ÁP DỤNG MÔ HÌNH WASP XÁC ĐỊNH KHẢ NĂNG TỰ LÀM SẠCH SÔNG NHUỆ, SÔNG ĐÁY

Cái Anh Tú[1]

Tóm tắt: *Khả năng tự làm sạch có ý nghĩa quan trọng đối với chất lượng nước tại dòng sông, đoạn sông. Từ đó kéo theo các ảnh hưởng khác có liên quan như quy hoạch phát triển kinh tế xã hội, quy hoạch bảo vệ môi trường lưu vực. Nghiên cứu đã sử dụng phần mềm WASP đã được phát triển bởi EPA 2016, để xác định khả năng tự làm sạch đối với sông Nhuệ và sông Đáy. Kết quả nghiên cứu cho thấy, khả năng tự làm sạch của sông Nhuệ khoảng 21.424 tấn/ngày, trung bình mỗi km khoảng 0,285 tấn BOD/ngày.Khả năng tự làm sạch của sông Đáy khoảng 2.023 tấn BOD/ngày,trung bình mỗi km khoảng 9,78 tấn BOD/ngày. Các đoạn thượng lưu sông Nhuệ, sông Đáy có khả năng tự làm sạch thấp hơn so với các đoạn ở trung và hạ lưu. Đây là mô hình có thể áp dụng nhân rộng cho các lưu vực tương tự do mô hình có tính linh hoạt cao trong cả hai lựa chọn không gian và thời gian, có thể được sử dụng cho cả điều kiện trạng thái ổn định và động, đồng thời có thể mô phỏng theo hệ thống một, hai hoặc ba chiều. Tuy nhiên, mô hình này cũng có hạn chế là không mô phỏng được các vật chất trôi nổi và tích tụ.*

Từ khóa: *Chất lượng nước sông, Khả năng tự làm sạch, mô hình WASP.*

Ban Biên tập nhận bài: 22/04/2018 Ngày phản biện xong: 12/05/2018 Ngày đăng bài: 25/06/2018

1. Mở đầu

Chất lượng nước sông chịu ảnh hưởng các yếu tố nội tại (đặc điểm thủy văn, đặc điểm hệ sinh thái, ..) và các yếu tố bên ngoài (Hệ thống thoát nước và nguồn thải, khai thác và sử dụng nước sông..). Một trong những yếu tố nội tại gắn liền với chất lượng nước sông là khả năng tự làm sạch của nguồn nước.Chất lượng nước và quá trình tự làm sạch của sông có ý nghĩa quan trọng đối với sự phát triển kinh tế xã hội và hoạt động bảo vệ môi trường của khu vực.

Quá trình tự làm sạch của dòng sông là tổ hợp các quá trình tự nhiên như các quá trình thủy động lực, hóa học, sinh học diễn ra trong sông bị ô nhiễm nhằm phục hồi lại trạng thái gần với chất lượng nước ban đầu. Khả năng tự làm sạch của mỗi dòng sông, mỗi đoạn sông không giống nhau do phụ thuộc vào các yếu tố tác động cụ thể tại mỗi khu vực như mức độ ô nhiễm nước sông, tốc độ dòng chảy, hệ sinh thái thủy sinh tại nguồn nước…. Khả năng chịu tải của dòng sông gắn liền chặt chẽ với khả năng tự làm sạch của nước sông. Khả năng tự làm sạch của nước sông càng lớn thì khả năng tiếp nhận nước của dòng sông, đoạn sông càng lớn và ngược lại. Vì thế để tính toán đánh giá khả năng chịu tải của một dòng sông phải đánh giá được hiện trạng và khả năng tự làm sạch của sông, đoạn sôngđó.

Hiện nay có nhiều mô hình chất lượng nước được sử dụng trên thế giới như mô hình MIKE, QUAE 2K..., trong số đó có các mô hình được sử dụng miễn phí, có các mô hình mang tính thương mại phải mua bản quyền khi sử dụng. Mỗi mô hình đều có những điểm mạnh riêng.

Việc lựa chọn mô hình là khâu rất quan trọng trong quá trình tính toán, công việc này được tiến hành dựa trên các mục tiêu của vấn đề và cơ sở dữ liệu thu thập được. Mục đích nghiên cứu này là ứng dụng bộ phần mềm mô hình toán WASP cập nhật 2016 để xác định khả năng tự làm sạch đối với sông Nhuệ và sông Đáy. Mô hình WASPđược lựa chọn bởi nó đáp ứng được những tiêu chí sau: (1) là bộ phần mềm tích hợp đa tính năng; mô hình có tính linh hoạt cao trong

[1]*Đại học Khoa học Tự nhiên*
Email: caianhtu1984@gmail.com

cả hai lựa chọn không gian và thời gian, có thể được sử dụng cho cả điều kiện trạng thái ổn định và động, đồng thời có thể mô phỏng theo hệ thống một, hai hoặc ba chiều; (2) là bộ phần mềm đã được kiểm nghiệm thực tế; (3) cho phép tính toán chất lượng nước chính xác; (4) có ứng dụng kỹ thuật GIS, một kỹ thuật mới với tính hiệu quả cao; (5) dễ sử dụng; miễn phí.

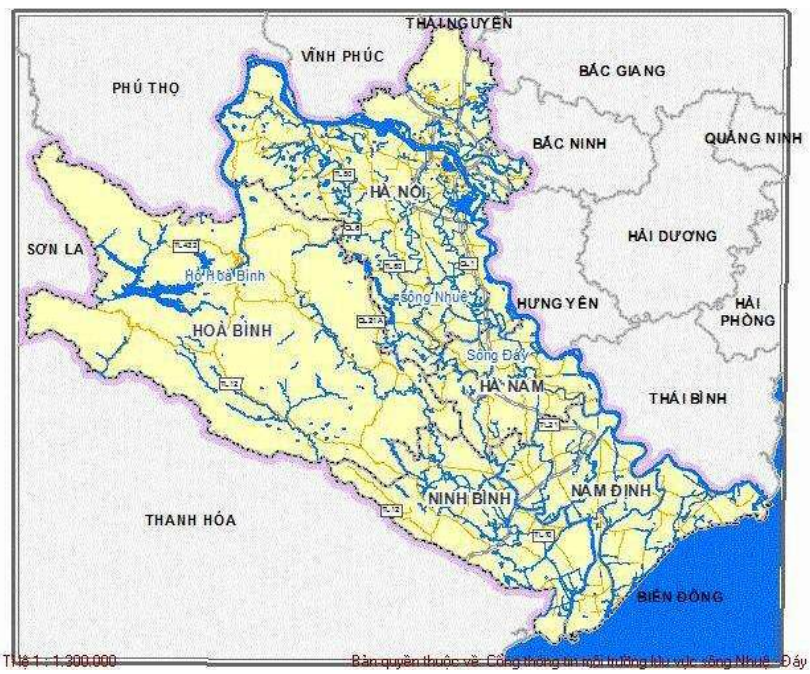
2. Phương pháp nghiên cứu và thu thập tài liệu

2.1. Giới thiệu khu vực nghiên cứu

Lưu vực sông Nhuệ - Đáy có toạ độ địa lý từ 20^0 đến $21^020'$ vĩ độ Bắc và 105^0 đến $106^030'$ kinh độ Đông. Lưu vực sông Nhuệ - sông Đáy có vai trò quan trọng trong sự phát triển kinh tế của đất nước nói chung và khu vực đồng bằng sông Hồng nói riêng. Lưu vực có diện tích 7.665 km^2, chiếm 10% diện tích toàn lưu vực sông Hồng, bao gồm địa phận hành chính của 5 tỉnh/thành phố: Hòa Bình, Hà Nội, Hà Nam, Ninh Bình và Nam Định (Hình 1).

Chất lượng nước sông giữ vai trò quan trọng trong lĩnh vực quản lý tài nguyên nước. Để quản lý, kiểm soát ô nhiễm các lưu vực sông và sử dụng hợp lý nguồn nước sông phục vụ cho các mục đích khác nhau cần thiết phân vùng chất lượng nước theo mục đích sử dụng.

Mục đích chính của phân vùng chất lượng nước theo mục đích sử dụng là chia thành các đoạn (tiểu vùng) để sử dụng và bảo vệ nguồn nước một cách hợp lý. Việc sắp xếp các mục đích sử dụng nguồn nước theo thứ tự ưu tiên nhằm hỗ trợ để đạt được sự cân bằng hợp lý hơn cho các hoạt động quản lý môi trường nước sông đạt hiệu quả bền vững hơn. Các căn cứ của phân vùng chất lượng nước sông theo mục đích sử dụng là xác định lượng, tải lượng nước thải và khả năng tự làm sạch sông Nhuệ, sông Đáy.Để góp phần vào việc phân vùng chất lượng nước sông theo mục đích sử dụng "Nghiên cứu xác định lượng, tải lượng nước thải và khả năng tự làm sạch sông Nhuệ, sông Đáy" được thực hiện.



Hình 1. Bản đồ hệ thống thủy văn lưu vực sông Nhuệ - sông Đáy [5]

2.2. Thu thập tài liệu

Tài liệu phục vụ tính toán: Nghiên cứu được thực hiện trên cơ sở tài liệu "*Watershed & Water Quality Modeling Technical Support Center Website*", http://wwwepagov/athens/wwqtsc/index.html [6].

Bên cạnh đó nghiên cứu cũng sử dụng các tài liệu nghiên cứu sau để phục vụ việc nhận định so sánh các kết quả nghiên cứu thu được: Nghiên cứu áp dụng mô hình WASP mô phỏng chất

lượng nước hồ Dầu Tiếng,nghiên cứu đề xuất các giải pháp, công trình khơi thông dòng chảy, tăng khả năng chịu tải và tự làm sạch của các sông để bảo vệ môi trường sông Nhuệ - sông Đáy, nghiên cứu xác định ngưỡng chịu tải ô nhiễm hữu cơ của hệ thống sông Nhuệ, sông Đáy trong thủ đô Hà Nội làm cơ sở quy hoạch các điểm xả thải đô thị và công nghiệp, phân vùng môi trường phục vụ quản lý và cải thiện chất lượng các đoạn sông thuộc lưu vực hệ thống sông Nhuệ - sông Đáy [1, 2, 3].

Số liệu đầu vào cho mô hình chất lượng nước: (1) các điều kiện biên trên và biên dưới thủy lực trên hệ thống sông sau khi đã được thu gọn; (2) các điều kiện biên trên: Nồng độ các chất trong nước tại các vị trí được dùng biên trên; Nồng độ nồng độ các chất trong nước tại các vị trí được dùng làm biên dưới; (3) các nguồn ô nhiễm: Vị trí các nguồn gây ô nhiễm đổ xuống các dòng sông; Nồng độ các chất trong các nguồn gây ô nhiễm trên lưu vực sông; Lưu lượng nước thải của các nguồn gây ô nhiễm 2.3.Phương pháp nghiên cứu

a) Công cụ mô hình WASP

WASP là một mô hình ngăn đa năng có thể được sử dụng để phân tích các vấn đề về chất lượng nước ở các vùng nước khác nhau. Nó bao gồm hai chương trình máy tính độc lập, DYN-HYD5 và WASP6, có thể chạy cùng nhau hoặc riêng biệt. Chương trình thủy động học, DYN-HYD5, mô phỏng sự di chuyển của nước trong khi chương trình chất lượng nước, WASP 6, mô phỏng sự di chuyển và tương tác của các chất gây ô nhiễm trong nước.

WASP được cung cấp bốn modules động học để mô phỏng một số vấn đề chất lượng nước [6]. Để tạo ra một mô hình chất lượng nước trong WASP, phải xác định 12 nhóm dữ liệu nhập. Chúng là mô hình xác định và điều khiển mô phỏng, hệ thống, phân đoạn, các yếu tố tỷ lệ tham số, trao đổi, dòng chảy, ranh giới, bước thời gian, khoảng thời gian, chức năng thời gian, và hằng số. Những dữ liệu đầu vào này, cùng với các phương trình tổng quát WASP và các phương trình động học hóa học cụ thể, xác định duy nhất một tập đặc biệt của phương trình chất lượng nước. Đây là số được tích hợp bởi WASP như là mô phỏng tiến hành trong thời gian. Tại các khoảng in dấu thời gian do người dùng chỉ định, WASP lưu lại các giá trị của tất cả các biến hiển thị cho lần truy xuất sau bởi một chương trình hậu xử lý.

Trên nguyên tắc cân bằng khối lượng cho mô hình một chiều, mô hình WASP tính theo phương trình sau [6]:

$$\frac{\partial}{\partial t}(AC) = \frac{\partial}{\partial x}(-U_x AC + E_x A\frac{\partial C}{\partial x}) + A(S_L + S_a) + AS_K \quad (1)$$

Trong đó C là nồng độ thành phần chất lượng nước, mg /l hoặc g /m^3; t là thời gian, ngày; U_x là vận tốc theo chiều dọc, m/ngày; E_x là hệ số khuếch tán theo chiều dọc, m^2/ngày; SL là tốc độ tải trực tiếp và khuếch tán, g/m^3 - ngày; SB là tốc độ tải biên, g/m^3 -ngày; SK là tổng tốc độ chuyển hóa động học g/m^3 - ngày; A là diện tích mặt cắt ngang (m^2).

Đối với BOD:

$$\frac{\partial C_s}{\partial t} = a_{OC}K_{1D}C_4 - K_d\theta_d^{T-20}(\frac{C_6}{K_{BOD}+C_6})C_5 - \frac{V_{s3}(1-f_{D5})}{D}C_5 - \frac{5}{4}\frac{32}{14}K_{2D}\theta_{2D}^{T-20}(\frac{K_{NO3}}{K_{NO3}+C_6})C_2 \quad (2)$$

Đối với DO:

$$\frac{\partial C_6}{\partial t} = k_2(C_8 - C_6) - k_d\theta_d^{T-20}(\frac{C_6}{K_{BOD}+C_6})C_5 - \frac{64}{14}k_{12}\theta_{12}^{T-20}(\frac{C_6}{K_{NIT}+C_6})C_1$$
$$-\frac{SOD}{D}\theta_s^{T-20} + G_{p1}(\frac{32}{12} + \frac{48}{14}\frac{14}{12}(1-P_{NH3}))C_4 - \frac{32}{12}k_{1R}\theta_{1R}^{T-20}C_4 \quad (3)$$

Trong đóa ^{O}C là tỷ lệ O_{xy} trên Cacbon; a_{NC} là tỷ lệ Nitơ trên Carbon; K_{1D} là hằng số tốc độ chết của Phytoplankton; K_d là hằng số tốc độ khử oxy ở 20°C; Θd là hệ số tương quan nhiệt độ tốc độ khử oxy; K_{BOD} là hằng số bán bão hòa đối với giới hạn oxy; k_{12} là hằng số tốc độ nitrat hóa ở 20°C; $Θ_{12}$ là hệ số tương quan nhiệt độ tốc độ nitrat hóa; K_{NIT} là hằng số bán bão hòa đối với giới hạn oxy trong quá trình nitrat hóa; k_{1R} là hằng số tốc độ hô hấp của Phytoplankton ở 20°C; Θ1R là hệ số tương quan nhiệt độ tốc độ hô hấp của phytoplankton; SOD là nhu cầu oxy trầm tích ở 20°C; Θs là hệ số tương quan nhiệt độ của nhu cầu oxy trầm tích.

b) Phương pháp lấy mẫu và phân tích nước sông Nhuệ, sông Đáy:

Phương pháp lấy mẫu theo TCVN 5999:1995 (ISO 5667-10:1992), Chất lượng nước - lấy mẫu. Hướng dẫn lấy mẫu nước thải và phân tích theo TCVN 6001-1:2008 (ISO 5815-1:2003). Thời gian thu thập và phân tích mẫu: Từ tháng 1 đến tháng 7/2016; các thông số quan trắc xác định mẫu nước sông Nhuệ, sông Đáy: DO, BOD; địa điểm: Phòng thí nghiệm khoa Môi trường, Đại học Khoa học Tự Nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội.

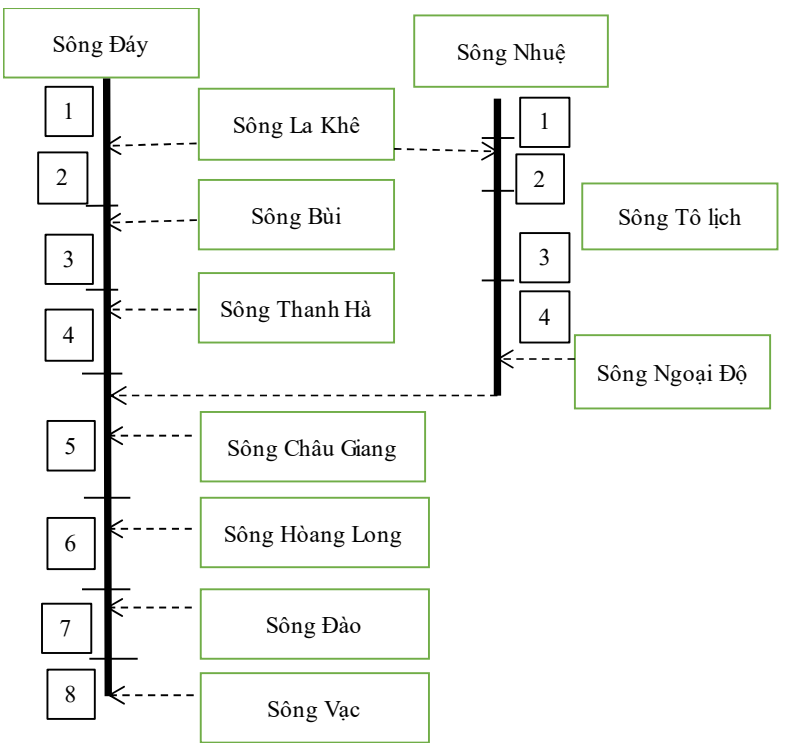
2.4. Phân đoạn sông dựa theo vị trí của các hợp lưu

Phân chia dòng sông thành các đoạn khác nhau nhằm mục đícch tạo điều kiện thuận lợi để quản lý chất lượng nước sông. Một trong những cơ sở thường được áp dụng nhất là dựa theo vị trí các hợp lưu đổ vào dòng sông chính. Áp dụng cách phân chia này đối với sông Nhuệ và sông Đáy cho thấy: Sông Nhuệ có các hợp lưu chính là sông La Khê, Tô Lịch, Ngoại độ. Sông Đáy có các hợp lưu chính là sông La Khê, Bùi, Thanh Hà, Nhuệ, Châu Giang, Hoàng Long, Đào, Âu, Vạc. Kết quả nhận diện xác định cho thấy, có 4 đoạn sông tại sông Nhuệ và 7 đoạn tại sông Đáy (Bảng 1, hình 2).

Bảng 1. Phân đoạn sông Nhuệ, sông Đáy

TT	Tiểu vùng (Đoạn sông)	Khoảng cách (km)	Hợp lưu
Sông Nhuệ (75,1 km)			
1	N1- N2 (Cống Liên Mạc, Bắc Từ Liêm) - Phúc La, quận Hà Đông)	15.3	Hợp lưu sông Hồng – trước hợp lưu sông La Khê (tại Hà Đông - Hà Nội).
2	N2 - N5 (Phúc La, quận Hà Đông - Cầu Chiếc, huyện Thường Tín, Hà Nội)	13,8	Hợp lưu sông La Khê - trước hợp lưu sông Tô lịch, Thanh Trì, Hà Nội.
3	N5 - N7 (Cầu Chiếc, huyện Thường Tín, Hà Nội - Cống Thần, huyện Phú Xuyên - Ứng Hòa, Hà Nội)	26,2	Hợp lưu sông Tô Lịch, (Thanh Trì - Hà Nội) – trước hợp lưu sông Ngoại Độ.
4	N7 - N10 (Cống Thần, huyện Phú Xuyên - Ứng Hòa, Hà Nội - Cầu Hồng Phú, Tp. Phủ Lý)	19,8	Hợp lưu sông Ngoại Độ (huyện Phú Xuyên, Hà Nội) - trước hợp lưu sông Châu Giang, sông Đáy (Phủ Lý - Hà Nam).
Sông Đáy (206,9 km)			
1	D1 - D2 (Cầu Mai Lĩnh, Quận Hà Đông - Ba Thá, huyện Ứng Hòa)	25,2	Hợp lưu sông La Khê tại Hoài Đức – trước hợp lưu sông Bùi (Chương Mỹ - Hà Nội).
2	D2 - D3 (Ba Thá, huyện Ứng Hòa) - Cầu Tế Tiêu, huyện Mỹ Đức)	29	Hợp lưu sông Bùi tại Chương Mỹ - trước hợp lưu sông Thanh Hà (Mỹ Đức, Hà Nội)

3	D3 - D5 (Cầu Tế Tiêu, huyện Mỹ Đức) - Cầu Quế, huyện Kim Bảng)	35,7	Hợp lưu sông Thanh Hà tại Mỹ Đức - trước hợp lưu sông Nhuệ (Phủ Lý - Hà Nam)
4	D5 - D12 Cầu Quế (huyện Kim Bảng - Cầu Gián Khẩu, huyện Gia Viễn)	33	Hợp lưu sông Nhuệ (Phủ Lý - Hà Nam) - trước hợp lưu sông Hoàng Long (Gia Viễn,Ninh Bình)
5	D12 - D15 (Cầu Gián Khẩu, huyện Gia Viễn) - Yên Trị, huyện Ý Yên)	22	Hợp lưu sông Hoàng Long (Gia Viễn - Ninh Bình) - trước hợp lưu sông Đào (Hoa Lư, Ninh Bình)
6	D15 - D18 (Yên Trị, huyện Ý Yên) - Thượng Kiệm, huyện Kim Sơn)	48	Hợp lưu sông Đào - trước hợp lưu sông Ân, sông Vạc (Kim Sơn, Ninh Bình)
7	D18 - 19 (Thượng Kiệm, huyện Kim Sơn) - Cửa Đáy)	14	Hợp lưu sông Vạc (Kim Sơn, Ninh Bình) - Biển Đông



Hình 2. Các hợp lưu và phân đoạn sông Nhuệ, sông Đáy

2.5 .Thiết kế đầu vào cho mô hình WASP

Thiết kế mạng sông mô phỏng dòng chảy

Phạm vi nghiên cứu của mô hình WASP: Xác định khả năng tự làm sạch tính toán theo mô hình WASP được xác định tập trung vào mô hình thể hiện quá trình phân hủy chất ô nhiễm.

Phạm vi này được đưa ra trên cơ sở 2 quá trình chính thường được thể hiện trong các mô hình phần mềm là quá trình phân hủy và khuyếch tán (truyền tải, pha loãng). Quá trình khuếch tán chỉ có vai trò chủ yếu là pha loãng các chất ô nhiễm để tạo điều kiện thuận lợi hơn cho quá trình tự làm sạch. Trong nhiều trường hợp, chất ô nhiễm dạng khó phân hủy (Kim loại nặng …) sẽ bị tích đọng và lưu tồn tại thủy vực trong một khoảng thời gian nhất định, do vậy việc sử dụng mô hình toán học để đưa khả năng tự làm sạch đối với dạng ô nhiễm khó phân hủy bằng con đường khuyếch tán là chưa hoàn toàn phù hợp. Do vậy, khả năng tự làm sạch của

nguồn nước chủ yếu thể hiện qua khả năng tự phân hủy mà thể hiện rõ nhất là các chất ô nhiễm thuộc nhóm chất dễ phân hủy sinh học. Đây chính là một trong những vấn đề cần làm rõ khi áp dụng công cụ mô hình để xác định diễn biến và khả năng tự làm sạch của sông.

Phạm vi xây dựng mô hình thủy động lực học một chiều là toàn bộ lưu vực sông Nhuệ - sông Đáy bao gồm 13 sông: sông Đáy, sông Nhuệ, kênh La Khê, sông Tô Lịch, sông Tích, sông Bùi, sông Đào, sông Hoàng Long. Trong đó: (1) sông Đáy bắt đầu từ cống Cẩm Đình, kết thúc tại cửa Đáy, chiều dài khoảng 245 km; (2) sông Nhuệ bắt đầu tại cống Liên Mạc, kết thúc tại Phủ Lý, dài 74 km; (3) sông Tô Lịch bắt nguồn từ hồ Tây, đổ vào sông Nhuệ qua cống Thanh Liệt, dài 13,5 km; (4) kênh La Khê nối liền sông Nhuệ với sông Đáy. Kênh La Khê bắt nguồn ở Hà Đông chảy ra sông Đáy qua cống La Khê, kênh dài 6,6 km; (5) sông Tích bắt nguồn từ Tản Viên thuộc dãy núi Ba Vì đổ vào sông Đáy tại Ba Thá với chiều dài 91 km; (6) sông Hoàng Long được mô phỏng từ trạm thủy văn Bến Đế, chảy đến sông Đáy tại Gián Khẩu, dài 23km; (7) sông Đào Nam Định được bắt đầu ở trạm thủy văn Nam Định, đổ vào sông Đáy tại Độc Bộ, dài 30,2 km.

Bảng 2. Tổng hợp mạng sông được mô phỏng [5]

Tên sông, kênh	Địa hình đo năm	Chiều dài (km)	Bắt đầu từ sông	Kết thúc tại sông
Sông Nhuệ	2007	74		Đáy
Kênh La Khê	1990	6,6	Đáy	Nhuệ
Sông Tích	2000	69		Sông Bùi
Sông Bùi	2000	24,13		Đáy
Sông Đào	1999	30,2		Đáy
Sông Hoàng Long	1993	22.958		Đáy
Sông Châu Giang	2006	27,2		Nhuệ
Sông Đáy	1999	224		Đáy
Sông Tô Lịch	2007	13,5		Nhuệ

Mặt cắt sông

Số liệu mặt cắt các sông được thu thập và đo đạc từ thực địa, chủ yếu do Viện Quy hoạch Thủy lợi cung cấp, một số mặt cắt cục bộ được Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam đo năm các sông chính như sông Nhuệ, sông Đáy (hình 3). Mặt cắt các sông được đưa vào mô hình dưới dạng cơ sở dữ liệu độ rộng đáy tại các phân đoạn nhỏ. Cụ thể một số sông chính như sau: (1)sông Đáy từ cuối kênh Ngọc Tảo đến cửa Đáy dài 226,1 km, gồm 19 mặt cắt; (2) sông Nhuệ từ cống Liên Mạc đến Phủ Lý dài 75,1 km, gồm 16 mặt cắt.

Các công trình trên hệ thống

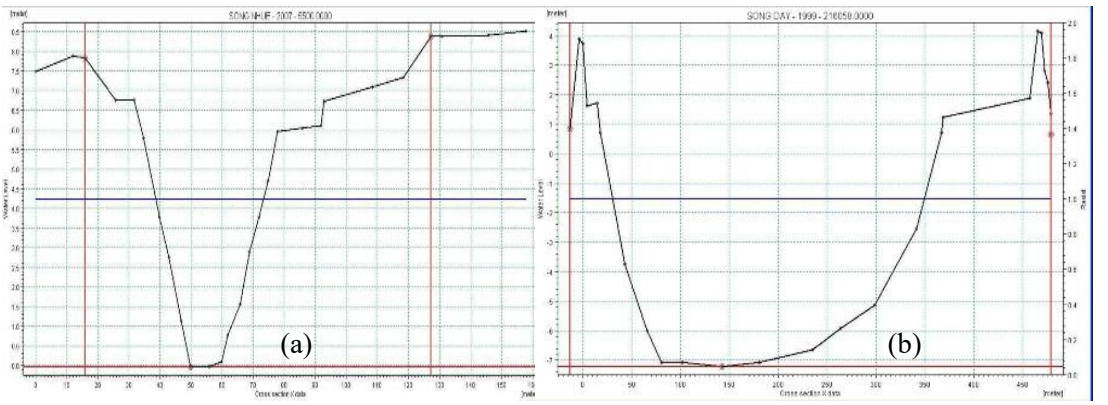
Công trình trong nghiên cứu này bao gồm các cống, đập. Trên mô hình đã thiết lập tổng số 14 công trình các loại, trong đó có: (1) 10 cống, đập điều tiết trên dòng chính sông Nhuệ là Liên Mạc, Cổ Nhuế, cống La Khê trên kênh La Khê, cống Hà Đông, đập Thanh Liệt trên sông Tô Lịch, cống Đồng Quan, cống Thanh Trì, Phú Xuyên, Cống Thần, Phủ Lý; (2) sông Đáy ngoài cống La Khê trên kênh La Khê nối với sông Nhuệ, còn có các cống thải của các huyện Ứng Hòa, Đan Phượng, Chương Mỹ, Yên Khánh, Ý Yên.

Bảng 3. Các công trình trên sông Nhuệ [2]

TT	Tên công trình	Trên sông	Vị trí	Cao trình đáy	Số cửa
1	Cống Liên Mạc 1	Sông Nhuệ	300	0,81	5
2	Cống Hà Đông	Sông Nhuệ	16182	-1	2
3	Cống Đồng Quan	Sông Nhuệ	43750	-2,44	6
4	Cống La Khê	Sông La Khê	200	1,2	2
5	Cống Phủ Lý	Sông Nhuệ	71800	-2,35	2
6	Đập Thanh Liệt	Sông Tô Lịch	11200	1,5	1

Điều kiện biên: Lưu lượng thực đo lấy tại thượng lưu cống Liên Mạc trên sông Nhuệ; lưu lượng thực đo tại thượng lưu sông Tích; lưu lượng tại Bến Đế trên sông Hoàng Long; lưu lượng tại Nam Định trên sông Đào; Lưu lượng sông Tô Lịch tại đập Thanh Liệt;

Các số liệu biên đầu vào được sử dụng cho công tác hiệu chỉnh và kiểm định mô hình thủy lực hầu hết có nguồn gốc từ nghiên cứu đề xuất các giải pháp, công trình khơi thông dòng chảy, tăng khả năng chịu tải và tự làm sạch của các sông để bảo vệ môi trường sông Nhuệ - sông Đáy [2]. Vì vậy, các số liệu có được hoàn toàn đáng tin cậy và có độ chính xác.

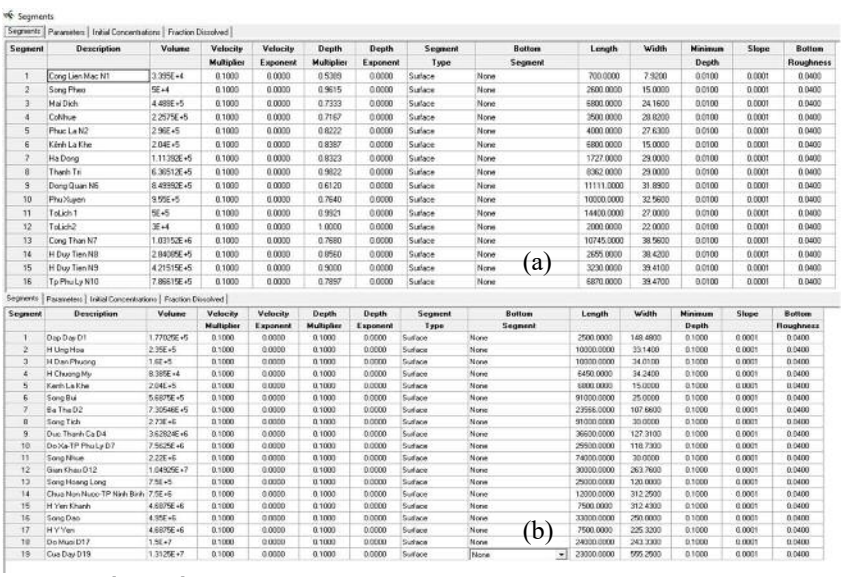


Hình 3. Mặt cắt đại diện: (a) sông Nhuệ; (b) sông Đáy

3. Kết quả và thảo luận

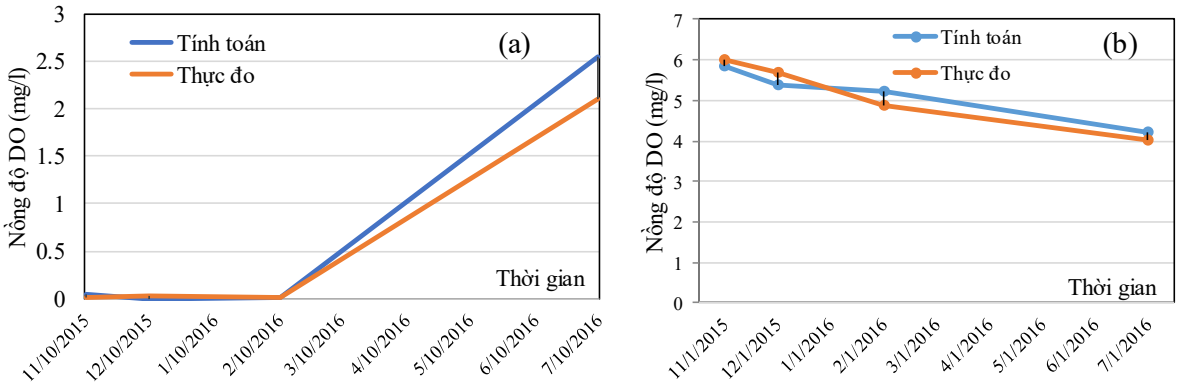
3.1 Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình

Để hiệu chỉnh các thông số của mô hình chất lượng nước, số liệu quan trắc chất lượng nước tại một số điểm quan trắc dọc sông được sử dụng. Các số liệu này được đo đạc đồng bộ với số liệu dùng làm biên trên và biên dưới trong mô hình thủy lực và mô hình chất lượng nước (hình 4).



Hình 4. Các thông số truyền tải sử dụng trong mô hình WASP: (a) sông Nhuệ; (b) sông Đáy

Kết quả kiểm định mô hình bằng so sánh giá trị DO giữa số liệu tính toán và đo đạc (hình 5).



Hình 5. So sánh giá trị DO (mg/l) tính toánvà thực đo tại: (a) Đồng Quan - sông Nhuệ; (b) Ba Thá - sông Đáy

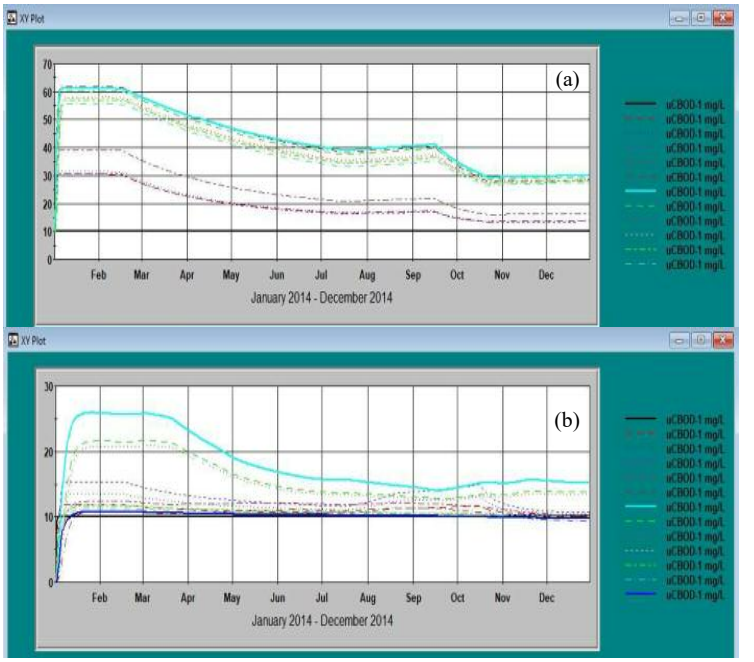
Bảng 4. Các thông số và thông số hiệu chỉnh được sử dụng WASP [6]

Thông số	Dãy giá trị	Giá trị sử dụng
Tốc độ nạp khí	0,00001-0,5d^{-1}	0,2
Hệ số tương quan nhiệt độ nạp khí Theta	1,026	1,026
Hằng số tốc độ phân rã CBOD	0,02-0,3d^{-1}	0,103
Hệ số tương quan giữa nhiệt độ và tốc độ phân rã	1,02-1,06	1,05
Truyền tải		
Độ sâu phân vùng Thể tích phân vùng Diện tích bề mặt giữa các phân vùng Độ dài phân vùng Khoảng cách giữa các phân vùng	Theo từng đoạn	
Chiếu sáng, nhiệt độ		
Bức xạ mặt trời Tỉ lệ chiếu sáng trong ngày Nhiệt độ	Theo số liệu thời tiết	
Nồng độ biên		
DO BOD	Theo vị trí	

Kết quả xác định xác định khả năng tự làm sạch theo mô hình WASP cho sông Nhuệ và sông Đáy cho thấy:

- Tổng khả năng tự làm sạch của sông Nhuệ khoảng 21,424 tấn BOD/ngày, trung bình KNTLS mỗi km khoảng 0,285 tấn BOD/ngày.

Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy, khả năng tự làm sạchcủa sông Đáy cao hơn so với sông Nhuệ, cụ thể là tổng KNTLS khoảng 2.023 tấn BOD/ngày,trung bình mỗi km trong sông có KNTLS khoảng 9,78 tấn BOD/ ngày (bảng 5, hình 6).



Hình 6. Khả năng tự làm sạch giá trị BOD (mg/l) tại: (a) sông Nhuệ; (b) sông Đáy

- Điểm đáng lưu ý ở đây là khả năng tự làm sạch của các đoạn sông thượng nguồn cả sông sông Nhuệ và sông Đáy đều thấp hơn các đoạn ở hạ lưu. Một phần nguyên nhân là ngay ở thượng lưu sông đã phải tiếp nhận các nguồn thải từ 2 bên bờ đổ ra như:

Đoạn 1 sông Nhuệ: Tiếp nhận nước thải sinh hoạt, làng nghề, KCN từ 2 bên bờ qua sông Pheo, kênh Cổ Nhuế.

Đoạn 1 sông Đáy: Tiếp nhận nước thải sinh hoạt, làng nghề, KCN từ Tp.Hà Đông, huyện Ứng Hòa.

Trong quá trình xác định khả năng tự làm sạch sông Nhuệ, sông Đáy theo WASP, nghiên cứu nhận thấy có một số ưu điểm và hạn chế như sau: (1) mô hình có tính linh hoạt trong lựa chọn không gian và thời gian; (2) mô hình có thể sử dụng cho cả điều kiện trạng thái ổn định và động, đồng thời có thể mô phỏng theo hệ thống một, hai hoặc ba chiều; (3) mô hình có thể mô phỏng hầu hết các thành phần chất lượng nước tại các loại thủy vực; (4) là mô hình miễn phí và có sẵn trên mạng. Hạn chế của mô hình là không mô phỏng được các vật chất trôi nổi và tích tụ.

Bảng 5. Kết quả xác định khả năng tự làm sạch sông Nhuệ, sông Đáy theo WASP(kg BOD/ngày)

Đoạn sông	Khả năng tự làm sạch của sông	Khả năng tự làm sạch/km	Chênh lệch so với giá trị trung bình
Sông Nhuệ (75,1 km)			
Đoạn 1 (Cống Liên Mạc, Bắc Từ Liêm) - Phúc La, quận Hà Đông), 15.3 km	7.166,5	468,4	1,6
Đoạn 2 (Phúc La, quận Hà Đông - Cầu Chiếc, Thường Tín, Hà Nội), 13,8 km	4.471,2	324	1,1
Đoạn 3 (Cầu Chiếc, Thường Tín, Hà Nội - Cống Thần, Phú Xuyên - Ứng Hòa, Hà Nội), 26,2 km	5.515,1	210,5	0,74
Đoạn 4 (Cống Thần, Phú Xuyên - Ứng Hòa, Hà Nội - Cầu Hồng Phú, Tp. Phủ Lý), 19,8 km	4.280,8	216,2	0,76
Tổng KNTLS cả dòng sông	*21.433,6*		
Trung bình KNTLS/ 1 km	*285,4*		

Sông Đáy (Từ Cầu Mai Lĩnh đến Cửa Đáy 206,9 km)			
Đoạn 1 (Cầu Mai Lĩnh, Quận Hà Đông - Ba Thá, Ứng Hòa), 25,2 km	56.826	2.255	0,23
Đoạn 2 (Ba Thá, Ứng Hòa) - Cầu Tế Tiêu, Mỹ Đức), 29 km	283.475	9.775	0,99
Đoạn 3 (Cầu Tế Tiêu, Mỹ Đức) - Cầu Quế, Kim Bảng), 35,7 km.	335.402	9.395	0,96
Đoạn 4 (Cầu Quế, Kim Bảng - Cầu Gián Khẩu, Gia Viễn), 33 km	346.071	10.487	1,07
Đoạn 5(Cầu Gián Khẩu, Gia Viễn) - Yên Trị, hÝ Yên), 22 km.	255.992	11.636	1,2
Đoạn 6 (Yên Trị, Ý Yên) - Thượng Kiệm, Kim Sơn), 48 km.	587.136	12.232	1,25
Đoạn 7 (Thượng Kiệm, Kim Sơn) - Cửa Đáy), 14 km.	158.130	11.295	1,16
Tổng KNTLS 206,9 km dòng sông (226.1 km - 19.2 km)	*2.023.032*		
Trung bình KNTLS/ 1 km	*9777,8*		

4. Kết luận

1. Mô hình WASP sử dụng để xác đinh khả năng tự làm sạch của sông có một số ưu điểm như: Mô hình có tính linh hoạt trong lựa chọn không gian và thời gian, có thể sử dụng cho cả điều kiện trạng thái ổn định và động, đồng thời có thể mô phỏng theo hệ thống một, hai hoặc ba chiều, có thể mô phỏng hầu hết các thành phần chất lượng nước tại các loại thủy vực và là mô hình miễn phí và có sẵn trên mạng. Bên cạnh đó mô hình có hạn chế: Không mô phỏng được các vật liệu trôi nổi và tích tụ.

2. Mô hình WASP xác đinh khả năng tự làm sạch của sông của sông Nhuệ khoảng 21,424 tấn/ngày, trung bình mỗi km khoảng 0,285 tấn BOD/ngày. Khả năng tự làm sạch của sông Đáy khoảng 2.023 tấn BOD/ngày,trung bình mỗi km khoảng 9,78 tấn BOD/ ngày.

3. Các đoạn thượng lưu sông Nhuệ, sông Đáy có khả năng tự làm sạch thấp hơn so với các đoạn ở trung và hạ lưu.

Tài liệu tham khảo

1. Dương Hồng Sơn, Lê ngọc Cầu và cs, (2016), *Kết quả sang lọc và xác định phân đoạn sơ bộ chất lượng nước sông theo mục đích sử dụng tại sông*, Tạp chí Khí tượng thủy văn. 2016.

2. Lê Hưng (2012), *Nghiên cứu xác định ngưỡng chịu tải ô nhiễm hữu cơ của hệ thống sông Nhuệ, sông Đáy trong thủ đô Hà Nội làmcơ sở quy hoạch các điểm xả thải đô thị và công nghiệp*, Luận án tiến sỹ, Đại học Xây dựng, Hà Nội.

3. Nguyễn Thị Vân Hà, Trần Vũ Như Quỳnh, Satoshi Takizawa, (2011), *Nghiên cứu áp dụng mô hình WASP mô phỏng chất lượng nước hồ Dầu Tiếng*, Tạp chí Phát triển Khoa học & Công nghệ Kỹ thuật Môi trường 2009, số 2 tr.5-16. – 2011.

4. Trần Đình Hợi và cộng sự (2010), *Báo cáo tổng hợp kết quả khoa học công nghệ, Nghiên cứu đề xuất các giải pháp, công trình khơi thông dòng chảy, tăng khả năng chịu tải và tự làm sạch của các sông để bảo vệ môi trường sông Nhuệ - sông Đáy*, Đề tài KC0812/06-10.

5. Trung tâm Quan trắc môi trường, Tổng cục Môi trường (2016), *Phân vùng môi trường phục vụ quản lý và cải thiện chất lượng các đoạn sông thuộc lưu vực hệ thống sông Nhuệ - sông Đáy 2013-2016.*

6. Watershed & Water Quality Modeling Technical Support Center Website, Di Toro (1983), *The Water Quality Analysis Simulation Program (WASP7) is an enhancement of the original WASP.* http://wwwepagov/athens/wwqtsc/indexhtml, (Accessed 10 june 2016).

THE APPLICATION OF WASP MODEL TO DETERMINE THE SELF-PURIFICATION CAPABILITY OF NHUE RIVER AND DAY RIVER

Cai Anh Tu
Ha Noi University of Sience

Abstract: *Self-purification capacity plays an important roleforwater quality of the river, and results in other related issues such as socio-economic development planning and basin environmental protection planning. The study used the WASP software which was developed and published by EPA in 2016 to determine the self-purification capacity of Nhue river and Day river. The results showed that Nhue river's self-purification capacity was 21,424 tons per day on average, 0.285 tons BOD per day per km and this capacity of Day river was 2,023 tons of BOD per day on average, with an average of 9.78 tons of BOD per day per km. The upper sections of Nhue and Day rivers have lower self-purification capacity than their middle and lower sections. Research results showed that the model is entirely responsive in the study field. This is a widely applicable model thanks to its advantages such as the highly flexible model in both options of space and time and both conditions of stable and dynamic state. It can be simulated on one, two or three dimensional systems. In addition this model also has the limitation of not simulating floating and accumulating materials.*

Keywords: *River water quality, Self- purification capacity, WASP modeling.*