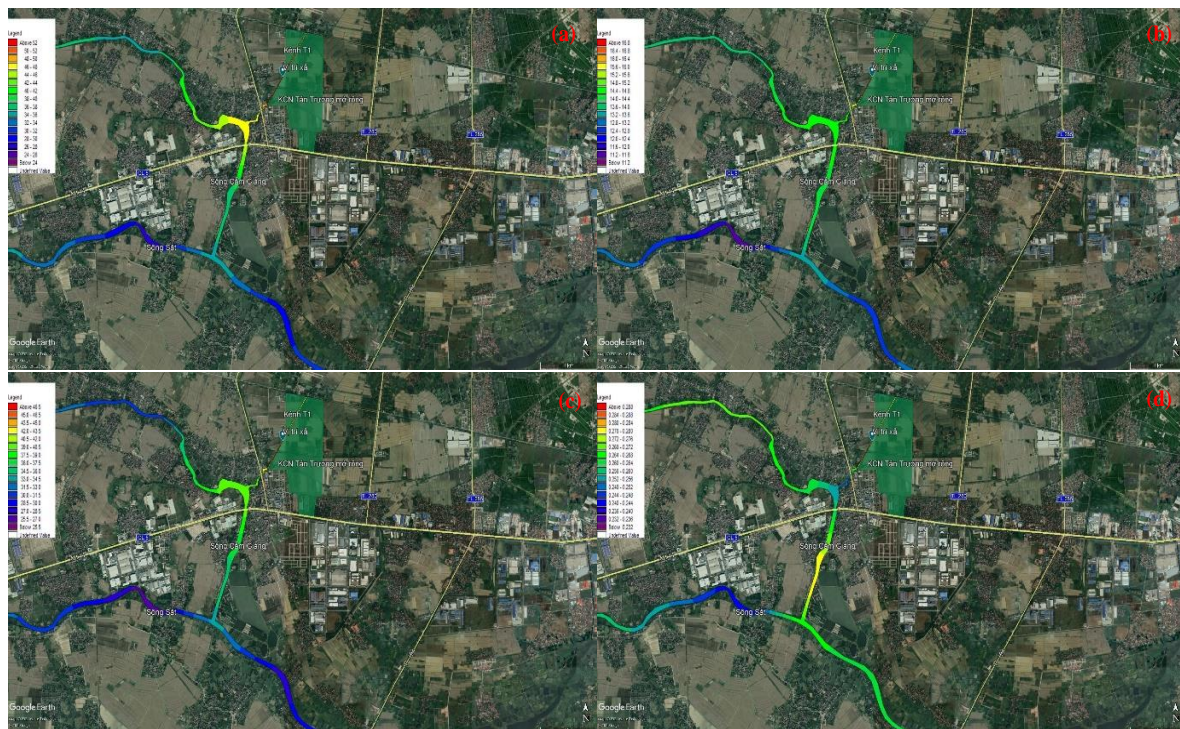
- Nồng độ COD dưới ngưỡng giá trị giới hạn được quy định tại cột B1 của QCVN 08–MT:2015/BTNMT tại tất cả các vị trí kiểm tra, nồng độ COD lớn nhất tại vị trí sau nguồn xả thải KCN Tân Trường mở rộng sau đó giảm dần tại các vị trí kiểm tra trên sông Cẩm Giàng và sông Sặt (Hình 6b).

- Nồng độ BOD<sub>5</sub> nhỏ hơn giá trị giới hạn vượt giới hạn cột B1 của QCVN 08–MT:2015/BTNMT tại tất cả các vị trí kiểm tra (Hình 6c).

- Nồng độ Phốt phát dưới ngưỡng B1 của QCVN 08–MT:2015/BTNMT tại tất cả các vị trí kiểm tra trên kênh T1, sông Cẩm Giàng và sông Sắt (Hình 6d).



**Hình 6.** Kết quả mô phỏng nồng độ các chất ô nhiễm tại các vị trí kiểm tra theo kịch bản 1 (KB1).



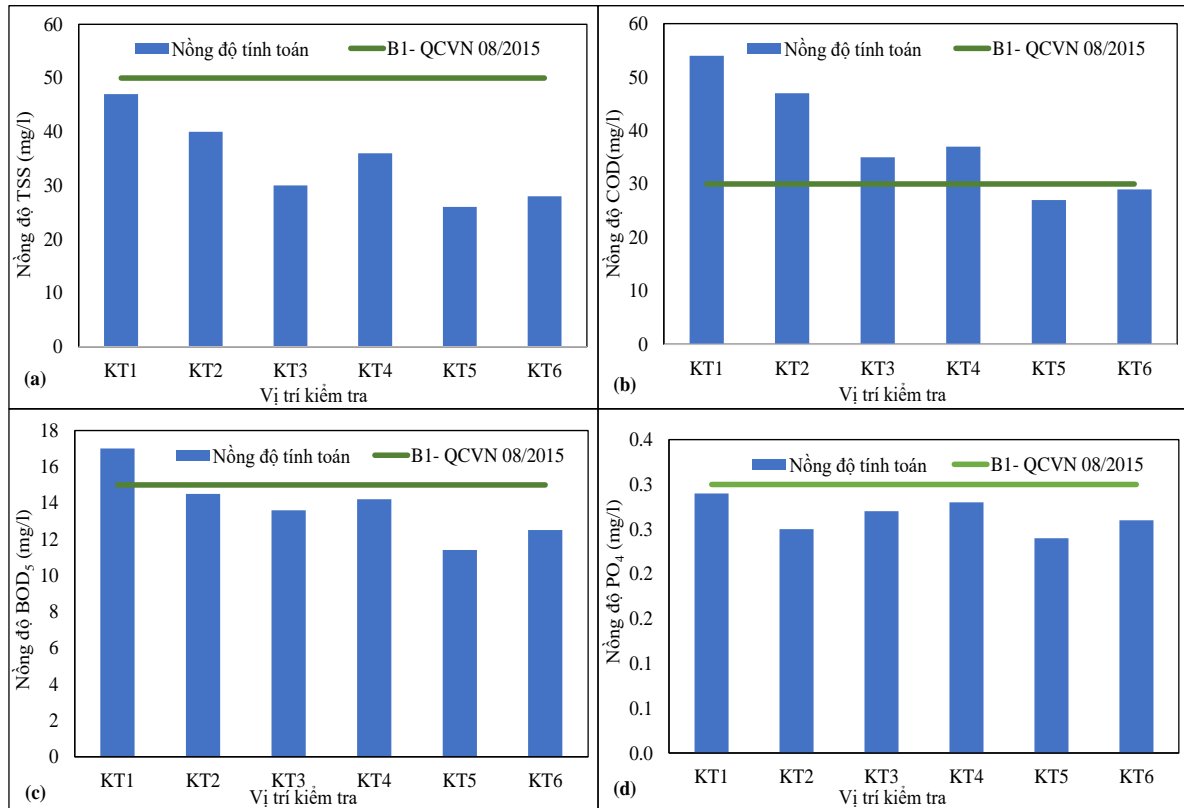
**Hình 7.** Kết quả mô phỏng diễn biến nồng độ chất ô nhiễm theo kịch bản 1 (KB1).

Hình 7 thể hiện kết quả nồng độ các thông số ô nhiễm TSS, COD, BOD<sub>5</sub> và Phốt phát lên bản đồ khu vực nghiên cứu, kết quả cho thấy nồng độ các thông số ô nhiễm tại sông Cẩm Giàng đều ở thang màu xanh và vàng, giá trị nồng độ các thông số đều đạt dưới ngưỡng B1 của QCVN 08–MT:2015/BTNMT.

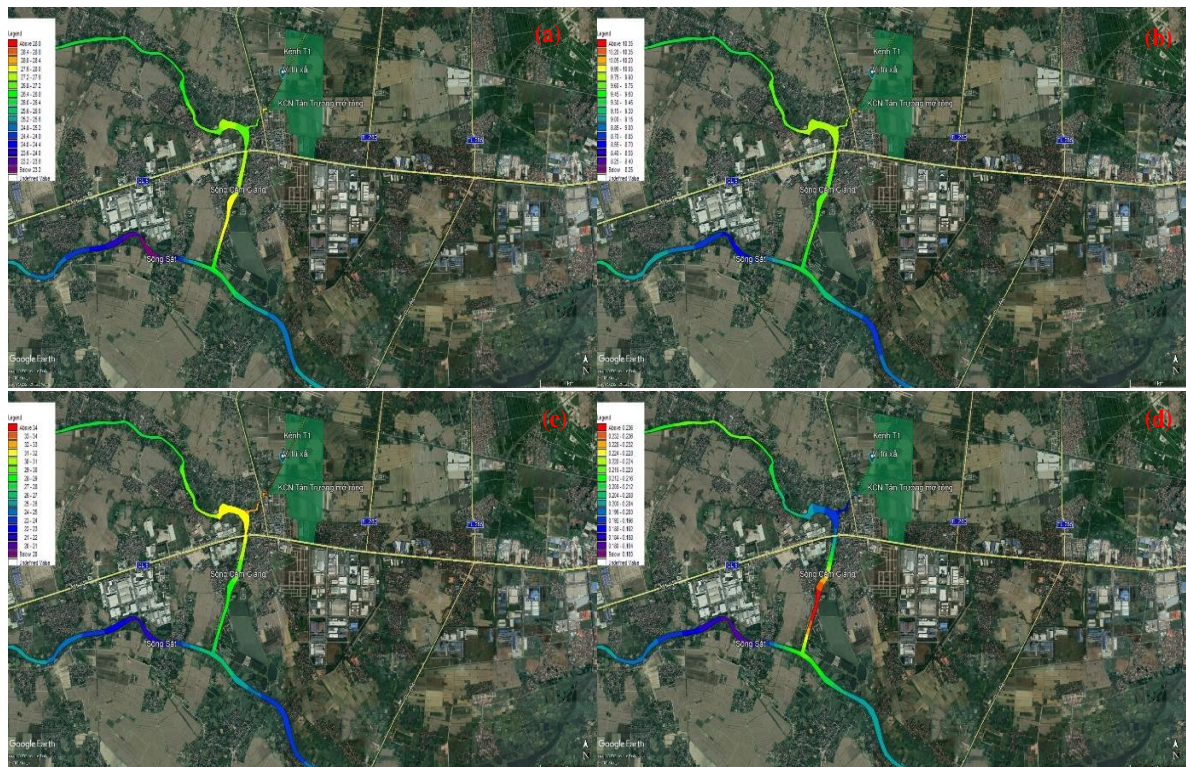


b) Kết quả mô phỏng kịch bản 2.1: Nhà máy xử lý nước thải xây ra sự cố (KB21)

Dưới đây là kết quả mô phỏng trường hợp nhà máy xử lý nước thải gặp sự cố, nước thải đạt loại B theo QCVN 40:2011/BTNMT xả thẳng ra sông trong 8 giờ đồng hồ. Kết quả mô phỏng được thể hiện dưới dạng đồ thị (Hình 8 và Hình 9).



Hình 8. Kết quả mô phỏng nồng độ các chất ô nhiễm tại các vị trí kiểm tra theo kịch bản 1 (KB21).



Hình 9. Kết quả mô phỏng diễn biến nồng độ chất ô nhiễm theo kịch bản 2.1 (KB21).

Kết quả mô phỏng cho thấy, trường hợp nhà máy xử lý nước thải tập trung xảy ra sự cố và tiếp tục thải ra ngoài môi trường thì:

- Nồng độ TSS dưới ngưỡng giá trị của cột B1 của QCVN 08–MT:2015/ BTNMT tại tất cả các vị trí kiểm tra. Nồng độ TSS cao nhất tại vị trí kiểm tra sau nguồn thải từ KCN Tân Trường mở rộng là 47 mg/l (Hình 8a, 9c).

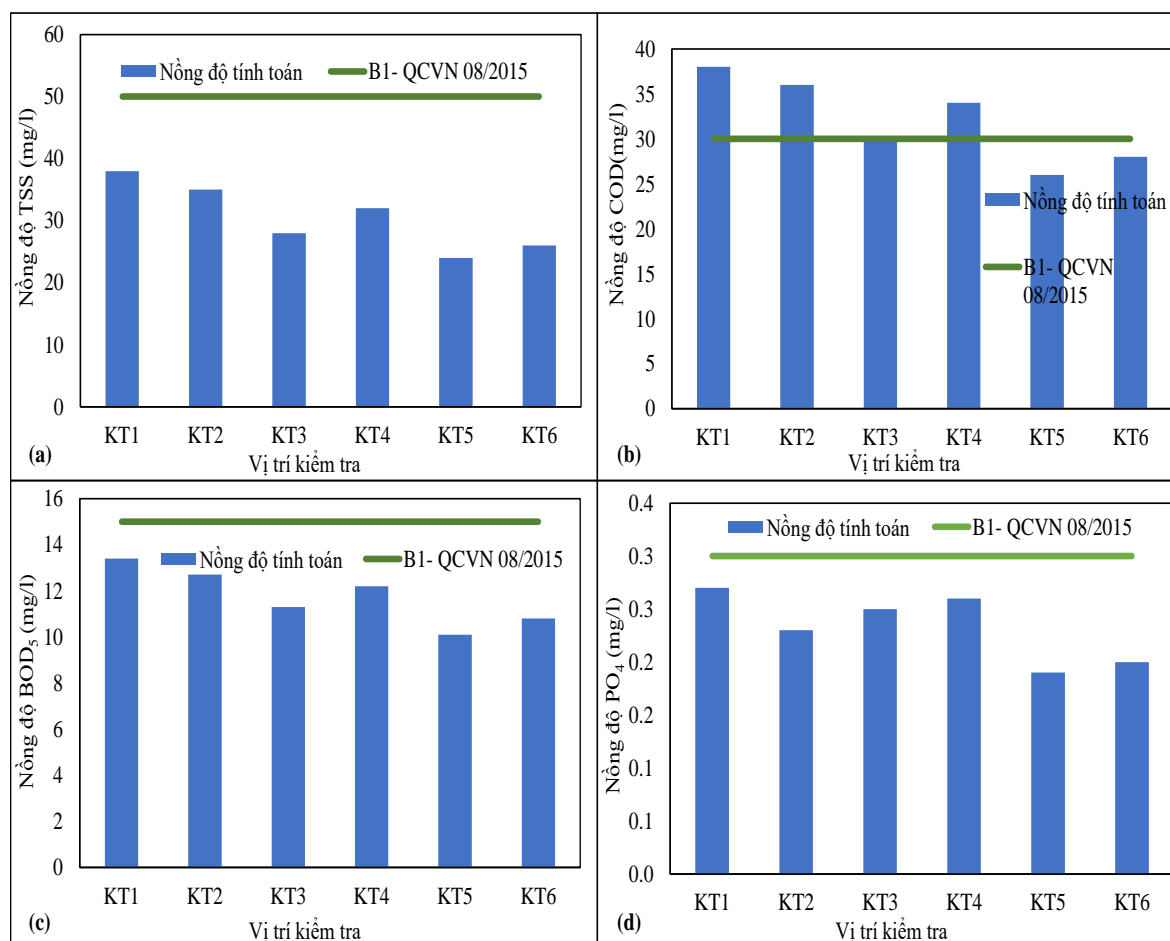
- Nồng độ COD vượt giới hạn cột B1 của QCVN 08–MT:2015/BTNMT tại các vị trí kiểm tra từ KT1 đến KT4: đây là các vị trí kiểm tra ngay sau nguồn thải, gần điểm xả từ kênh mương tiếp nhận T1 qua trạm bơm Cầu Ghẽ ra sông Cẩm Giàng, thượng lưu sông Cẩm Giàng, hạ lưu sông Cẩm Giàng, nguyên nhân do nồng độ nền COD khu vực đã khá cao (xấp xỉ ngưỡng cho phép) và nồng độ COD khi không xử lý theo cột A mà xả thải ra sông cũng rất cao (135mg/l); 2 vị trí kiểm tra (KT5 và KT6) trên sông Sắt dưới giới hạn cột B1 của QCVN 08–MT:2015/BTNMT (Hình 8b, 9a).

- Nồng độ BOD<sub>5</sub> nhỏ hơn giá trị giới hạn cột B1 của QCVN 08–MT:2015/BTNMT tại 05 vị trí kiểm tra (vị trí từ KT2 đến KT5), chỉ có vị trí KT1 ngay sau điểm xả thải thì nồng độ vượt ngưỡng giới hạn cho phép (Hình 8c, 9b).

- Nồng độ Phốt phát dưới ngưỡng B1 của QCVN 08–MT:2015/BTNMT tại tất cả các vị trí kiểm tra trên kênh T1, sông Cẩm Giàng và sông Sắt (Hình 8d, 9d).

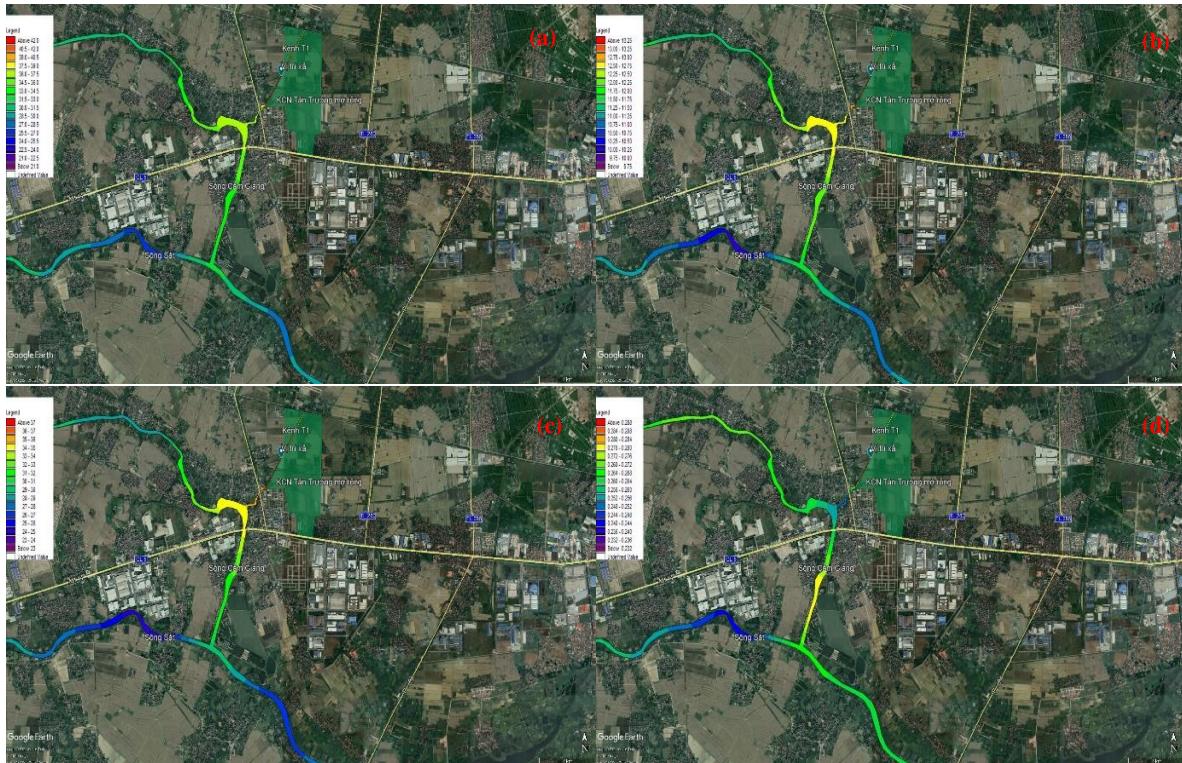
c) Kết quả mô phỏng kịch bản 2.2: Nhà máy xử lý nước thải hoạt động bình thường sau 08 tiếng xảy ra sự cố (KB22)

Để đánh giá và phân tích diễn biến nồng độ các thông số ô nhiễm từ KCN và nguồn tiếp nhận, kết quả mô phỏng được thể hiện dưới dạng đồ thị và bản đồ như Hình 10 và Hình 11.



**Hình 10.** Kết quả mô phỏng nồng độ các chất ô nhiễm tại các vị trí kiểm tra theo kịch bản 1 (KB21).





**Hình 11.** Kết quả mô phỏng diễn biến nồng độ chất ô nhiễm theo kịch bản 2.2 (KB22).

- Nồng độ TSS dưới ngưỡng quy định tại cột B1 của QCVN 08–MT:2015/ BTNMT tại tất cả các vị trí kiểm tra. Nồng độ TSS cao nhất tại vị trí kiểm tra sau nguồn thải từ KCN Tân Truong mở rộng là 38 mg/l (Hình 10a).

- Nồng độ COD vượt giới hạn ngưỡng quy định tại cột B1 của QCVN 08–MT:2015/BTNMT tại vị trí kiểm tra KT1, KT2 và KT4; 03 vị trí kiểm tra là KT3, KT5 và KT6 vẫn đảm bảo dưới giới hạn cho phép (Hình 10b).

- Nồng độ BOD<sub>5</sub> dưới ngưỡng quy định tại cột B1 của QCVN 08–MT:2015/BTNMT tại tất cả các vị trí kiểm tra. Nồng độ BOD<sub>5</sub> cao nhất tại vị trí kiểm tra sau nguồn thải (KT1) từ KCN Tân Truong mở rộng là 13,4 mg/l (Hình 10c).

- Nồng độ Phốt phát dưới ngưỡng B1 của QCVN 08–MT:2015/BTNMT tại tất cả các vị trí kiểm tra trên kênh T1, sông Cẩm Giàng và sông Sắt (Hình 10d).

Như vậy, với kịch bản mô phỏng sự cố nhà máy xử lý nước thải sau 8 giờ và khắc phục tại giờ thứ 9 thì với khả năng pha loãng và tự làm sạch của hệ thống sông Cẩm Giàng, sông Sắt thì nồng độ thông số ô nhiễm trong kênh T1 và các vị trí lân cận giảm dần và theo kết quả mô phỏng thì sau 20 giờ phần lớn nồng độ các thông số ô nhiễm sẽ đảm bảo đạt trạng thái nước sông như khi chưa xảy ra sự cố.

#### 4. Kết luận

Nghiên cứu đã tiến hành chạy mô phỏng chất lượng nước các sông trong khu vực Dự án với số liệu mùa kiệt năm 2021, như vậy diễn biến nồng độ các thông số ô nhiễm trong báo cáo là kết quả mô phỏng trong điều kiện bất lợi nhất. Kết quả mô phỏng thủy lực và chất lượng nước cho thấy:

a) Về chế độ thủy văn của kênh sông tiếp nhận nguồn thải:

Theo kết quả mô phỏng, khi nguồn thải của nhà máy xử lý nước thải KCN Tân Truong mở rộng đổ vào sông Cẩm Giàng, chế độ thủy văn có sự thay đổi không đáng kể.

b) Về diễn biến chất lượng nước sông:

- Trong trường hợp hoạt động bình thường, kết quả mô phỏng cho thấy với kịch bản nhà máy xử lý nước thải của KCN Tân Truong mở rộng hoạt động bình thường thì nồng độ tất

cả các chất ô nhiễm mô phỏng đều dưới ngưỡng giới hạn cho phép tại cột B1 của QCVN 08–MT:2015/BTNMT tại tất cả các vị trí kiểm tra. Kết quả triết xuất trong báo cáo là kết quả nồng độ lớn nhất xảy ra trong thời đoạn mô phỏng tính toán.

- Trong trường hợp sự cố, báo cáo đã mô phỏng quá trình sự cố diễn ra sau 8 giờ thì được khắc phục, có thể nhận thấy:

+ Thời điểm sau khi xảy ra sự cố, nồng độ các thông số ô nhiễm trong sông có xu hướng tăng lên sau 8 giờ liên tục xả nước thải có nồng độ theo cột B–QCVN 40:2011/BTNMT, nồng độ COD vượt ngưỡng giá trị cho phép tại cột B1 của QCVN 08–MT:2015/BTNMT tại hầu hết các vị trí kiểm tra, nồng độ BOD<sub>5</sub> vượt giới hạn tại vị trí sau nguồn xả thải của KCN Tân trường mở rộng, nồng độ Phốt phát và TSS vẫn đảm bảo dưới giới hạn B1 tại các vị trí kiểm tra.

+ Đến giờ thứ 9, sự cố được khắc phục, nước thải xả ra sông đã được xử lý đạt giới hạn cột A của QCVN 40:2011/BTNMT, mô hình tiếp tục mô phỏng thì sau 08 giờ đồng hồ, chất lượng nước sông tại các vị trí kiểm tra đều có xu hướng giảm dần (kết quả kịch bản 2.2) và sau khoảng 20 giờ thì nồng độ các chất trở về trạng thái ổn định như trong trường hợp không có sự cố (kịch bản 1).

**Đóng góp của tác giả:** Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: T.H.T., N.V.N., Đ.Q.T., Q.T.T.T.; Xử lý số liệu: N.V.N.; Chạy mô hình: N.V.N., Q.T.T.T., P.T.D.; Viết bản thảo bài báo: T.H.T., N.V.N., Q.T.T.T., Đ.Q.T.; Chỉnh sửa bài báo: Đ.Q.T.

**Lời cảm ơn:** Bài báo đã kế thừa và sử dụng tài liệu và số liệu thuộc báo cáo đánh giá tác động môi trường KCN Tân Trường (2021).

**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. Doan, Q.T.; Nguyen, T.M.L.; Quach, T.T.T.; Tran, A.P.; Nguyen, C.D. Assessment of water quality in coastal estuaries under the impact of an industrial zone in Hai Phong, Vietnam. *Phys. Chem. Earth. A/B/C/* **2019**, *113*, 100–114.
2. Doan, Q.T.; Nguyen, T.M.L.; Tran, H.T.; Kandasamy, J. Application of 1D–2D coupled modeling in water quality assessment: A case study in Ca Mau Peninsula, Vietnam. *Phys. Chem. Earth. A/B/C/* **2019**, *113*, 83–99.
3. Nguyen, P.Q.A.; Gourbesville, P.; Audra, P.; Vo, N.D.; Vo, D.N.K. Methodology for Wastewater Discharge Modeling – Application to Danang Bay, Vietnam. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* **2020**, *505*, 012047.
4. Tri, D.Q.; Kandasamy, J.; Don, N.C. Quantitative assessment of the environmental impacts of dredging and dumping activities at sea. *Appl. Sci.* **2019**, *9*(8), 1703. <https://doi.org/10.3390/app9081703>.
5. Oliveira, V.H.; Sousa, M.C.; Morgado, F.; Dias, J.M. Modeling the Impact of Extreme River Discharge on the Nutrient Dynamics and Dissolved Oxygen in Two Adjacent Estuaries (Portugal). *J. Mar. Sci. Eng.* **2019**, *7*, 412. <https://doi.org/10.3390/jmse7110412>.
6. Tang, G.; Zhu, Y.; Wu, G.; Li, J.; Li, Z.L.; Sun, J. Modelling and analysis of hydrodynamics and water quality for rivers in the northern cold Region of China. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2016**, *13*, 408.
7. Iqbal, M.M.; Shoaib, M.; Farid, H.U.; Lee, J.L. Assessment of Water Quality Profile Using Numerical Modeling Approach in Major Climate Classes of Asia. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2018**, *15*, 2258. doi:10.3390/ijerph15102258.
8. Khalifa, W.M.A. Evaluation of water quality parameters using numerical modeling approach for the El-Salam Canal in Egypt. *Int. J. Adv. Appl. Sci.* **2020**, *7*(2), 99–112.



9. Bui, H.H.; Ha, N.H.; Nguyen, T.N.D.; Nguyen, A.T.; Pham, T.T.H.; Kandasamy, J.; Nguyen, T.V. Integration of SWAT and QUAL2K for water quality modeling in a data scarce basin of Cau River basin in Vietnam. *Ecohydrol. Hydrobiol.* **2019**, *19*, 210–223.
10. Feng, T.; Wang, C.; Hou, J.; Wang, P.; Liu, Y.; Dai, Q.; Yang, Y.; You, G. Effect of inter-basin water transfer on water quality in an urban lake: A combined water quality index algorithm and biophysical modelling approach. *Ecol. Indic.* **2018**, *92*, 61–71.
11. Shi, P.; Zhang, Y.; Li, Z.; Li, P.; Xu, G. Influence of land use and land cover patterns on seasonal water quality at multi-spatial scales. *Catena* **2017**, *151*, 182–190.
12. Dai, X.; Zhou, Y.; Ma, W.; Zhou, L. Influence of spatial variation in land-use patterns and topography on water quality of the rivers inflowing to Fuxian Lake, a large deep lake in the plateau of southwestern China. *Ecol. Eng.* **2017**, *99*, 417–428.
13. Trinh, N.N.; Thịnh, N.H.Đ.; Thu, N.T.Q.; Phương, P.T.D.; Thoa, L.T.K.; Văn, C.T. Ứng dụng chỉ số WQI để đánh giá hiện trạng chất lượng nước mặt sông Bảo Định đoạn chảy qua thành phố Tân An. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* **2022**, *744*, 28–38.
14. Hung, N.V.; Trúc, L.T.P.; Thanh, Đ.Q.; Đông, N.P.; Công, T.T. Xây dựng hệ thống dự báo chất lượng nước tự động trên kênh, rạch nội đô thành phố Hồ Chí Minh. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* **2022**, *741*, 57–74.
15. An, H.T.; Nhung, T.T.; Thủy, N.T.; Phương, T.A. Nghiên cứu kết hợp mô hình thủy lực và mô hình trí tuệ nhân tạo mô phỏng chất lượng nước sông Nhuệ – Đáy. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* **2022**, *739*, 67–80.
16. Cầu, L.N.; Quy, L.V.; Quỳnh, P.T. Đánh giá chất lượng nước sông Cầu trên địa bàn tỉnh Thái Nguyên giai đoạn 2019–2020. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* **2022**, *736(1)*, 75–87.
17. Cầu, L.N.; Anh, N.T.V.; Quỳnh, P.T.; Chiên, N.T.H. Đánh giá chất lượng nước hồ chứa Hòa Bình giai đoạn 2011–2020 và đề xuất một số giải pháp phòng ngừa ô nhiễm môi trường nước hồ. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* **2022**, *735*, 38–50.
18. Minh, H.V.T.; Tâm, N.T.; Như, Đ.T.H.; Thành, N.T.; Tỷ, T.V. Đánh giá hiện trạng chất lượng nước mặt và hiệu quả mô hình canh tác lúa nếp ba vụ ở Bắc Vàm Nao, An Giang. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* **2021**, *732*, 38–48.
19. Anh, N.H.; Uyên, N.Đ.N.; Hồng, H.V. Phân vùng chất lượng nước hệ đầm phá Tam Giang – Cầu Hai, tỉnh Thừa Thiên Huế. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* **2022**, *EME4*, 94–102.
20. Tuấn, L.N.; Huy, Đ.T. Đánh giá khả năng chịu tải của nguồn nước vùng bờ thành phố Hồ Chí Minh đến năm 2030 và đề xuất giải pháp cải thiện. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* **2021**, *728*, 1–13.
21. DHI. MIKE 11\_Ref, 2014.
22. DHI. MIKE 11\_Short\_Introduction-Tutorial, 2014.
23. DHI. MIKE11\_UserManual, 2014.
24. DHI. ECOLab\_UserGuide, 2014.
25. DHI. ECOLab\_WQ, 2014.

## **Study and apply MIKE 11 model to assess the wastewater quality from industrial zones to Cam Giang River, Hai Duong Province**

**Tran Huu The<sup>1\*</sup>, Doan Quang Tri<sup>2</sup>, Quach Thi Thanh Tuyet<sup>2</sup>, Nguyen Van Nhat<sup>2</sup>, Pham Tien Duc<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Phu Yen Provincial Party Committee; thetranpy@gmail.com

<sup>2</sup> VietNam Journal of Hydrometeorology, Viet Nam Meteorological and Hydrological Administration; doanquangtrikttv@gmail.com; tuyetkttv@gmail.com; vannhat.tv@gmail.com; ducpham.vmha@gmail.com

**Abstract:** Industrial wastewater also parallels the development of the industry, leading to many unnecessary consequences for the environment and directly affecting the environment and people's health. MIKE 11 model used to assess the change in water quality of Cam Giang river when receiving additional waste sources from Tan Truong Industrial Park (IZ). The results show that most of the concentrations of pollution parameters (TSS, COD, BOD<sub>5</sub>, PO<sub>4</sub>) simulated on Cam Giang river still reach the allowable limit according to column B1 of QCVN 08–MT:2015/BTNMT. The results of simulation scenarios show that most of the pollutant concentrations at the receiving source are within the allowable range, only the COD concentration exceeds the allowable limit because the current COD concentration in the river continues. receiving wastewater from industrial zones is quite higher. The study results show that the MIKE 11 water quality simulation model can be used to simulate and evaluate the water quality changes from the IP to the receiving sources.

**Keywords:** MIKE 11 model; Water quantity; Tan Truong Industrial zone.