

Đánh giá khả năng tiếp nhận nước thải sông Đào Nam Định bằng phương pháp mô hình

Evaluation of the capacity to receive wastewater of Dao river - Nam Định by modeling method

> PHẠM VĂN DƯƠNG¹, NGUYỄN VĂN VIỆT², TRẦN THỊ THU HƯƠNG²

¹Khoa KTHT và MT, Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội

²Trung tâm Công nghệ HTKT và MT, Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội

TÓM TẮT

Nam Định là một tỉnh ven biển thuộc Đông bằng sông Hồng - nơi có 04 sông lớn cung cấp nước mặt chính của tỉnh với nguồn nước dồi dào nhưng lượng nước phân bố giữa các tháng trong năm không đều; mặt khác, do là tỉnh ven biển nên chịu ảnh hưởng của biến đổi khí hậu, xâm nhập mặn khu vực cửa sông, ven biển có xu hướng tăng. Ngoài ra, thực trạng quản lý tài nguyên nước trên địa bàn tỉnh Nam Định cho thấy, nước thải hầu hết từ TP Nam Định, các thị trấn, các khu cụm công nghiệp, làng nghề trên địa bàn 10 huyện, thành phố đều chảy vào các tuyến sông, kênh, mương nội đồng, nội thị rồi chảy vào 4 tuyến sông lớn là sông Hồng, sông Đào, sông Đáy, sông Ninh Cơ. Mặt khác, chưa có hệ thống thu gom, xử lý nước thải của nhiều cụm công nghiệp, làng nghề, khu dân cư tập trung là nguyên nhân ảnh hưởng đến quản lý, sử dụng tài nguyên nước, đến chất lượng nguồn nước trên địa bàn tỉnh. Trong khuôn khổ nghiên cứu này, việc đánh giá khả năng tiếp nhận nước thải sông Đào Nam Định được mô phỏng bằng mô hình MIKE11-HD, MIKE11-AD và MIKE11-ECOLab. Kết quả mô phỏng cho thấy rằng, các thông số BOD₅, N-NH₄⁺ và P-PO₄³⁻ đều không vượt quy chuẩn QCVN08-MT:2015/BTNMT (cột B1), chất lượng nước sông trên sông Đào vẫn trong tình trạng tốt, còn khả năng tiếp nhận thêm nguồn thải nếu nguồn thải được xử lý trước khi xả thải ra môi trường.

Từ khóa: Sông Đào; mô hình MIKE; chất lượng nước.

ABSTRACT

Nam Dinh is a coastal province in the Red River Delta - where there are 04 major rivers supplying the main surface water of Nam Dinh province with abundant water resources but the water volume distributed between months of the year is uneven; on the other hand, as a coastal province, it is affected by climate change, saltwater intrusion in estuarine and coastal areas tends to increase. In addition, the current situation of water resources management in Nam Dinh province shows that wastewater mainly from Nam Dinh city, towns, industrial clusters and craft villages in 10 districts and cities flows into rivers, canals, infield and urban canals and then flows into 4 major rivers: Red River, Dao River, Day River and Ninh Co River. Furthermore, the collection and treatment system of wastewater from many industrial clusters, craft villages, and residential areas has not yet been established, which affects the management and use of water resources, as well as the water quality in the province. In the context of this study, the capacity to receive wastewater of Dao River in Nam Dinh is simulated by MIKE11-HD, MIKE11-AD and MIKE11-ECOLab models. The simulation results show that parameters BOD₅, N-NH₄⁺ and P-PO₄³⁻ do not exceed QCVN08-MT:2015/BTNMT (column B1), the river water quality on Dao River is still in good condition, and the capacity to receive additional waste sources if the waste source is treated before being discharged into the environment.

Keywords: Dao River; MIKE model; water quality.

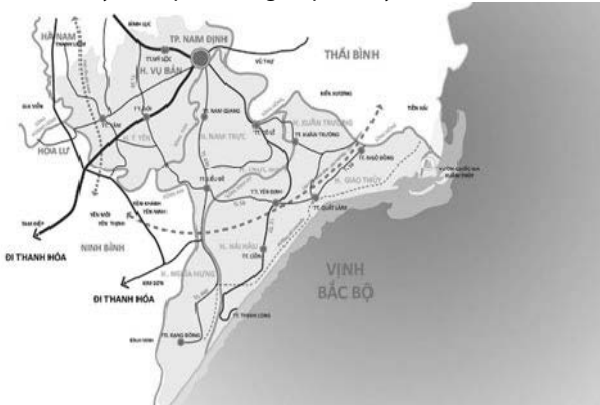
1. GIỚI THIỆU

Sông Đào Nam Định (gọi tắt là sông Đào) là một phân lưu của sông Hồng và chi lưu của sông Đáy, chảy trên địa phận tỉnh Nam Định, bắt đầu từ sông Hồng chảy theo hướng nam, là ranh giới giữa TP Nam Định, huyện Mỹ Lộc, Vụ Bản, Ý Yên, với các huyện Nam Trực, Nghĩa Hưng, sau đó đổ vào sông Đáy. Sông Đào đưa một phần

nước của sông Hồng đổ vào sông Đáy và chảy ra Biển Đông. Toàn bộ chiều dài của sông là 33,5 km (Hình 1) [2].

Chế độ thủy triều vùng biển Rạng Đông là chế độ nhật triều. Biên độ triều trung bình từ 1,5 - 1,7m, cao nhất là 3,31m nhỏ nhất là - 0,11m. Dòng chảy sông Ninh Cơ, sông Đáy kết hợp với chế độ

nhật triều đã bồi tụ tại vùng cửa hai bên sông tạo nên các bãi bồi lớn ven biển (chủ yếu về phía Đông và phía Tây).



Hình 1. Sơ đồ hệ thống sông thuộc địa phận tỉnh Nam Định [2]

Trong thời kì 2010 - 2017, năm 2010 là năm mà nồng độ mặn xảy ra đồng bộ tại 2 vị trí Như Tân và Phú Lễ, tiếp theo là các năm 2012, 2013, 2016 và 2017. Độ mặn xảy ra cùng thời điểm nhiều nhất tại 2 vị trí trên sông Đáy và sông Ninh Cơ là vào tháng II, chủ yếu các ngày 8-10/II, 19-20/II, 25-27/II. Như vậy có thể thấy, độ mặn lớn nhất thường xuất hiện vào tháng kiệt nhất (dòng chảy nhỏ nhất) trong năm.

Nhìn chung chất lượng nước sông trên địa bàn tỉnh Nam Định tương đối tốt, các Khu công nghiệp lớn nơi có nguồn nước chảy qua đều có trạm xử lý nước thải tập trung trước khi xả nước thải ra môi trường và nồng độ các thông số vô cơ (Chì, Sắt, Crôm...) tương đối nhỏ và luôn thấp hơn ngưỡng Quy chuẩn cho phép (Quy chuẩn Việt Nam QCVN08-MT:2015); Một số vị trí nước mặt có dấu hiệu ô nhiễm cục bộ bởi các thông số hữu cơ (Nhu cầu oxy hóa học (COD), Nhu cầu oxy sinh hóa (BOD₅), Tổng chất rắn lơ lửng (TSS), Nitơ, Phốtpho) như tại các vị trí tiếp nhận nước thải của TP Nam Định, các khu dân cư tập trung; nước thải từ các cụm công nghiệp, làng nghề, khu nuôi trồng thủy sản. Hoạt động sản xuất nông nghiệp có thể phát thải hóa chất bảo vệ thực vật. Tuy nhiên, theo kết quả quan trắc định kỳ thì nồng độ thuốc bảo vệ thực vật tương đối nhỏ và không vượt giới hạn Quy chuẩn cho phép.

Để đánh giá khả năng tiếp nhận nước thải khu vực nghiên cứu, phương pháp được sử dụng là phương pháp mô hình thủy động lực kết hợp với tải - khuếch tán, lan truyền chất và mô phỏng chất lượng nước trong sông. Nhóm nghiên cứu đã lựa chọn bộ mô hình MIKE 11 với các mô đun thủy động lực (HD), module tải - khuếch tán (AD) và module sinh thái (Ecolab) để mô phỏng diễn biến chất lượng nước trong sông, đồng thời ứng dụng mô hình để đánh giá sức chịu tải cho sông.

2. PHƯƠNG PHÁP

2.1. Mô hình

MIKE11 là mô hình thủy động lực học một chiều cho mô phỏng dòng chảy không đều trên sông, kênh hở. MIKE11 được Viện thủy lực Đan Mạch phát triển, trong đó module thủy động lực (HD) dùng tính dòng chảy là module chính.

Đặc trưng cơ bản của hệ thống mô hình MIKE 11 là cấu trúc module tổng hợp với nhiều loại module được thêm vào mỗi mô phỏng các hiện tượng liên quan đến hệ thống sông. Ngoài module thủy động lực (HD), MIKE bao gồm các module khác như:

- Module thủy văn (NAM) dùng nội suy số liệu;
- Module lan truyền chất (AD) dùng tính lan truyền chất (mặn, chất huyền phù hoặc phân hủy trong các lòng dẫn hở,...) được dùng để mô phỏng quá trình tải khuếch tán của các hợp chất đó;

- Module sinh thái (Ecolab) mô phỏng các quá trình biến đổi sinh học của các hợp chất trong sông. Module này phải được đi kèm với module tải - khuếch tán (AD). Khuếch tán (AD) được dùng để mô phỏng quá trình truyền tải khuếch tán của các hợp chất đó.

Module thủy động lực (HD)

Để tính dòng chảy trong kênh sông, mô hình MIKE11 sử dụng hệ phương trình Saint Venant (phương trình bảo toàn động lượng và bảo toàn chất) một chiều và áp dụng sơ đồ sai phân 6 điểm xen kẽ Q,H của Abbott, and Ionescu, (1976) [5,6]:

- Phương trình liên tục:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = q \tag{1}$$

- Phương trình động lượng

$$\frac{\partial Q}{\partial t} = \frac{\partial \left(\alpha \frac{Q^2}{A} \right)}{\partial x} + gA \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{gQ|Q|}{C^2 AR} = 0 \tag{2}$$

Trong đó: Q - Lưu lượng (m³/s); A - Diện tích mặt cắt (m²); q - Lưu lượng nhập lưu trên một đơn vị chiều dài dọc sông (m²/s); C - Hệ số Chezy; α - Hệ số sửa chữa động lượng; R - Bán kính thủy lực (m).

Module lan truyền chất (AD)

Module AD dựa trên phương trình bảo toàn chất hòa tan [5,6]:

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

Trong đó: A: Diện tích mặt cắt (m²); C: Nồng độ (kg/m³); D: Hệ số phân tán; q: Lưu lượng nhập lưu trên 1 đơn vị chiều dài dọc sông (m³/s); K: Hệ số phân hủy sinh học (K chỉ được dụng khi các hiện tượng hay quá trình xem xét có liên quan đến các phản ứng sinh hóa).

Module sinh thái Ecolab

Động lực học của bình lưu các biến trạng thái trong ECO Lab có thể được mô tả bằng các phương trình truyền tải của vật chất không bảo toàn, có dạng (4):

$$\frac{\partial c}{\partial t} + u \frac{\partial c}{\partial x} + v \frac{\partial c}{\partial y} = D_x \frac{\partial^2 c}{\partial z^2} + D_y \frac{\partial^2 c}{\partial z^2} + S_c + P_c \tag{4}$$

Trong đó: c: Nồng độ của biến trạng thái ECO Lab; u, v: Các thành phần vận tốc dòng chảy; D_x, D_y: Các hệ số khuếch tán theo phương x và y; S_c: Nguồn sinh và nguồn mất; P_c: Các quá trình trong ECOLab

Phương trình truyền tải có thể được viết lại như sau:

$$\frac{\partial c}{\partial t} = AD_c + P_c \tag{5}$$

Trong đó, nhóm AD_c đại diện cho tốc độ thay đổi nồng độ gây ra bởi quá trình bình lưu và khuếch tán (bao gồm các nguồn sinh và mất).

Khi tính toán các biến đổi nồng độ cho bước tiếp theo, một phương trình ECOLab số được thay thế cho các phương trình truyền tải tích phân theo thời gian. Một phương pháp xấp xỉ khác được sử dụng trong ECOLab là xem thành phần bình lưu - đối lưu AD_c không thay đổi trong một bước thời gian. Việc giải cả hai thành phần trong phương trình sai phân thường của ECOLab là tổng hợp của tốc độ thay đổi gây ra do chính các quá trình nội tại và các quá trình bình lưu - khuếch tán (6).

$$c(t + \Delta t) = \int_t^{t+\Delta t} (P_c(t) + AD_c) dt \tag{6}$$

Thành phần bình lưu - khuếch tán được xấp xỉ bằng công thức sau:

$$AD_c = \frac{c^* + c^n(t + \Delta t) - c^n(t)}{\Delta t} \quad (7)$$

Trong đó, nồng độ tức thời c^* được cho bởi quá trình truyền tải biến trạng thái trong ECOLab khi vật chất được bảo toàn trong suốt chu kỳ sử dụng module AD.

2.2. Thiết lập mô hình

Trong nghiên cứu này, hai module trong MIKE11 được sử dụng để mô phỏng mặt (HD và AD). Trong module HD, hai nhóm số liệu đầu vào bao gồm:

(i) Số liệu theo không gian gồm hệ thống kênh sông và mặt cắt ngang của chúng;

(ii) Số liệu theo thời gian gồm số liệu mực nước và lưu lượng theo thời gian của một số trạm khí tượng thủy văn (KTTV) nằm trong mạng lưới quan trắc KTTV Quốc gia thuộc địa bàn tỉnh Nam Định và phụ cận (giai đoạn 2001 - 2017), và là điều kiện ban đầu tại các biên tính toán; số liệu đo mực tại 4 trạm thủy văn trên địa bàn tỉnh Nam Định và phụ cận: trạm Như Tân trên sông Đáy, trạm Phú Lễ trên sông Ninh Cơ, trạm Ba Lạt trên sông Hồng và trạm Đông Quý trên sông Trà Lý từ tháng XII năm trước đến tháng V năm sau (giai đoạn 2010 - 2017). Số liệu này được thu thập từ Trung tâm Thông tin và Dữ liệu Khí tượng thủy văn - Tổng cục Khí tượng thủy văn. Số liệu quan trắc chất lượng nước thải hàng năm chảy ra sông Đào (cụ thể các thông số BOD₅, N-NH₄⁺ và P-PO₄³⁻) tại 03 vị trí quan trắc do Trung tâm quan trắc và phân tích Tài nguyên Môi trường, trực thuộc Sở Tài nguyên và Môi trường Nam Định quản lý [3,4] và 02 vị trí lấy mẫu phân tích bổ sung.

Điều kiện biên tính toán

Điều kiện biên được chia làm hai loại:

Biên trên (biên lưu lượng hoặc mực nước) là lưu lượng hoặc mực nước thực đo tại các nút trên của sơ đồ tính toán.

Biên dưới (biên mực nước) là mực nước thực đo hoặc tính toán tại các nút dưới của sơ đồ tính toán, thường là các trạm mực nước triều. Loại biên và sơ đồ tính toán, mô phỏng được thể hiện tại Bảng 1, Hình 2.

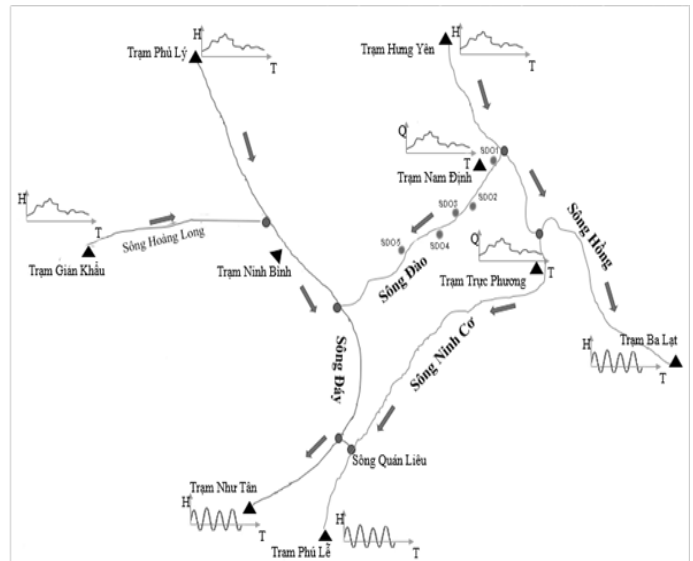
Bảng 1. Điều kiện biên trong mô hình thủy lực MIKE 11

TT	Trạm, vị trí	Nhánh sông	Loại biên	Dạng biên
1	Hưng Yên	Hồng	H~t	Biên trên (Thực đo)
2	Phú Lý	Đáy	H~t	
3	Gián Khẩu	Hoàng Long	H~t	
4	Ba Lạt	Hồng	H~t	Biên dưới (Thực đo)
5	Phú Lễ	Ninh Cơ	H~t	
6	Như Tân	Đáy	H~t	
7	Nam Định	Đào	Q~t	Hiệu chỉnh, kiểm định

Điều kiện biên chất lượng nước: Trong nghiên cứu sử dụng một số vị trí điều tra, khảo sát chất lượng nước dọc sông Đào để làm điều kiện biên cho mô hình chất lượng nước. Cụ thể các vị trí như Bảng 2.

Bảng 2. Danh sách biên chất lượng nước sông Đào trong mô hình MIKE11

STT	Vị trí quan trắc	Vị trí mặt cắt trong mô hình MIKE11	Dạng biên
1	SDO1	500	Hiệu chỉnh, kiểm định chất lượng nước
2	SDO2	7089	
3	SDO3	9913	
4	SDO4	13079	
5	SDO5	21723	



Hình 2. Sơ đồ biên tính toán sử dụng trong mô hình thủy lực MIKE 11

Lựa chọn thời gian mô phỏng

Lựa chọn năm tính toán dòng chảy thủy lực

Để đánh giá được mức độ xâm nhập vùng cửa sông ven biển, thời đoạn thường được lựa chọn để tính toán là thời kì kiệt nhất trong năm.

Đường tần suất lý luận là mô hình phân phối xác suất được sử dụng trong tính toán thủy văn, nó tương đối phù hợp với tính chất vật lý của hiện tượng thủy văn. Ở nước ta, các đặc trưng dòng chảy thiết kế thường được tính theo đường cong phân phối xác suất Pearson III (P.III).

Trên địa bàn tỉnh Nam Định có 2 trạm đo lưu lượng đang hoạt động là trạm thủy văn Nam Định và trạm Trực Phương. Căn cứ kết quả xây dựng đường tần suất lý luận P.III cho thấy, các năm 2015, 2016 là có lượng dòng chảy nhỏ, tần suất dao động từ 70% đến 85%. Như vậy, có thể thấy, các năm này thuộc nhóm năm ít nước, đã xảy ra trên địa bàn tỉnh Nam Định. Do vậy, nghiên cứu đã sử dụng chuỗi số liệu năm 2015 để hiệu chỉnh mô hình, năm 2016 để kiểm định mô hình thủy lực.

Lựa chọn thời kì mô phỏng chất lượng nước

Với số liệu chất lượng nước sông Đào được quan trắc hàng năm và đo đặc bổ sung tháng 10/2017 và 10/2018, nghiên cứu đã lựa chọn năm 2017 để hiệu chỉnh mô hình và năm 2018 để kiểm định mô hình.

3. KẾT QUẢ

Mô hình được hiệu chỉnh qua 2 bước với số liệu thủy văn 2015 bằng cách thay đổi các thông số trong mô hình (hệ số nhám Manning trong module HD và hệ số khuếch tán trong module AD) cho đến khi kết quả mô hình phù hợp với kết quả thực đo. Sau đó mô hình được kiểm định bằng bộ cơ sở dữ liệu năm 2016.

3.1. Hiệu chỉnh mô hình

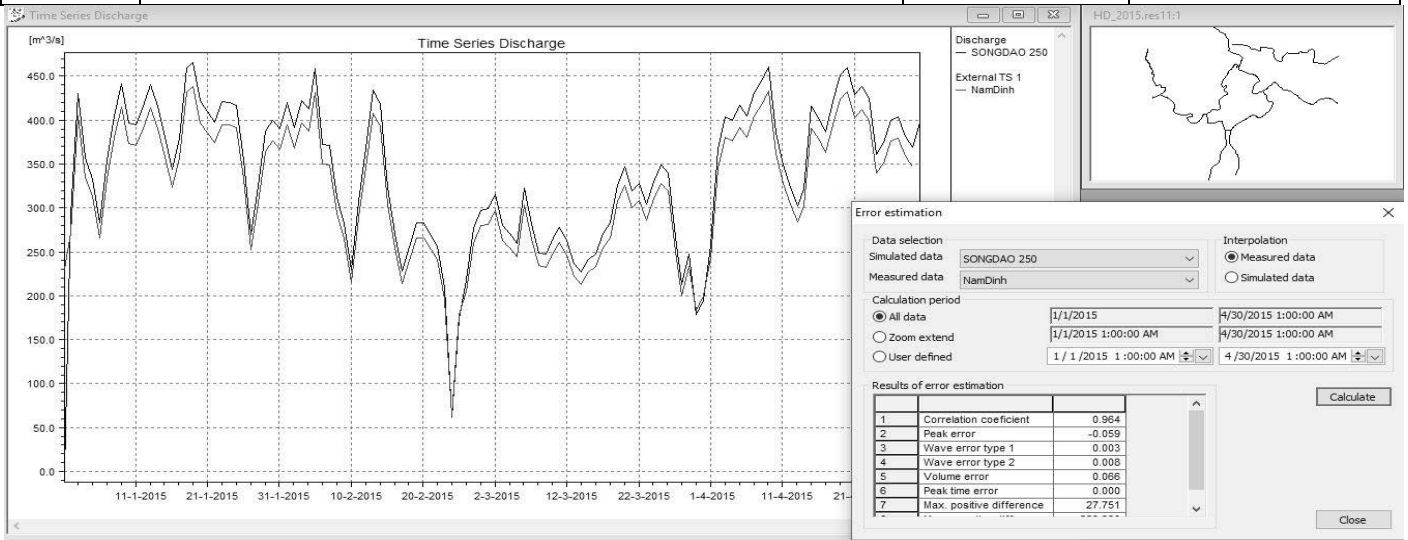
Hiệu chỉnh mô hình HD thông qua việc thay đổi hệ nhám Manning trong khoảng 0.03-0.018.

Hình 3 thể hiện kết quả hiệu chỉnh thủy lực tại trạm Nam Định. Hình 4 - Hình 6 thể hiện kết quả hiệu chỉnh chất lượng nước tại các vị trí quan trắc. Kết quả chỉ ra rằng kết quả mô hình phù hợp với thực đo cả về trị số lẫn xu thế.

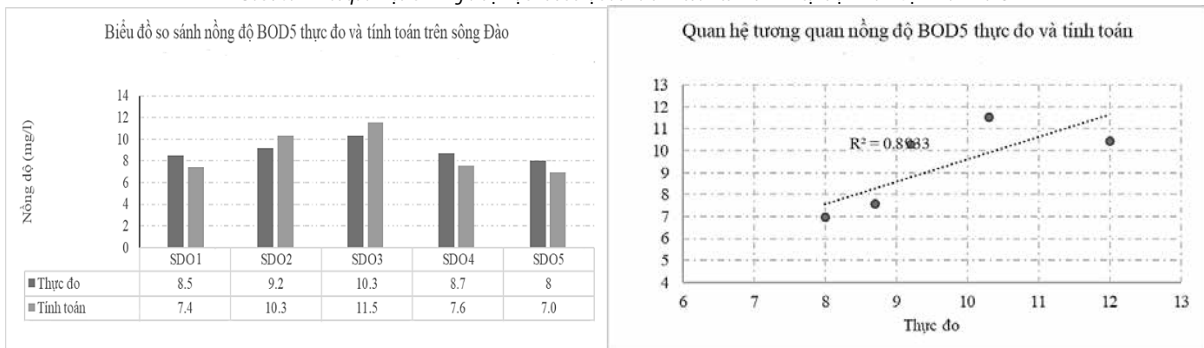
Với bộ thông số của mô hình MIKE 11 - HD, cùng với số liệu chất lượng nước, nghiên cứu tiến hành hiệu chỉnh mô hình chất lượng nước MIKE11-ECOLab cho sông Đào trên địa bàn tỉnh Nam Định, kết quả như sau:

Bảng 3. Bộ thông số cho mô hình chất lượng nước

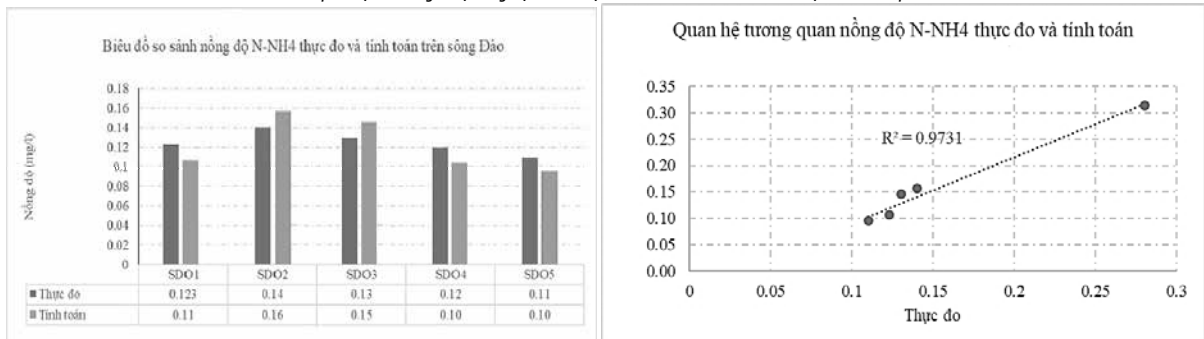
TT	Một số thông số của mô hình ECOLab	Mặc định	Hiệu chỉnh
1	Tỷ lệ tiêu thụ oxy của động, thực vật trong nước	3	3
2	Tỷ lệ lượng oxy quang hợp tối đa	3,5	40
3	Tỷ lệ phân hủy ở nhiệt độ 20°C	0,5	0,5
4	Hệ số nhiệt độ cho tỷ lệ phân rã	1,02	1,02
5	Tỷ lệ chuyển đổi N-NH ₄ từ phân rã BOD ₅	0,29	0,5
6	Tỷ lệ phân rã amoniac ở 20°C	1,54	0,3
7	Tỷ lệ phân rã Coliforms	0,7	0,01
8	Tỷ lệ chuyển đổi P-PO ₄ từ phân rã BOD ₅	0,009	0,6
9	Hằng số phân rã cho hạt photpho	0,1	0,05



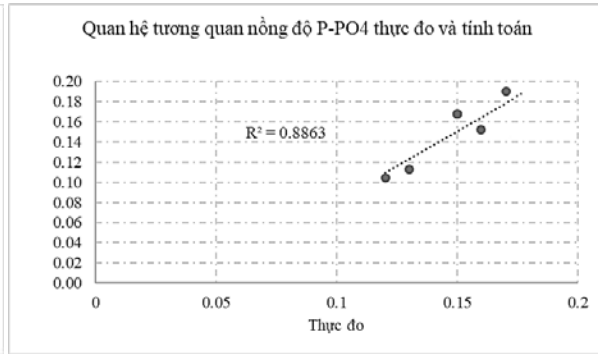
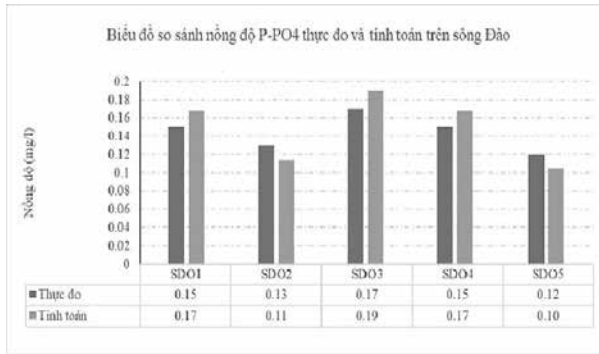
Hình 3. So sánh kết quả hiệu chỉnh giá trị mực nước thực đo và tính toán từ mô hình tại trạm Nam Định năm 2015



Hình 4. So sánh kết quả hiệu chỉnh giá trị nồng độ BOD₅ thực đo và tính toán từ mô hình tại các điểm quan trắc năm 2017



Hình 5. So sánh kết quả hiệu chỉnh giá trị nồng độ N-NH₄⁺ thực đo và tính toán từ mô hình tại các điểm quan trắc năm 2017

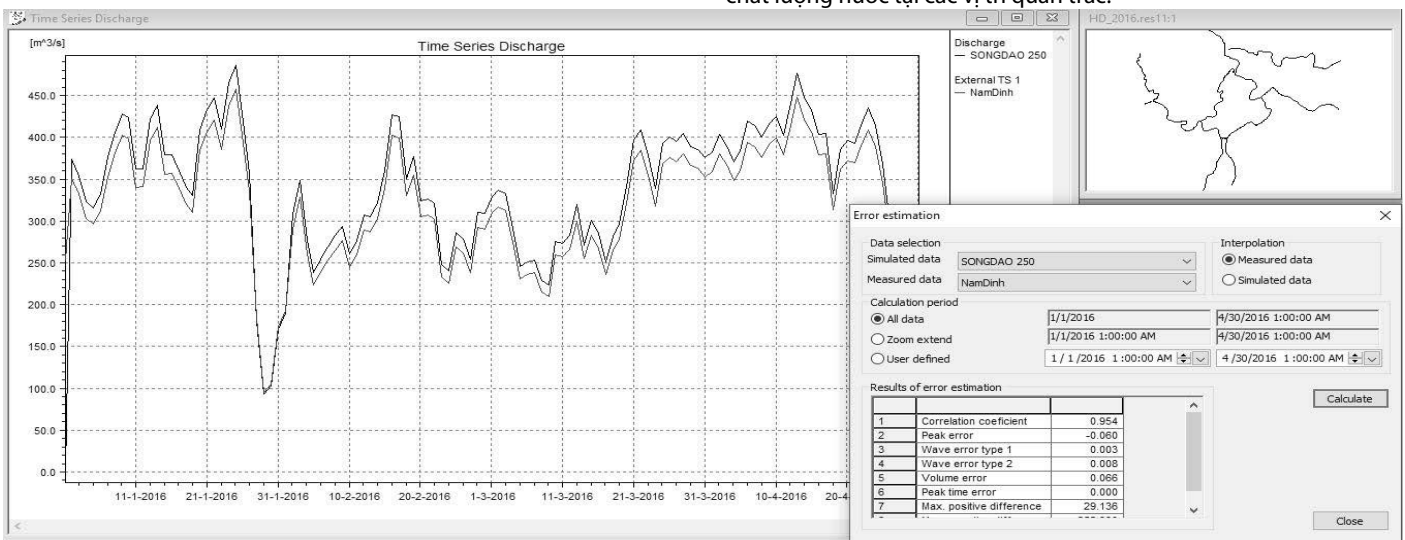


Hình 6. So sánh kết quả hiệu chỉnh giá trị nồng độ P-PO₄³⁻ thực đo và tính toán từ mô hình tại các điểm quan trắc năm 2017

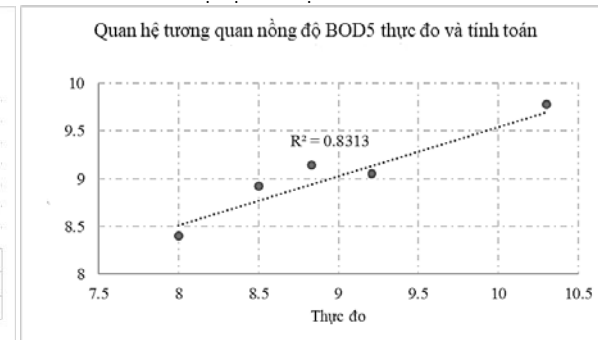
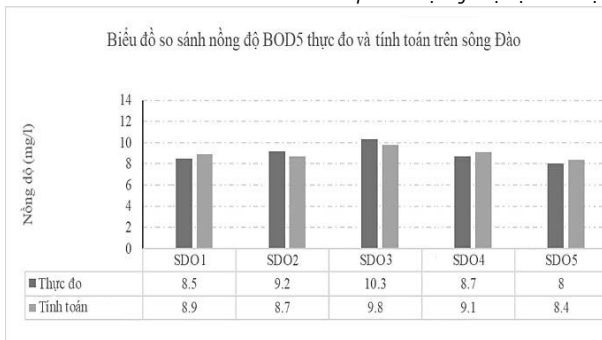
3.2. Kiểm định mô hình

Kiểm định mô hình với cơ sở dữ liệu năm 2016. Cụ thể:

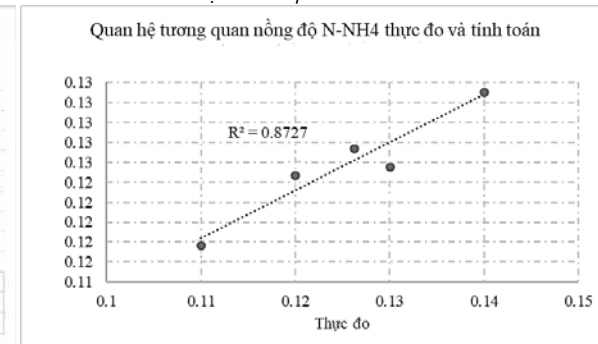
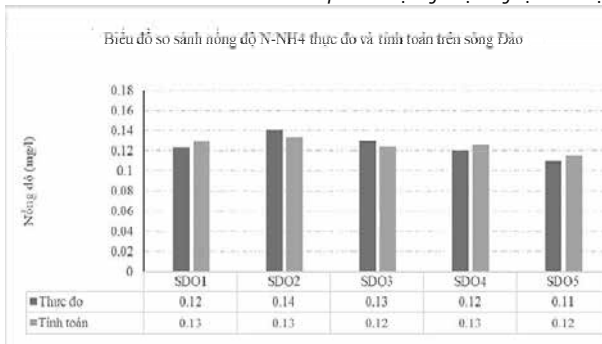
Hình 7 thể hiện kết quả đại diện cho trạm Nam Định kiểm định mô hình HD. Hình 8 - Hình 10 thể hiện kết quả kiểm định mô hình chất lượng nước tại các vị trí quan trắc.



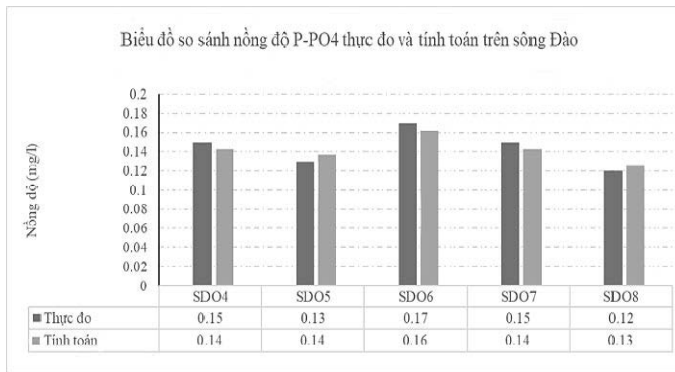
Hình 7. So sánh kết quả kiểm định giá trị mực nước thực đo và tính toán từ mô hình tại trạm Nam Định năm 2016



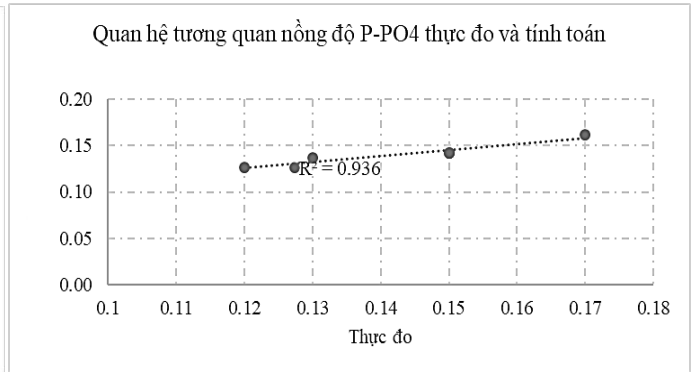
Hình 8. So sánh kết quả kiểm định giá trị nồng độ BOD5 thực đo và tính toán từ mô hình tại các điểm quan trắc năm 2018



Hình 9. So sánh kết quả kiểm định giá trị nồng độ N-NH₄⁺ thực đo và tính toán từ mô hình tại các điểm quan trắc năm 2017



Hình 10. So sánh kết quả kiểm định giá trị nồng độ P-PO₄³⁻ thực đo và tính toán từ mô hình tại các điểm quan trắc năm 2018



Bảng 5. Chỉ tiêu đánh giá chất lượng mô phỏng dòng chảy tại trạm Trục Phương bằng mô hình MIKE 11

TT	Chỉ tiêu đánh giá	Hiệu chỉnh mô hình	Kiểm định mô hình
		2015	2016
1	Nash - Sutcliffe (NSE)	0,98	0,92
2	Sai số tổng lượng - F (%)	7,2	6,4

Để đánh giá độ tin cậy mô phỏng chất lượng nước sông Đào Nam Định, nghiên cứu sử dụng 2 chỉ tiêu đánh giá đó là:

- Chỉ tiêu Nash - Sutcliffe: giống với đánh giá dòng chảy thủy lực

- Chỉ tiêu sai số đỉnh: sai số giá trị lớn nhất giữa thực đo và tính toán, đơn vị %

Kết quả đánh giá như sau:

Bảng 6. Chỉ tiêu đánh giá mô phỏng

TT	Chỉ tiêu đánh giá	Năm 2015	Năm 2016
1	Chỉ tiêu Nash - Sutcliffe	0,99	0,99
2	Chỉ tiêu sai số đỉnh	3,3	2,7

Bảng 7. Tổng hợp hệ số tương quan giữa thực đo và tính toán của một số chỉ tiêu chất lượng nước sông Đào

Độ dài đoạn sông (m)	Vị trí mặt cắt thượng lưu		500
	Vị trí mặt cắt hạ lưu		21723
Hệ số tương quan nồng độ thực đo và tính toán	BOD ₅	Hiệu chỉnh	0,59
		Kiểm định	0,75
	N-NH ₄	Hiệu chỉnh	0,97
		Kiểm định	0,67
	P-PO ₄	Hiệu chỉnh	0,68
		Kiểm định	0,93

Thông qua kết quả từ Bảng 4 - Bảng 7 cho thấy:

- Mô hình MIKE 11-HD mô phỏng tốt dòng chảy thủy lực trên hệ thống mạng lưới sông thuộc địa bàn tỉnh Nam Định và vùng phụ cận, chỉ tiêu Nash tại trạm Nam Định đều rất cao (từ 0,92 đến 0,98), sai số tổng lượng dao động trong khoảng 5%-10%, tức là chất lượng mô phỏng là đạt.

Mô hình MIKE 11-AD và MIKE - ECOLab cũng mô phỏng tốt diễn biến chất lượng nước sông Đào với chỉ tiêu Nash tương đối cao (từ 0,81 đến 0,97), và sai số giá trị nhỏ hơn 5%, điều này chứng tỏ mô hình Mô hình MIKE 11-AD và MIKE - ECOLab đảm bảo độ tin cậy trong việc mô phỏng chất lượng nước sông Đào.

Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình chất lượng nước phức tạp hơn so với mô hình thủy lực vì nồng độ các chất chịu ảnh hưởng của nhiều yếu tố. Hơn nữa, kết quả của module AD và module ECOLab rất nhạy với hệ số tải khuếch tán. Mặc dù vậy, so sánh từ kết quả mô hình và thực đo cho thấy, kết quả mô hình phù hợp với thực đo cả về trị số lẫn xu thế, đây có thể là cơ sở cho việc dự báo chất lượng nước trong tương lai.

4. THẢO LUẬN

4.1. Đánh giá chất lượng mô phỏng

Để đánh giá chất lượng mô phỏng dòng chảy thủy lực HD của mô hình MIKE11 đối với dòng chảy trên hệ thống sông thuộc địa phận tỉnh Nam Định, báo cáo đã sử dụng một số chỉ tiêu đánh giá sau:

a) Đánh giá kết quả giữa tính toán và thực đo thông qua hệ số Nash - Sutcliffe:

$$NSE = 1 - \frac{\sum_{t=1}^T (Q_m^t - Q_0^t)^2}{\sum_{t=1}^T (Q_0^t - \bar{Q}_0)^2} \quad (4)$$

NSE ∈ (-∞, 1)

Trong đó: Q₀^t: giá trị thực đo ở thời điểm t; Q_m^t: giá trị tính toán ở thời điểm t; \bar{Q}_0 : giá trị thực đo trung bình;

- NSE = 1: mô hình mô phỏng chính xác chuỗi quan trắc thực đo;

- NSE > 0,75: mô hình mô phỏng tốt;

- 0,5 < NSE < 0,75: mô phỏng chấp nhận được;

- NSE < 0,5: mô phỏng không tin cậy.

b) Đánh giá bằng sai số tổng lượng

$$F = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Q_{td}^i - Q_{tt}^i) \Delta t \quad (5)$$

Trong đó: Q_{td}ⁱ là lưu lượng dòng chảy thực đo ở thời đoạn i; Q_{tt}ⁱ là lưu lượng dòng chảy tính toán ở thời đoạn i.

- F < 5%: mô phỏng tốt quá trình dòng chảy;

- 10% < F < 5%: mô phỏng quá trình dòng chảy là đạt;

- F > 10%: mô phỏng không tin cậy.

Kết quả đánh giá chất lượng mô phỏng dòng chảy thủy lực bằng mô hình MIKE 11 như sau:

Bảng 4. Chỉ tiêu đánh giá chất lượng mô phỏng dòng chảy tại trạm Nam Định bằng mô hình MIKE 11

TT	Chỉ tiêu đánh giá	Hiệu chỉnh mô hình	Kiểm định mô hình
		2015	2016
1	Nash - Sutcliffe (NSE)	0,96	0,95
2	Sai số tổng lượng - F (%)	6,6	5,6

4.2. Đánh giá hiện trạng khả năng tiếp nhận nước thải trên sông Đào

Nguồn thải tại Nam Định gồm các nguồn chính: Sinh hoạt, bệnh viện, chăn nuôi và công nghiệp. Tải lượng các chất ô nhiễm thực tế có trong nước thải từ các khu - cụm công nghiệp, các cơ sở sản xuất có lượng xả thải trên 10m³/ngày.đêm, các cơ sở y tế, chăn nuôi và sinh hoạt trên địa bàn tỉnh.

Phân đoạn sông: Việc phân đoạn sông để đánh giá khả năng tiếp nhận nước thải, sức chịu tải của sông được thực hiện trên cơ sở các căn cứ theo Khoản 1, Khoản 2, Điều 5 Thông tư số 76/2017/TT-BTNMT (Bảng 8).

Tải lượng trên sông Đào được xác định dựa trên vị trí xả thải của các nhà máy, bệnh viện, chăn nuôi và sinh hoạt trên các sông và được thể hiện trong Bảng 9.

Bảng 8. Phân vùng đoạn sông tính toán

Ký hiệu	Chiều dài	Mô tả
S DAO 1	11.5 km	Từ vị trí giao sông Đào và sông Hồng đến khu vực trạm bơm Cốc Thành
S DAO 2	11.5 km	Từ khu vực trạm bơm Cốc Thành đến khu vực thôn Đồng Lạc xã Yên Phúc huyện Ý Yên
S DAO 3	10.5 km	Từ khu vực thôn Đồng Lạc xã Yên Phúc huyện Ý Yên đến vị trí giao giữa sông Đào và sông Đáy

Bảng 9. Tải lượng ô nhiễm trên sông Đào (kg/ngày)

Đoạn sông	BOD ₅	N-NH ₄ ⁺	P-PO ₄ ³⁻
S DAO 1	10.236,1	2.605,0	3.893,6
S DAO 2	1.774,3	263,4	674,9
S DAO 3	1.637,8	382,1	623,0

Dựa trên phương pháp đánh giá (Quyết định số 154/QĐ-TCMT ngày 15/02/2019) và số liệu đầu vào đã trình bày ở trên, áp dụng mô hình tính toán nồng độ trên các sông tương ứng với các trường hợp xả thải theo tỷ lệ 0%, 25%, 50% và 75% giá trị xả thải theo hiện trạng ban đầu. Nồng độ tại điểm quan sát được lấy là nồng độ lớn nhất trong quá trình tính toán (Bảng 10).

Khi so sánh với cột A2 theo QCVN 08-MT:2015/BTNMT [1] thì:

- Các thông số BOD₅, N-NH₄⁺ và P-PO₄³⁻ tại các đoạn sông đều vượt giá trị giới hạn cho phép, do vậy cần có giải pháp quản lý, xử lý để giảm thiểu tải lượng chất ô nhiễm xả thải xuống sông;

Khi so sánh với cột B1 theo QCVN 08-MT:2015/BTNMT thì:

- Các thông số BOD₅, N-NH₄⁺ và P-PO₄³⁻ tại các đoạn sông đều nằm trong giá trị giới hạn cho phép.

Từ đó, tính được sức chịu tải/ khả năng tiếp nhận nguồn thải của sông (Bảng 11).

Bảng 10. Nồng độ lớn nhất của chỉ tiêu (mg/l)

Đoạn sông (m)	Chỉ tiêu chất lượng nước	Nồng độ lớn nhất	QCVN 08-MT:2015/BTNMT	
			Cột A2	Cột B1
500	BOD ₅	8,94	6	15
	N-NH ₄ ⁺	0,48	0,3	0,9
	P-PO ₄ ³⁻	0,24	0,2	0,3
7089	BOD ₅	9,91	6	15
	N-NH ₄ ⁺	0,46	0,3	0,9
	P-PO ₄ ³⁻	0,24	0,2	0,3
9913	BOD ₅	10,15	6	15
	N-NH ₄ ⁺	0,45	0,3	0,9
	P-PO ₄ ³⁻	0,24	0,2	0,3
13079	BOD ₅	9,6	6	15

Đoạn sông (m)	Chỉ tiêu chất lượng nước	Nồng độ lớn nhất	QCVN 08-MT:2015/BTNMT	
			Cột A2	Cột B1
21723	N-NH ₄ ⁺	0,44	0,3	0,9
	P-PO ₄ ³⁻	0,24	0,2	0,3
	BOD ₅	8,19	6	15
21723	N-NH ₄ ⁺	0,54	0,3	0,9
	P-PO ₄ ³⁻	0,25	0,2	0,3

Bảng 11. Khả năng tiếp nhận nước thải của sông Đào (kg/ngày)

Đoạn Sông	Chỉ tiêu chất lượng nước	Lượng thải hiện tại	Lượng nhận tối đa	Sức chịu tải
S DAO 1	BOD ₅	10.236,14	6.477,94	-3.758,19
	N-NH ₄ ⁺	2.605,00	5.222,37	2.617,41
	P-PO ₄ ³⁻	3.893,62	5.553,54	1.659,91
S DAO 2	BOD ₅	1.774,26	872,94	-901,32
	N-NH ₄ ⁺	263,40	263,23	-0,16
	P-PO ₄ ³⁻	674,89	232,56	-442,34
S DAO 3	BOD ₅	1.637,78	830,83	-806,95
	N-NH ₄ ⁺	382,10	482,58	100,52
	P-PO ₄ ³⁻	622,98	1.110,48	487,51

Tải lượng chất ô nhiễm của nước sông được tính toán ở phần trên theo Quyết định số 154/QĐ-TCMT ngày 15/02/2019 của Tổng Cục Môi trường để xác định mức tải tối đa của con sông.

Trên thực tế, tải lượng chất ô nhiễm sẽ thấp hơn bởi sông có khả năng tự làm sạch do quá trình chuyển hóa sinh học nên các yếu tố gây ô nhiễm bởi các thông số hữu cơ theo thời gian sẽ phân hủy bởi các sinh vật thủy sinh có trong nước.

5. KẾT LUẬN

Kết quả của nghiên cứu này cho thấy, mô hình đã mô phỏng được chế độ thủy lực thủy văn một cách tương đối chính xác về chất lượng nước.

Chất lượng nước sông trên sông Đào vẫn trong tình trạng tốt, còn khả năng tiếp nhận thêm nguồn thải nếu nguồn thải được xử lý trước khi xả thải ra môi trường. Tuy nhiên, lượng nước thải sinh hoạt có tải lượng lớn nhất nhưng hiện tại lại chưa có trạm xử lý nước thải tập trung nào. Do đó, cần có kế hoạch xây dựng các trạm xử lý nước thải tập trung để giảm tải lượng ô nhiễm vào sông từ nguồn sinh hoạt và nghiên cứu để xuất giải pháp cải tạo và phục hồi đoạn sông bị ô nhiễm.

Cần nghiên cứu để xuất hành lang thoát nước thải của các khu kinh tế tập trung nhằm giảm nhẹ áp lực nước thải và giảm thiểu ô nhiễm cục bộ.

Nghiên cứu để xuất công nghệ xử lý nước thải phù hợp với điều kiện phát triển kinh tế - xã hội trên địa bàn tỉnh Nam Định đến năm 2020, tầm nhìn 2030.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Bộ Tài nguyên và Môi trường, (2015), Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước mặt - Quy chuẩn QCVN 08-MT:2015/BTNMT
- [2] Quyết định số 124/QĐ-UBND ngày 15/01/2016 của UBND tỉnh Nam Định về việc Phê duyệt quy hoạch tài nguyên nước tỉnh Nam Định đến năm 2020, định hướng đến năm 2030.
- [3] Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Nam Định, Báo cáo Kết quả Quan trắc hiện trạng môi trường tỉnh Nam Định năm 2017;
- [4] Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Nam Định, Báo cáo Kết quả Quan trắc hiện trạng môi trường tỉnh Nam Định năm 2018;
- [5] Denmark Hydraulic Institute (DHI), MIKE 11 User Guide, DHI, 2012.
- [6] Denmark Hydraulic Institute (DHI), Reference Manual, MIKE 11 - A modeling system for rivers and channels, DHI, 2012.