

ỨNG DỤNG MÔ HÌNH MIKE 11 ST ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG TÁI TẠO CÁT SỎI LÒNG SÔNG HỒNG TỪ TRẠM THỦY VĂN SƠN TÂY ĐẾN HUNG YÊN

Nguyễn Thị Thục Anh, Trần Ngọc Huân
Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

Tóm tắt

Việc áp dụng công cụ mô hình toán trong bài toán đánh giá khả năng tái tạo cát sỏi lòng sông là rất cần thiết. Bài báo này sử dụng mô hình MIKE 11 ST để xác định tải lượng trầm tích, lượng cát, sỏi vận chuyển trong đoạn sông Hồng từ trạm thủy văn Sơn Tây đến Hưng Yên. Kết quả thiết lập các thông số thủy lực và bùn cát của mô hình dựa vào dữ liệu quan trắc từ năm 2005 đến 2010, với các chỉ tiêu đánh giá mô hình: NASH và sai số tổng lượng đạt mức độ cho phép. Kết quả nghiên cứu cho thấy rằng lòng dẫn sông Hồng bị hạ thấp liên tục trong thời đoạn từ 2011 đến 2015 với tốc độ xói đáy sông là 0,5 m/năm và tổng lượng bùn cát vận chuyển qua trạm Hà Nội khoảng 69,12 triệu tấn. Kết quả nghiên cứu cũng đã chỉ ra được các vị trí xói và tải lượng bùn cát tại các vị trí dọc sông làm cơ sở cho công tác cấp phép khai thác cát, sỏi cũng như xác định được vị trí khai thác phù hợp.

Từ khóa: Mô hình vận chuyển bùn cát; Mike 11 ST; Tái tạo cát sỏi; Sông Hồng.

Abstract

Application of MIKE 11 ST models to assess the capacity of sand and gravel replenishment of Hong river from Son Tay station to Hung Yen station

The application of mathematical modeling tools in assessing river bed sand and gravel regeneration is very necessary. This study uses MIKE 11 ST model to determine the sediment, sand and gravel transferred in Red River section from Son Tay to Hung Yen. Hydraulic and sediment parameters of the model are established based on monitoring data from 2005 to 2010, with the evaluation criteria of NASH and total volume error. The results show that Red River's bed level has been continuously reduced during the period from 2011 to 2015. The river bed erosion rate is about 0,5 m/year and the total amount of sediment transported through Hanoi station is about 69,12 million tons. The results identify eroded locations and sediment transport along the river. These information is useful in authorizing the exploitation of sand and gravel as well as determining the locations for appropriate exploitation.

Key words: Sediment transport model; MIKE 11 ST; Sand and gravel replenishment; Hong River.

1. Giới thiệu

Ngành công nghiệp khai thác cát là một ngành công nghiệp khai khoáng quan trọng, đặc biệt cho các ngành xây dựng bởi cát là một dạng nguyên liệu thô được khai thác và sử dụng nhiều nhất, chỉ sau tài nguyên nước [9]. Do tình trạng khai

thác quá mức và tùy tiện đã có những tác động xấu tới môi trường, hệ sinh thái dòng sông, đôi khi vượt quá ngưỡng tái tạo tự nhiên dẫn đến mức khan hiếm, ảnh hưởng tới sự phát triển bền vững nền kinh tế quốc gia [5]. Bên cạnh đó, hầu hết các khoáng sản đều được xem xét trong môi trường tĩnh, trong đó có cả tài nguyên

khoáng sản cát, sỏi lòng sông. Dưới sự tác động của dòng chảy và điều kiện địa hình đáy sông, khối lượng và trọng lượng khai thác cát thực tế có thể thấp hơn hoặc vượt quá tải lượng trầm tích hàng năm [5]. Do đó, cần phải xem xét trong môi trường động, đánh giá khả năng tái tạo, cát sỏi lòng sông để các cơ quan quản lý có thể giám sát chặt chẽ việc cấp phép và quản lý hiệu quả nguồn tài nguyên quý giá này. Theo như Willam W Emmett, khả năng tái tạo cát sỏi “sand - gravel replenishment” lòng sông được hiểu là lượng cát sỏi, bồi lắng trong lòng sông ở một khu vực nhất định dưới tác động của dòng chảy trong một khoảng thời gian [13].

Hiện nay, công tác quan trắc, đánh giá tải lượng cát, sỏi lòng sông ở nước ta còn nhiều hạn chế. Hầu hết các trạm thủy văn chỉ quan trắc tải lượng bùn cát lơ lửng, chưa xét đến lượng bùn cát di đáy trong khi đây là yếu tố quan trọng trong việc đánh giá khả năng tái tạo cát sỏi lòng sông. Bên cạnh đó, việc xác định được các khu vực ổn định, có lượng cát, sỏi bồi tụ cao là một thông tin quan trọng trong việc xác định vị trí thích hợp để cấp phép khai thác cát [6].

Với sự phát triển của khoa học công nghệ, hiện có nhiều phương pháp nghiên cứu đánh giá diễn biến lòng dẫn bao gồm phương pháp phân tích thống kê, phương pháp viễn thám và hệ thống thông tin địa lý (GIS) và mô hình toán. Dựa theo các số liệu đo đạc địa hình phân tích diễn biến trên mặt bằng trên mặt bằng, trên mặt cắt dọc, mặt cắt ngang, tìm ra quy luật thống kê và xu thế phát triển của các đoạn sông, của các bãi bồi, ghềnh cạn khu vực đoạn sông nghiên cứu để xác định phạm vi có thể khai thác cát,...[6]. Phương pháp mô hình toán là dựa vào các hệ phương trình toán mô tả quy luật của dòng chảy và bùn cát tại đoạn sông nghiên cứu, xác định

các điều kiện biên, điều kiện ban đầu hợp lý, tìm các lời giải giải tích, lời giải số trị cho các vấn đề nghiên cứu. Phương pháp viễn thám và GIS dựa vào việc phân tích đường bờ bằng ảnh vệ tinh và chồng xếp các kết quả phân tích ảnh vệ tinh để xác định biến động đường bờ, bãi cạn qua các năm. Ứng dụng các mô hình toán thủy lực, hình thái sông ngòi là công cụ hữu hiệu để giải quyết các bài toán trên với những ưu điểm vượt trội như cho phép tính toán nhanh, tính toán - phân tích trong một hệ thống thống nhất và dễ dàng thay đổi các phương án tính toán, chúng được coi như là công cụ hỗ trợ giúp cho những nhà quy hoạch, hoạch định chính sách ra quyết định. Chẳng hạn để giải quyết bài toán xác định vị đoạn sông khai thác cát hợp lý có thể sử dụng các mô hình thủy lực 1 chiều (MIKE 11 ST, HEC - RAS, SOBEK 1DMOR,...), các mô hình toán thủy văn - thủy lực hai chiều, ba chiều (MIKE 21ST, FLOW3D, TELEMAC,...) [5] cho phép phân tích, đánh giá chính xác về biến động hình thái của một khu vực khai thác cụ thể, hoặc đánh giá được khả năng tái tạo cát, sỏi lòng sông trong một mỏ khai thác cát cụ thể để phục vụ công tác cấp phép, quản lý khai thác cát một cách hiệu quả.

Bài báo này sẽ ứng dụng thử nghiệm mô hình MIKE 11 ST đánh giá khả năng tái tạo cát sỏi tự nhiên khu vực sông Hồng đoạn từ trạm thủy văn Sơn Tây đến trạm Hưng Yên. Kết quả của nghiên cứu này sẽ là tiền đề cho những nghiên cứu tiếp theo về việc ứng dụng mô hình toán trong đánh giá quá trình tái tạo cát sỏi lòng sông tự nhiên và ảnh hưởng của việc khai thác cát đến diễn biến lòng sông.

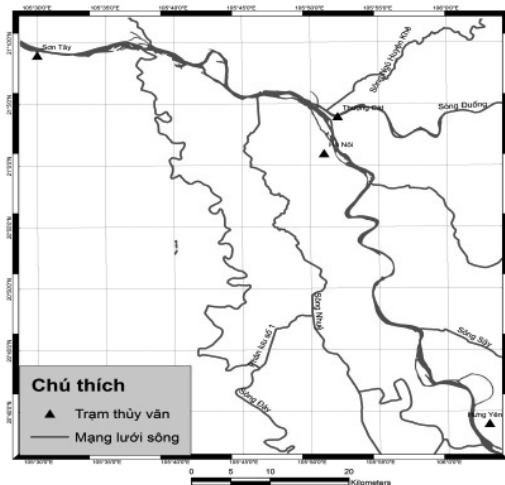
2. Vùng nghiên cứu

Vùng nghiên cứu trên sông Hồng đoạn từ trạm thủy văn Sơn Tây đến trạm

Nghiên cứu

thủy văn Hưng Yên có tổng chiều dài khoảng 73 km chảy qua khu vực thành phố Hà Nội. Đoạn sông có nhiều bãi bồi, phân lạch, uốn khúc và có các chi lưu như sông Đáy, sông Đuống, sông Nhuệ, sông Sây, sông Kẻ Sắt (sông Bắc Hưng Hải). Một số bãi giữa nằm trên đoạn sông như Bãi Vồng La, Bãi Thượng Cát, Bãi giữa Phú Gia,...[6].

SƠ ĐỒ MẠNG LƯỚI SÔNG HỒNG ĐOẠN TỪ TRẠM SON TÂY ĐẾN HƯNG YÊN



Hình 1: Sơ đồ mạng lưới sông Hồng đoạn chảy qua thành phố Hà Nội [4]

Dòng chảy trên lưu vực sông Hồng - Thái Bình được hình thành từ mưa khá dồi dào. Tổng lượng bình quân nhiều năm qua Sơn Tây khoảng 118 tỷ m^3 tương ứng với lưu lượng 3.743 m^3/s . Lũ ở hạ du sông Hồng bắt đầu từ tháng VI đến tháng X với lượng dòng chảy mùa lũ chiếm khoảng 80 % tổng lượng dòng chảy năm. Mùa cạn trên lưu vực sông Hồng từ cuối tháng XI tới tháng V, tháng XI là tháng chuyển tiếp mùa lũ sang mùa cạn [3].

Sông Hồng là nhập lưu của 3 con sông lớn bao gồm sông Đà, sông Thao và sông Lô phía thượng nguồn, cũng như dòng chảy, bùn cát sông Hồng chịu ảnh hưởng trực tiếp từ các sông này. Kể từ năm 1986 sau khi hồ Hoà Bình bắt đầu vận hành và có ảnh hưởng trực tiếp đến chế độ thủy văn nói chung và bùn cát nói riêng đối với khu vực nghiên cứu. Theo như kết quả nghiên

cứu của Lê Đức Thanh, lượng bùn cát tại trạm Sơn Tây giảm 53,3 % so với thời kỳ trước khi xây dựng thủy điện Hòa Bình. Cụ thể tổng lượng bùn cát lơ lửng thời kỳ 1975 đến 1979 là 1.194 g/m^3 , giai đoạn sau khi có đập thủy điện Hòa Bình giảm xuống còn 474,4 g/m^3 trong những năm 1989 - 2003 [7]. Trong khi đó, theo dữ liệu quan trắc từ năm 2000 đến 2015, lưu lượng bùn cát lơ lửng tại trạm thủy văn Sơn Tây hàng năm giảm đáng kể. Lưu lượng bùn cát lơ lửng đạt 0,5 m^3/s và 0,26 m^3/s ứng với giai đoạn 2000 - 2005 và 2006 - 2010. Trong năm gần đây thì lưu lượng bùn cát lơ lửng hàng năm của trạm thủy văn Sơn Tây chỉ đạt 0,1 m^3/s [10].

3. Phương pháp nghiên cứu và dữ liệu sử dụng

3.1. Phương pháp nghiên cứu

Bài báo sử dụng phương pháp mô hình toán để tiến hành nghiên cứu đánh giá khả năng tái tạo cát sỏi lòng sông, cụ thể là sử dụng mô hình MIKE 11 ST để mô phỏng chế độ thủy động lực khu vực nghiên cứu. MIKE 11 ST là mô đun vận chuyển bùn cát trong bộ phần mềm MIKE 11, do Viện Thủy lực Đan Mạch (DHI Water & Environment) phát triển. Đây là một gói phần mềm dùng để mô phỏng dòng chảy (lưu lượng), chất lượng nước và vận chuyển bùn cát ở các cửa sông, sông, kênh tưới và các vật thể nước khác [12]. MIKE 11 là mô hình động lực một chiều và thân thiện với người sử dụng nhằm phân tích chi tiết, thiết kế, quản lý, vận hành cho sông cũng như hệ thống kênh dẫn từ đơn giản cho đến phức tạp. Hệ phương trình sử dụng trong mô hình thủy lực là hệ phương trình Saint - Venant, viết dưới dạng thực hành cho bài toán không gian một chiều, tức quy luật biến đổi của độ cao mặt nước và lưu lượng dòng chảy dọc theo chiều dài dòng sông/kênh và theo thời gian [12].

Yêu cầu số liệu của mô hình tính toán đánh giá vận chuyển bùn cát trong sông gồm có mạng sông, tài liệu địa hình lòng dẫn, điều kiện thủy văn, thủy lực và quá trình bùn cát tại vị trí giới hạn khu vực nghiên cứu. Các kết quả đầu ra của mô hình cho phép xác định được các đường quá trình ($Q \sim t$) ($H \sim t$) ($\rho \sim t$) tại bất cứ vị trí nào trên mạng lưới sông, quá trình diễn biến hình dạng lòng dẫn. Ngoài ra mô hình còn có thể cho ra một số kết quả khác như lưu tốc dòng chảy, quan hệ $Q \sim H, \dots$

3.2. Dữ liệu sử dụng

3.2.1. Tài liệu địa hình

Tài liệu địa hình được sử dụng trong tính toán cho mô hình 1 chiều MIKE

11 là tài liệu mặt cắt thực đo năm 2014 do Tổng Cục phòng chống thiên tai, Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn trong nhiệm vụ điều tra khảo sát đề điều hàng năm [11]. Bộ tài liệu bao gồm 78 mặt cắt của sông Hồng và sông Đuống thuộc hệ thống sông Hồng - Thái Bình đã được nhiều cơ quan khoa học sử dụng như bộ tài liệu chuẩn cho mô phỏng thủy động lực.

3.2.2. Tài liệu thủy văn, bùn cát

Nghiên cứu sử dụng các số liệu thủy văn, bùn cát tại các trạm thủy văn Sơn Tây, Hà Nội, Hưng Yên và Thượng Cát làm dữ liệu biên đầu vào và hiệu chỉnh, kiểm định mô hình. Chi tiết thể hiện trong Bảng 1 dưới đây.

Bảng 1. Dữ liệu sử dụng thiết lập mô hình MIKE 11 ST

STT	Trạm	Sông	Thời đoạn	Yếu tố	Mục đích
1	Sơn Tây	Hồng	2005 - 2015	Q, ρ	Biên trên
2	Hà Nội	Hồng	2005 - 2015	Q, H, ρ	Biên kiểm tra (Hiệu chỉnh và kiểm định thủy lực và bùn cát)
3	Hưng Yên	Hồng	2005 - 2015	H	Biên dưới
4	Thượng Cát	Đuống	2005 - 2015	H, ρ	Biên dưới

Dựa vào chuỗi số liệu thu thập, nghiên cứu sử dụng dữ liệu thời kỳ 2005 đến 2008 để hiệu chỉnh mô hình; thời kỳ 2009 đến 2010 để kiểm định mô hình và thời kỳ còn lại 5 năm từ 2011 đến 2015 để mô phỏng đánh giá quá trình tái tạo cát sỏi tự nhiên khu vực nghiên cứu. Do tài liệu bùn cát tại trạm Hưng Yên tương đối ít và không liên tục thường chỉ được đo đạc trong thời gian ngắn phục vụ cho các dự án nghiên cứu riêng lẻ và không có tài liệu bùn cát thực đo nên nghiên cứu sử dụng điều kiện biên bùn cát tại trạm Hưng Yên ở trạng thái tự cân bằng với khả năng tải của dòng chảy (Sediment supply).

4. Thiết lập mô hình

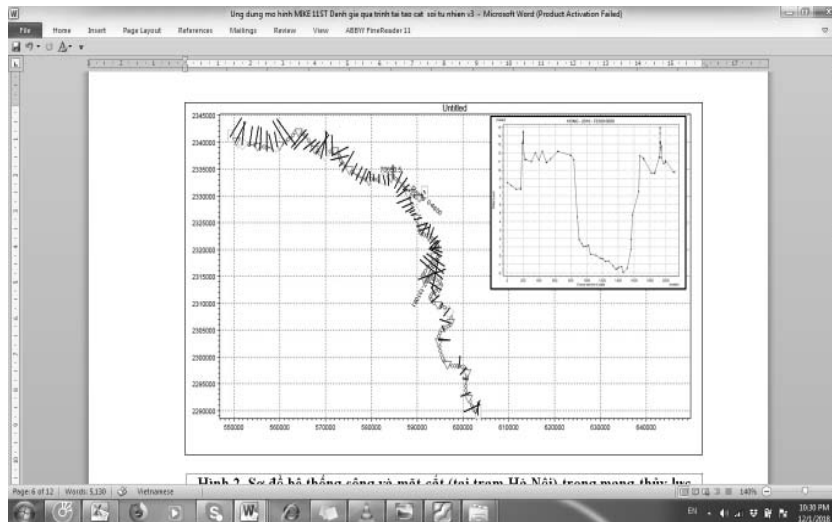
4.1. Phạm vi tính toán nghiên cứu diễn biến lòng dẫn

Phạm vi bài toán nghiên cứu diễn biến lòng dẫn thuộc phạm vi dọc sông

Hồng từ trạm thủy văn Sơn Tây đến trạm Thủy văn Hưng Yên, trên sông Đuống được giới hạn đến trạm thủy văn Thượng Cát (Hình 1).

4.2. Sơ đồ thủy lực tính toán

Việc nghiên cứu tính toán chế độ thủy lực đoạn sông Hồng có liên quan chặt chẽ đến chế độ thủy lực của toàn mạng sông Hồng - sông Thái Bình, do đó nghiên cứu tiến hành xác định vị trí biên phù hợp đảm bảo không chế được chế độ thủy lực, quá trình vận chuyển bùn cát trong hệ thống. Mạng thủy lực tính toán gồm 2 đoạn sông: Sông Hồng từ vị trí 29.500 m đến 132.400 m tương ứng với trị tại trạm thủy văn Sơn Tây và Hưng Yên; phân lưu sông Đuống được giới hạn đến trạm thủy văn Thượng Cát từ vị trí 0 m đến 4.600m. Sơ đồ tính toán mạng thủy lực như Hình 2.



Hình 2: Sơ đồ hệ thống sông và mặt cắt (tại trạm Hà Nội) trong mạng thủy lực MIKE 11 ST

4.3. Xác định điều kiện biên và thông số của mô hình

4.3.1. Điều kiện biên

Biên trên của mô hình là lưu lượng ngày tại trạm thủy văn Sơn Tây và biên dưới là giá trị mực nước tại trạm thủy văn Hưng Yên trên sông Hồng và trạm thủy văn Thượng Cát trên sông Đuống. Tại mỗi vị trí biên lưu lượng kèm theo giá trị biên bùn cát lơ lửng. Các vị trí trạm Sơn Tây và Thượng Cát sử dụng bùn cát lơ lửng đo đạc trong thời kỳ tính toán. Tài liệu bùn cát tại trạm Hưng Yên tương đối ít và không liên tục thường chỉ được đo đạc trong thời gian ngắn phục vụ cho các dự án nghiên cứu riêng lẻ và không có tài liệu bùn cát thực đo nên nghiên cứu sử dụng điều kiện biên bùn cát tại trạm Hưng Yên ở trạng thái tự cân bằng với khả năng tải của dòng chảy (Sediment supply).

4.3.2. Thông số của mô hình

a) Thông số thủy lực

Đối với mô hình thủy lực, hệ số nhám là thông số quan trọng có ảnh hưởng lớn nhất đến kết quả diễn toán thủy lực. Điều này đã được chỉ ra trong các kết quả nghiên cứu của một số tác giả, trong đó tác giả [1] đã ứng dụng mô hình MIKE

11 ST mô phỏng vận chuyển bùn cát cho đoạn sông Hồng với các thông số nhám xác định trong khoảng từ 0,042 đến 0,045 cho toàn mặt cắt, hay tác giả [3] đã ứng dụng mô hình MIKE 21 C nghiên cứu dự báo xói lở, bồi lắng lòng dẫn cho đoạn sông Hồng từ Sơn Tây đến Liên Trì với hệ số nhám Manning (n) được phân ra làm hai khu vực chính, giá trị $n = 0,025$ không đổi cho phần lòng sông, giá trị $n = 0,045$ không đổi cho phần bãi sông.

b) Thông số bùn cát

Đường kính hạt d_{50} : Đường kính hạt trung bình khai báo trong mô hình sẽ được xác định thông qua trình hiệu chỉnh và kiểm định mô hình. Theo như kết quả đánh giá đặc tính bùn cát tại các trạm thủy văn quan trắc bùn cát trong nhiều năm và đường kính bùn cát trung bình cho toàn bộ mạng lưới d_{50} là 0,23 mm [3].

Nghiên cứu sử dụng cách tính toán tổng lượng vận chuyển bùn cát theo phương pháp Engelund - Hansen [2], đây là công thức đã được kiểm chứng là phù hợp để mô phỏng quá trình vận chuyển bùn cát cho đoạn sông nghiên cứu [1].

Ngoài ra còn có các thông số khác liên quan đến gió, cồn cát, bãi giữa,...

5. Kết quả và thảo luận

5.1. Hiệu chỉnh kiểm định

Trong quá trình hiệu chỉnh, kiểm định mô hình, việc lựa chọn các chỉ số và tiêu chí đánh giá là rất quan trọng. Tác giả [8] đã tổng hợp được các chỉ số và tiêu chí để xác định mức độ phù hợp cho các mô hình như chỉ số hiệu quả NASH, phần trăm sai số (PBIAS), Sai số quân phương (RMSE). Nhìn chung, các kết quả được cho là đạt khi $NASH > 0,50$ và PBIAS trong khoảng 25 % đối với dòng chảy và 55 % đối với bùn cát đối với bước thời gian mô phỏng theo thời đoạn tháng.

Trong quá trình hiệu chỉnh, kiểm định mô hình bùn cát, ngoài tài liệu về vận chuyển bùn cát thì cần phải có tài liệu về địa hình lòng sông tại thời điểm trước và sau thời đoạn tính toán để so sánh với kết quả chạy

mô hình, nếu địa hình đo đạc và địa hình trong tính toán phù hợp thì quá trình mô phỏng mới chính xác. Tuy nhiên, do hạn chế về tài liệu thu thập, nghiên cứu không đánh giá kết quả theo tiêu chí này và lựa chọn một số tiêu chí đánh giá mức độ phù hợp của yếu tố vận chuyển bùn cát trong mô hình MIKE 11 ST, PBIAS, cân bằng tổng lượng bùn cát. Cân bằng tổng lượng bùn cát ($W = R \times \Delta t$). Ngoài ra, mức độ đánh giá sai số còn phụ thuộc vào trường hợp mô phỏng (sự kiện hay liên tục), chất lượng và số lượng dữ liệu thực đo, bước thời gian tính toán.

Mục đích của hiệu chỉnh và kiểm định thông số của mô hình là tìm ra bộ thông số (thủy lực và bùn cát) phù hợp cho đoạn sông nghiên cứu. Nghiên cứu sử dụng phương pháp thử sai, tìm ra được thông số đặc trưng về hệ số nhám n và đường kính hạt bùn cát (d_{50}) như trong Bảng 2.

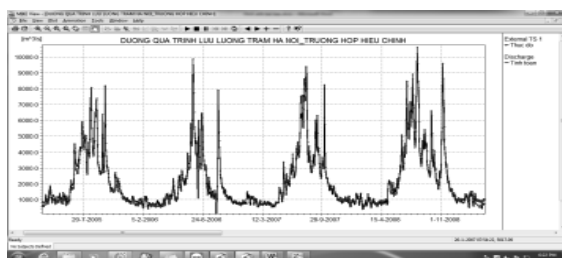
Bảng 2. Thông số thủy lực và đường kính hạt của sông Hồng và Đuống

STT	Sông	Vị trí (m)	n	D_{50} (mm)	STT	Sông	Vị trí (m)	n	D_{50} (mm)
1	Đuống	400	0,047	0,22	13	Hồng	73.600	0,035	0,26
2	Đuống	3.000	0,047	0,22	14	Hồng	78.500	0,035	0,26
3	Đuống	5.600	0,047	0,22	15	Hồng	83.400	0,035	0,26
4	Hồng	29.500	0,04	0,28	16	Hồng	88.300	0,034	0,26
5	Hồng	34.400	0,037	0,28	17	Hồng	93.200	0,034	0,26
6	Hồng	39.300	0,035	0,28	18	Hồng	98.100	0,034	0,26
7	Hồng	44.200	0,035	0,27	19	Hồng	103.000	0,034	0,25
8	Hồng	49.100	0,035	0,27	20	Hồng	107.900	0,034	0,25
9	Hồng	54.000	0,035	0,27	21	Hồng	112.800	0,034	0,25
10	Hồng	58.900	0,035	0,27	22	Hồng	117.700	0,034	0,25
11	Hồng	63.800	0,035	0,27	23	Hồng	127.500	0,034	0,25
12	Hồng	68.700	0,035	0,27	24	Hồng	132.400	0,034	0,24

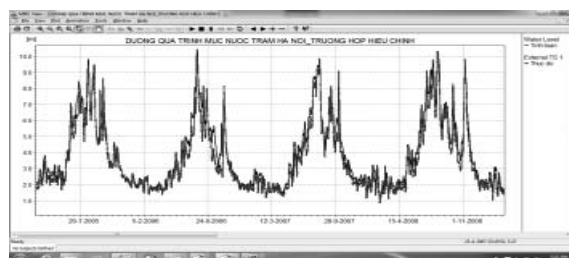
5.1.1. Hiệu chỉnh, kiểm định thủy lực

Hiệu chỉnh mô hình thủy lực với dữ liệu quan trắc thời kỳ từ năm 2005 đến 2008 bằng cách khai báo quá trình lưu lượng, mực nước tại các biên của mô hình, sau đó

tiến hành mô phỏng quá trình và trích xuất kết quả vị trí trạm kiểm tra. Kết quả đường quá trình tính toán và thực đo trong trường hợp hiệu chỉnh mô hình tại vị trí kiểm tra được thể hiện trong Hình 3 và Hình 4.



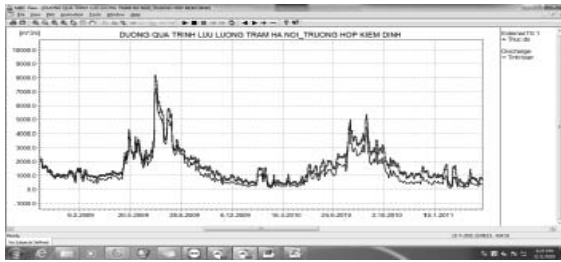
Lưu lượng



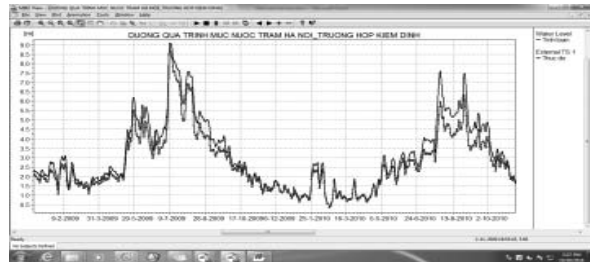
Mực nước

Hình 3: Kết quả hiệu chỉnh thủy lực tại trạm Hà Nội thời kỳ 2005 đến 2008

Nghiên cứu



Lưu lượng



Mực nước

Hình 4: Kết quả hiệu chỉnh thủy lực tại trạm Hà Nội thời kỳ 2009 đến 2010

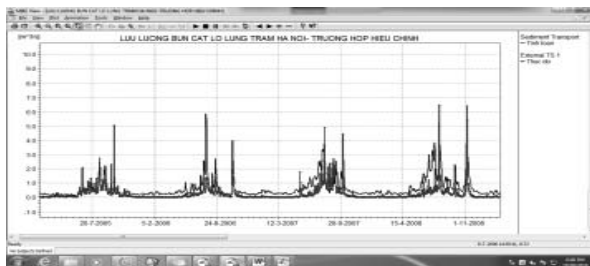
Qua kết quả tính toán, đường quá trình lưu lượng nước tính toán và thực đo tương đối phù hợp về dạng đường. Kết quả tính toán hệ số NASH đạt trên 0,86 đối với yếu tố mực nước và trên 0,75 đối với hiệu chỉnh giá trị lưu lượng.

Bảng 3. Bảng thống kê chỉ số hiệu quả mô hình thủy lực tại trạm Hà Nội

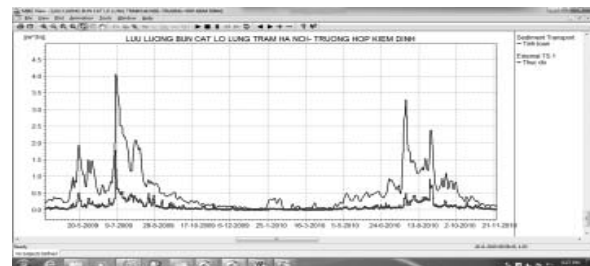
Trường hợp	Yếu tố	(PBIAS)%	NASH
Hiệu chỉnh	Mực nước (m)		0,87
	Lưu lượng (m³/s)	10%	0,76
Kiểm định	Mực nước (m)		0,83
	Lưu lượng (m³/s)	8%	0,78

5.1.2. Hiệu chỉnh, kiểm định bùn cát

Kết quả so sánh sự phù hợp giữa đường quá trình độ đục bùn cát tính toán và thực đo tại trạm Hà Nội từ năm 2005 đến năm 2008 được thể hiện trong Hình 5.



Trường hợp hiệu chỉnh



Trường hợp kiểm định

Hình 5: Đường quá trình lưu lượng bùn cát lơ lửng trạm Hà Nội từ năm 2005 đến 2010

Kết quả thể hiện trong Hình 5 cho thấy sự biến đổi lưu lượng bùn cát tính toán và thực đo với quá trình lưu lượng. Tương quan giữa lưu lượng bùn cát với lưu lượng tính toán khá phù hợp hệ số tương quan tại trạm Hà Nội cho kết quả ở mức độ tốt tương ứng $R^2 > 0,64$. Các kết quả được thể hiện trong bảng sau:

Bảng 4. Kết quả tính hệ số tương quan trong trường hợp kiểm định

TT	Trường hợp	Tổng lượng bùn cát ($10^6 m^3$)		ΔW (%)	R^2
		Thực đo	Tính toán		
1	Hiệu chỉnh	35,99	50,87	41%	0,54
2	Kiểm định	31,65	57,74	-45%	0,77

Nhận xét:

Dựa vào các chỉ tiêu đánh giá mức độ phù hợp thông số của mô hình, các thông số đã được hiệu chỉnh và kiểm định đảm bảo tính hợp lý của các thông số mô hình thủy lực, vận chuyển bùn cát. Mặc dù sai

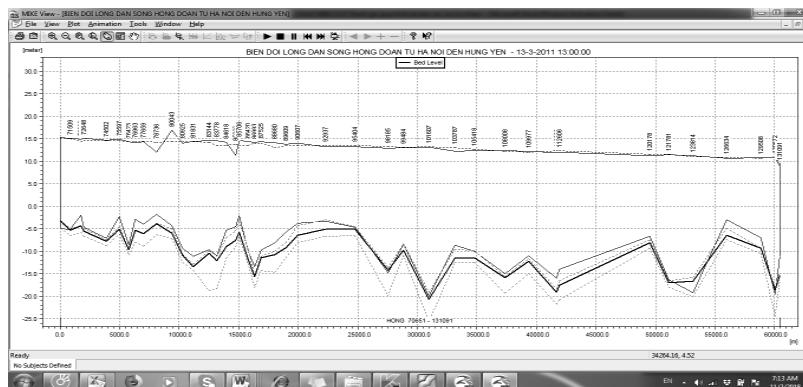
số tổng lượng bùn cát lơ lửng còn lớn. Tuy nhiên do đặc thù yếu tố vận chuyển bùn cát trong sông có tính phức tạp, quá trình đo đạc khó khăn nên kết quả tính toán trên là có thể chấp nhận được. Như vậy nghiên cứu có thể áp dụng mô đun vận

chuyển bùn cát MIKE 11 ST để phục vụ cho các nghiên cứu mô phỏng quá trình vận chuyển bùn cát trong sông.

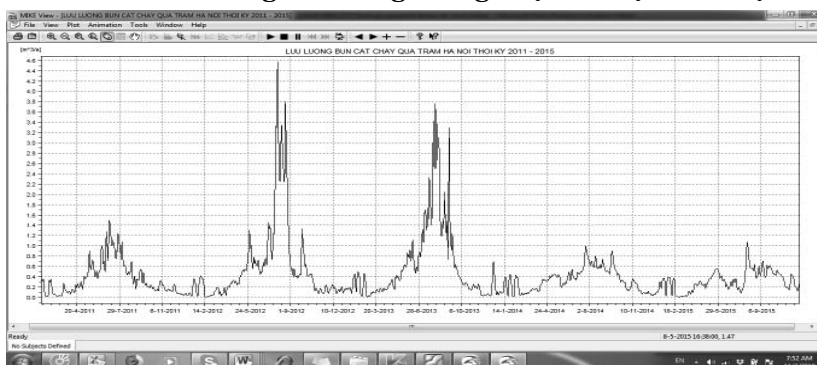
5.2. Đánh giá khả năng tái tạo cát sỏi tự nhiên

Từ việc xác định được bộ thông số cho mô đun vận chuyển bùn cát trong MIKE 11

ST cho đoạn sông Hồng, nghiên cứu tiến hành mô phỏng quá trình vận chuyển cát, sỏi cho đoạn sông Hồng thời kỳ 2011 đến 2015. Trên cơ sở đó sẽ xác định được sự biến đổi lòng dẫn và quá trình vận chuyển bùn cát tại một số vị trí dọc sông. Kết quả tính toán được thể hiện ở Hình 6 và Hình 7.



Hình 6: Quá trình biến đổi lòng dẫn sông Hồng đoạn từ trạm Hà Nội đến Hưng Yên



Hình 7: Lưu lượng bùn cát chảy qua trạm Hà Nội thời kỳ 2011 - 2015

Dựa vào kết quả Hình 12, lòng dẫn sông Hồng trong giai đoạn từ 2011 đến 2015 đã giảm cao trình đáy sông (phần sâu nhất) khoảng 0,5 m/năm. Khu vực biến đổi mạnh nhất chủ yếu là những đoạn sông cong, và có lạch sâu. Tổng lượng bùn cát chảy qua mặt cắt tại trạm thủy văn Hà Nội từ năm 2011 đến 2015 là khoảng 69,12 triệu tấn. Lượng bùn cát tổng cộng tính cả lượng bùn cát di đáy.

5.3. Thảo luận

Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định thủy lực đạt mức độ chính xác cao, với chỉ số NASH trên 0,75 và kết quả hiệu chỉnh mô hình vận chuyển bùn cát cho kết quả tương đối với hệ số tương quan giữa lưu

lượng bùn cát tính toán và thực đo $> 0,54$. Thông số ảnh hưởng chính đến quá trình thủy động lực học trong sông Hồng là hệ số nhám lòng (n) và đường kính hạt D_{50} . Kết quả tính toán vận chuyển bùn cát có phần thiên lớn, do kết quả tính toán bao gồm lưu lượng bùn cát tổng cộng gồm cả bùn cát lơ lửng và bùn cát di đáy, trong khi dữ liệu thực đo bùn cát hiện nay chỉ mới tập trung vào bùn cát lơ lửng. Việc thiết lập mô phỏng mô hình vận chuyển bùn cát chưa xem xét đề cập đến quá trình khai thác cát lòng sông. Đây cũng là một nhân tố ảnh hưởng lớn đến quá trình tái tạo cát sỏi lòng sông, cũng như ảnh hưởng đến quá trình hạ thấp lòng dẫn trong những năm gần đây.

Thêm vào đó, kết quả mô phỏng đánh giá khả năng tái tạo cát sỏi lòng sông phản ánh đúng hiện trạng tình hình hạ thấp lòng dẫn trong những năm gần đây. Kết quả tính toán cũng phản ánh được tình hình suy giảm lượng bùn cát đến tại trạm thủy văn Sơn Tây, dẫn đến hiện tượng mất cân bằng bùn cát đoạn phía hạ du, từ đó là nguyên nhân dẫn đến quá trình bồi xói lòng dẫn hàng năm.

6. Kết luận

Mô hình toán mô phỏng quá trình vận chuyển bùn cát là một cách tiếp cận mới trong quá trình nghiên cứu đánh giá khả năng tái tạo cát sỏi lòng sông phục vụ cho việc cấp phép, đánh giá trữ lượng cát sỏi ở trong sông. Nghiên cứu đã áp dụng mô hình MIKE 11 ST mô phỏng, đánh giá quá trình tái tạo cát tự nhiên khu vực sông Hồng. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình thủy lực và bùn cát đảm bảo mức độ tin cậy phục vụ cho việc nghiên cứu quá trình vận chuyển bùn cát. Vào thời đoạn nghiên cứu, lòng dẫn có xu thế hạ thấp khoảng 0,5 m/năm ở những vị trí sâu nhất, các đoạn xói sâu thường xảy ra ở những khu vực đoạn sông cong và lạch sâu. Kết quả tính toán mới thể hiện được lượng bùn cát chảy qua mặt cắt ngang sông và quá trình biến đổi đáy sông. Vì vậy, cần có những nghiên cứu tiếp theo để đánh giá mối quan hệ giữa lượng bùn cát lơ lửng và lượng cát và sỏi vận chuyển dưới đáy sông. Ngoài ra, các nghiên cứu tiếp theo cũng cần có những đánh giá ảnh hưởng của việc khai thác cát đến khả năng tái tạo cát sỏi lòng sông.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Hồ Việt Cường, Nguyễn Thị Ngọc Nhân, Trần Thành Trung (2013). *Kiểm nghiệm và đánh giá sự phù hợp của các công thức tính toán vận chuyển bùn cát trong mô hình MIKE 11 ST đối với sông Hồng*. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy lợi, số 14.

[2]. Engelund, F. & Hansen, E., (1967). *A Monograph on Sediment Transport in Alluvial Streams*. Teknisk Forlag, Copenhagen, Denmark.

[3]. Lương Phương Hậu (2009). *Đề tài cấp Nhà nước: Nghiên cứu dự báo xói lở, bồi lắng lòng dẫn và đề xuất các biện pháp phòng chống cho hệ thống sông đồng bằng Bắc Bộ*. Mã số KC-08-11, Bộ Khoa học công nghệ.

[4]. Vũ Thị Hương (2017). *Nghiên cứu diễn biến lòng dẫn sông Hồng đoạn qua thành phố Hà Nội dưới tác động của việc xây dựng đập dâng*. Luận văn Thạc sĩ Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội.

[5]. Lê Mạnh Hùng (2013). *Nghiên cứu ảnh hưởng hoạt động khai thác cát đến thay đổi lòng dẫn sông Cửu Long (Sông Tiền, Sông Hậu) và đề xuất giải pháp quản lý, quy hoạch khai thác hợp lý* (đề tài cấp Nhà nước).

[6]. Phạm Thị Hương Lan (2012). *Nghiên cứu giải pháp ổn định cửa vào và lòng dẫn sông Đáy đảm bảo yêu cầu lấy nước mùa cạn và thoát lũ*. Đề tài cấp Bộ.

[7]. Trần Đức Thanh, Vũ Duy Bình, Yoshiki Saito, Đỗ Đình Chiến, Trần Anh Tú (2008). *Bước đầu đánh giá ảnh hưởng của đập Hòa Bình đến môi trường trầm tích vùng ven bờ châu thổ sông Hồng*. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Biển. Số 200. Tr 01 - 17.

[8]. Moriasi, D.N., Arnold, J.G., Van Liew, M.W., Bingner, R. L., Harmel, R. D., Veith T. L., (2007). *Model Evaluation Guidelines for Systematic Quantification of Accuracy in Watershed Simulations*. Transactions of the ASABE, 50 (3), pp. 885 - 900. <http://dx.doi.org/10.13031/2013.23153>.

[9]. Marius Dan Gavriltea (2017). *Environmental Impacts of Sand Exploitation Analysis of Sand Market*. Sustainability 2017, 9, 1118; doi:10.3390/su9071118.

[10]. Trung tâm dự báo khí tượng thủy văn Quốc gia. *Dữ liệu thủy văn từ năm 2005 - 2015*.

[11]. Tổng cục phòng chống thiên Tai, Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn (2014). *Tài liệu mặt cắt ngang sông Hồng*.

[12]. DHI (2012). *MIKE 11 Sand Transport module*. Scientific documentation.

[13]. William W. Emmett, Myron L. Samlley, A. Mainard Wacker (1994). *Annual replenishment of bed material by sediment transport in the Wind river near Riverton*. Wyoming. U.S Geological Survey.

BBT nhận bài: 08/11/2018; Phản
biện xong: 28/11/2018