

Nghiên cứu áp dụng phần mềm Mike 11 AD - Ecolab mô phỏng thử nghiệm chất lượng nước Sông Cầu phục vụ dạy học chuyên ngành

Phạm Văn Tuấn*

TS. Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

Received: 10/11/2024; Accepted: 19/11/2024; Published: 25/11/2024

Abstract: Among the water quality simulation models for river basins, the Mike 11 AD and Mike 11 Ecolab models have more advantages when combining the rainfall-runoff, hydraulic, and water quality modules in the river to calculate water quality and are suitable for river basins. The study conducted an experimental application of the Mike 11 AD - Ecolab model to simulate the water quality of the Cau River basin.

Keyword: Mike 11 AD, Mike 11 Ecolab, water quality, Cau river.

1. Đặt vấn đề

Hiện nay các mô hình (phần mềm) để mô phỏng chất lượng nước lưu vực sông có các nhóm phần mềm như: Nhóm mô hình Mike của DHI Đan Mạch; nhóm mô hình HEC của Mỹ; nhóm mô hình ISIS của Anh; nhóm mô hình Delf của Hà Lan;.... Trong các mô hình trên thì mô hình Mike 11 Ecolab của DHI Đan Mạch có ưu điểm hơn về dễ sử dụng, có liên kết các mô đun tính toán với nhau thuận lợi, có mô đun tính toán mưa dòng chảy (Mike Nam) kết hợp với mô đun diễn toán dòng chảy trong sông (Mike 11 HD) và mô đun chất lượng nước (Mike 11 Ecolab) phù hợp để mô phỏng chất lượng nước lưu vực sông. Lưu vực sông Cầu là một trong 5 con sông dài nhất ở miền Bắc Việt Nam (sông Hồng, sông Đà, sông Lô, sông Cầu, sông Đáy) nằm trong phạm vi tọa độ địa lý: 21°07' - 22°18' vĩ bắc, 105°28' - 106°08' kinh đông, có tổng diện tích lưu vực là 10.530 km², bao gồm toàn bộ hay phần lãnh thổ 6 tỉnh (Bắc Kạn, Bắc Giang, Bắc Ninh, Thái Nguyên, Hải Dương, Vĩnh Phúc) và 2 huyện thuộc Hà Nội. Do vậy, cần tính toán mô phỏng chất lượng nước trên lưu vực sông Cầu để đánh giá sự ô nhiễm nguồn nước trên lưu vực, giúp nhìn tổng quát về hiện trạng nguồn nước trên lưu vực được sử dụng cho các ngành cần dùng nước và giúp việc quản lý tài nguyên nước lưu vực sông Cầu có định hướng lâu dài. Nghiên cứu chọn đoạn sông Cầu từ Gia Bầy đến Phả Lại để tính toán và đánh giá chất lượng nước, biên trên là trạm Gia Bầy, biên dưới là mực nước H Phả Lại, biên nhập lưu khu giữa

là sông Công tại trạm Tân Cương.

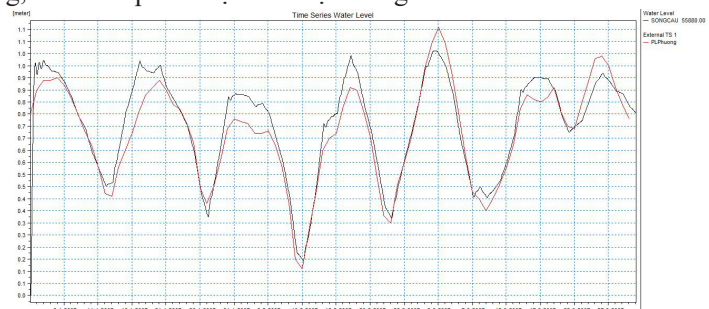
2. Nội dung nghiên cứu

2.1. Hiệu chỉnh mô hình Mike 11 – HD – AD – ECOLAB để đánh giá chất lượng nước sông Cầu

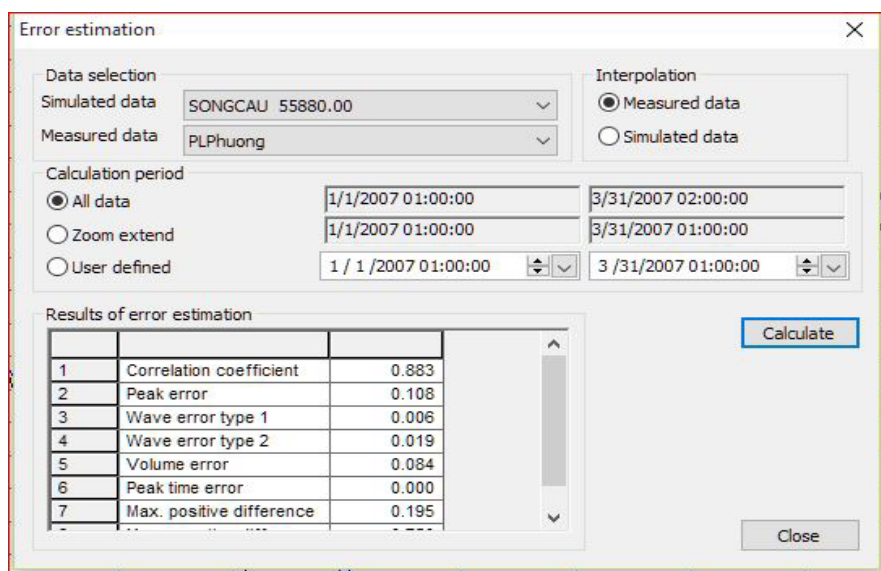
2.1.1. Hiệu chỉnh mô hình Mike 11 – HD.

Số liệu đầu vào của mô hình Mike 11 – HD là mặt cắt thủy lực từ Gia Bầy đến Phả Lại (gồm 48 mặt cắt), lưu lượng nước Q (Gia Bầy), Q (Tân Cương), mực nước H Phả Lại, H (Phúc Lộc Phương), kết quả đầu ra của mô hình là lưu lượng và mực nước trên đoạn sông tính toán.

Quá trình hiệu chỉnh mô hình Mike 11 – HD được thông qua hệ số nhám Manning và các tham số của mô hình sao cho có được kết quả là đường quá trình mực nước tính toán phù hợp với đường quá trình mực nước thực đo tại Phúc Lộc Phương cũng như hệ số tương quan thể hiện tốt. Kết quả so sánh giữa mực nước tính toán (Water Level) và dòng mực nước thực đo (External TS1) từ Mike 11 – HD, hệ số tương quan được thể hiện trong hình 2.1.



Hình 2.1. Kết quả hiệu chỉnh đường quá trình mực nước giữa thực đo và tính toán tại Phúc Lộc Phương năm 2007



Hình 2.2. Kết quả hiệu chỉnh hệ số tương quan giữa thực đo và tính toán tại Phúc Lộc Phương năm 2007

Từ các hình trên cho thấy mô hình Mike 11 - HD sau khi hiệu chỉnh cho kết quả tính toán là đường quá trình mực nước tính toán và thực đo tương đối bám sát nhau về dạng đường, đỉnh, chân, các pha nước và phù hợp với nhau. Kết quả đánh giá việc hiệu chỉnh mô hình theo hệ số tương quan $> 0,8$ (hình 2) là phù hợp.

2.1.2. Hiệu chỉnh mô hình Mike 11 – AD.

Số liệu đầu vào của mô hình Mike 11 – AD là số liệu đo đặc chất lượng nước trên sông Cầu được quan trắc bởi Trung tâm Quan trắc và Bảo vệ Môi trường Thái Nguyên năm 2012 theo 5 đợt từ đầu tháng 04/01/2012 đến 10/03/2012 và từ 09/11/2012 đến 07/12/2012. Trong phạm vi thử nghiệm nghiên cứu chỉ xét đến đầu vào bao gồm BOD, DO, nhiệt độ nước tại biên trên Gia Bảy (giá trị lần lượt là (6,615 mg/l; 1,98 mg/l; 22 mg/l) và biên dưới Phả Lại (giá trị là 5,48 mg/l; 2,455 mg/l; 22 mg/l). Kết quả đầu ra của quá trình hiệu chỉnh là quá trình khuếch tán DO từ Gia Bảy về Phả Lại.

Quá trình hiệu chỉnh mô hình Mike 11 – AD được thông qua hệ số Decay và phụ thuộc các tham số của mô hình Mike 11 - HD sao cho có được kết quả là đường quá trình mực nước tính toán phù hợp với đường quá trình mực nước thực đo tại Phúc Lộc Phương cũng như hệ số tương quan thể hiện tốt. Kết quả hiệu chỉnh chọn Decay = 0,00025 và quá trình trình khuếch tán DO từ Gia Bảy về Phả Lại

Việc hiệu chỉnh cho thấy quá trình truyền tải khuếch tán DO từ Gia Bảy về Phả Lại từ ngày 04/1

đến ngày 28/2 và BO là từ ngày 04/1 đến ngày 29/2.

2.1.3. Hiệu chỉnh mô hình Mike 11 – Ecolab.

Số liệu đầu vào của mô hình Mike 11 – Ecolab tương tự số liệu đầu vào mô hình Mike 11 - AD. Kết quả đầu ra của quá trình hiệu chỉnh là các thông số chất lượng nước từ Gia Bảy về Phả Lại. Do mô đun sinh thái tính toán tới 13 thông số chất lượng nước với 6 cấp độ khác nhau, nghiên cứu thử nghiệm chỉ chạy modun Ecolab tính toán

chất lượng nước WQ level 1 bao gồm 5 quá trình (sự suy giảm BOD, sự hiêm khí, quang hợp trong cột nước, tiêu thụ ô xi bởi hô hấp thực vật, bức xạ đi vào nước, bức xạ đi ra khỏi nước).

Quá trình hiệu chỉnh mô hình Mike 11 – Ecolab được thông qua phương pháp EULER và phụ thuộc các tham số của mô hình Mike 11 - HD sao cho có được kết quả là đường quá trình mực nước tính toán phù hợp với đường quá trình mực nước thực đo tại Phúc Lộc Phương cũng như hệ số tương quan thể hiện tốt. Kết quả hiệu chỉnh các thông số chất lượng nước được thể hiện trong hình 5.

2.2. Áp dụng mô hình Mike 11 - AD – ECOLAB để mô phỏng chất lượng nước sông Cầu.

2.1.5. Mô phỏng chất lượng nước sông Cầu với mô hình Mike 11 - AD.

Sử dụng bộ thông số đã hiệu chỉnh ổn định ở trên năm 2007, nghiên cứu tiến hành mô phỏng chất lượng nước sông Cầu bằng mô hình Mike 11 – AD đối với số liệu năm 2004.

Đối với chỉ số DO

Nhận xét: Kết quả mô phỏng cho thấy quá trình truyền tải lượng DO từ Gia Bảy về Phả Lại mất trung bình 1 tháng 28 ngày (từ ngày 04/1 đến ngày 28/2).

Đối với chỉ số BOD

Nhận xét: Quá trình tải khuếch tán BO với khoảng thời gian 1 tháng 29 ngày (từ ngày 04/1 đến ngày 29/2).

2.1.6. Mô phỏng chất lượng nước với mô hình Mike 11 - Ecolab.

Số liệu dùng để mô phỏng chất lượng nước sông Cầu là số liệu chất lượng nước năm 2012 với kịch bản là năm kiệt điển hình giống với năm 2004. Nên sẽ lấy số liệu, kết quả chạy cho năm 2004 để đánh giá chất lượng nước mô phỏng.

Sử dụng bộ thông số đã hiệu chỉnh ổn định ở trên năm 2007, nghiên cứu tiến hành mô phỏng chất lượng nước sông Cầu bằng mô hình Mike 11 – Ecolab đối với số liệu năm 2004.

Kết quả mô phỏng thể hiện trong các hình 8, 9, 10, 11.

Đối với chỉ số DO

Hình 2.9. Kết quả mô phỏng quá trình biến đổi DO theo thời gian trên mặt cắt từ Gia Bảy về Phả Lại.

Kết quả như trên hình cho thấy lượng oxy hoà tan trong nước cần thiết cho sự hô hấp của các sinh vật nước giảm mạnh từ thượng lưu về hạ lưu.

Đối với chỉ số BOD

Kết quả hiệu chỉnh qua hình 9 cho thấy nồng độ chất thải hữu cơ có thể bị phân huỷ bởi vi sinh vật có trong nước có tốc độ suy giảm chậm dần (trong khi thượng lưu phân huỷ hết thì hạ lưu vẫn ở mức cao) từ thượng lưu về hạ lưu.

Đối với chỉ số Photosynthesis in water column (Quang hợp trong cột nước)

Kết quả khảo sát cho thấy quá trình quang hợp thực vật trong cột nước biến đổi liên tục: Quang hợp diễn ra mạnh nhất vào lúc trưa và chiều, quang hợp về giá trị 0 vào buổi tối; Vùng thượng lưu có quá trình quang hợp mạnh diễn ra mạnh nhất, lớn hơn rất nhiều lần trung lưu và hạ lưu.

Đối với chỉ số Reaeration (Quá trình hiếm khí)

Kết quả khảo sát cho thấy quá trình hiếm khí gây ra bởi vi sinh vật hiếm khí diễn ra mạnh mẽ ở thượng lưu của con sông Cầu, trung lưu và hạ lưu dường như không xảy ra. Như vậy có thể thấy được rằng hàm lượng vi sinh vật hiếm khí ở thượng lưu con sông vẫn giữ được mức cao.

Nhân xét:

Quá trình mô phỏng chất lượng nước sông Cầu năm 2012 dựa trên điều kiện khí tượng thủy văn năm 2004 là năm kiệt điển hình nhìn chung chất lượng nước sông Cầu có sự biến đổi khác nhau giữa thượng và hạ lưu một cách rõ rệt:

+ Thượng lưu chưa bị tác động của con người nên quá trình ô nhiễm chưa có sự biểu hiện rõ ràng, hàm lượng vi sinh vật cao, sự quang hợp của thực vật diễn

ra mạnh mẽ. Khả năng tự làm sạch của con sông về mùa kiệt là rất tốt.

+ Trung lưu từ trạm Chả bắt đầu thấy được sự ô nhiễm, sự suy giảm mạnh về DO cũng như Photosynthesis in water column (Quang hợp trong cột nước) cho thấy được ảnh hưởng tiêu cực của việc phát triển kinh tế, sản xuất, sinh hoạt đã xả một lượng chất gây ô nhiễm rất lớn khiến hệ động thực vật, vi sinh vật không thể sinh trưởng và phát triển, khiến con sông không có khả năng tự làm sạch được, nhất là về mùa lũ.

+ Hạ lưu con sông đến Phả Lại, không những bị ô nhiễm mà quá trình ảnh hưởng của thủy triều đến vùng này còn làm gia tăng sự ô nhiễm, khiến nước bị dồn ứ, nhất vào mùa kiệt, cộng với khả năng tự nhiên tự làm sạch bằng thực vật, vi sinh vật không còn gây ra tình trạng môi trường hết sức đáng lo ngại.

3. Kết luận

Như vậy có thể thấy việc áp dụng Mike 11 HD để mô phỏng thủy lực lưu vực sông Cầu từ Gia Bảy về Phả Lại cho kết quả tốt. Sau đó kết hợp mô hình Mike 11 - AD - Ecolab mô phỏng chất lượng nước sông Cầu từ Gia Bảy đến Phả Lại cho kết quả thử nghiệm biết được các quá trình khuếch tán, truyền tải khuyến tán, quang hợp trong cột nước, quá trình hiếm khí diễn ra. Từ đó có đủ điều kiện để sử dụng các kết quả nghiên cứu này để mô phỏng đánh giá đầy đủ chất lượng nước lưu vực sông Cầu phục vụ đời sống kinh tế xã hội

Tài liệu tham khảo

1. DHI (2014), Reference Manual MIKE ZERO. DHI Software (DHI, 2014, Sổ tay tham khảo MIKE ZERO, Phần mềm DHI)
2. Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Thái Nguyên (2005), Báo cáo hiện trạng môi trường tỉnh Thái Nguyên năm 2004-2005, Thái Nguyên 7/2005.
3. Tổng cục thống kê (2004), Niên giám thống kê tỉnh Thái Nguyên 2004, Cục thống kê Thái Nguyên.
4. Tổng cục thống kê (2007), Niên giám thống kê tỉnh Thái Nguyên 2004, Cục thống kê Thái Nguyên.
5. Tổng cục thống kê (2012), Niên giám thống kê tỉnh Thái Nguyên 2012, Cục thống kê Thái Nguyên.
6. Trung tâm Quan trắc Môi trường, Tổng cục Môi trường (2012), Đánh giá chất lượng nước mặt lưu vực sông Cầu dựa trên các kết quả đạt được trong năm 2010-2012 thuộc nhiệm vụ: Phân vùng môi trường phục vụ quản lý và cải thiện chất lượng các đoạn sông thuộc lưu vực sông Cầu, Hà Nội.