



Đánh giá tác động của nạo vét đến diễn biến hình thái và bồi xói đoạn sông Gianh khu vực cảng thủy nội địa Mai Thanh bằng mô hình MIKE 21 FM

Vũ Lê Dũng¹, Nguyễn Tiến Quang^{1*}, Nguyễn Văn Khánh², Võ Thị Thu Thủy³

¹Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

²Viện Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

³Đài Khí tượng Thủy văn Trung Bộ

*Email tác giả liên hệ: ntquang@hunre.edu.vn

<https://doi.org/10.5281/zenodo.18787833>

Tóm tắt:

Nghiên cứu đánh giá tác động của hoạt động nạo vét đến chế độ thủy lực và diễn biến hình thái–bồi xói tại đoạn sông Gianh khu vực cảng thủy nội địa Mai Thanh bằng bộ mô hình MIKE. Chuỗi mô hình được thiết lập theo hướng liên kết: MIKE NAM (mưa–dòng chảy) để ước lượng dòng vào lưu vực, MIKE 11 HD (thủy lực 1D) để diễn toán và làm điều kiện biên cho MIKE 21 FM (HD+ST) mô phỏng 2D thủy động lực và vận chuyển bùn cát. Bộ tham số được hiệu chỉnh/kiểm định trên các trận lũ tiêu biểu (2013, 2016) cho thấy độ phù hợp cao (Nash–Sutcliffe $\approx 94\text{--}96\%$; sai số tuyệt đối trung bình $\approx 0,34\text{--}0,45$ m), bảo đảm độ tin cậy cho mô phỏng kịch bản. Với điều kiện bất lợi mùa lũ 9–11/2016, so sánh hiện trạng “trước nạo vét” và “sau nạo vét” cho thấy: (i) vận tốc trung bình tăng nhẹ sau nạo vét ($\sim 0,6$ cm/s), (ii) mực nước đỉnh lũ giảm khoảng 0,15 m, (iii) lưu lượng đơn vị tại cửa ra tăng (ví dụ thời điểm đỉnh lũ 15/10: 39,58 lên 42,97 m³/s/m), và (iv) hình thái lòng dẫn biến đổi cục bộ, khu vực nạo vét có xu hướng bồi lấp nhanh sau mùa lũ, độ thay đổi đáy có nơi đạt ~ 2 m. Kết quả hàm ý nạo vét có thể cải thiện khả năng tiêu thoát, song đi kèm rủi ro xói–bồi cục bộ, cần tuân thủ phạm vi/kỹ thuật thi công và cần quan trắc hàng năm về diễn biến lòng dẫn để có thể có giải pháp bảo vệ chống sạt lở bờ, gây mất ổn định lòng dẫn.

Từ khóa: MIKE 21 FM, bồi xói, diễn biến hình thái

Ngày nhận bài: 22/10/2025 Ngày sửa lại: 11/11/2025 Ngày chấp nhận đăng: 12/11/2025 Ngày xuất bản: 28/02/2026

Assessing dredging impacts on channel morphodynamics and erosion–deposition in the Mai Thanh Inland Port reach of the Gianh River using the MIKE 21 FM model

Vu Le Dung¹, Nguyen Tien Quang^{1*}, Nguyen Van Khanh², Vo Thi Thu Thuy³

¹Hanoi University of Natural Resources and Environment

²Vietnam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate Change

³Central regional hydrometeorological center

Corresponding Author Email: ntquang@hunre.edu.vn

Abstract:

This study evaluates the impact of dredging on the hydraulic regime and channel morphodynamics—erosion and deposition—along the Gianh River reach near the Mai Thanh inland port using the MIKE modeling suite. A linked modeling chain was established: MIKE NAM (rainfall–runoff) to estimate catchment inflows, MIKE 11 HD (1D hydraulics) for routing and for providing boundary conditions to MIKE 21 FM (HD+ST) for 2D hydrodynamic and sediment-transport simulations. Model parameters were calibrated and validated against representative flood events (2013, 2016), showing high agreement (Nash–Sutcliffe $\approx 94\text{--}96\%$; mean absolute water-level error $\approx 0.34\text{--}0.45$ m), ensuring confidence in scenario simulations. Under adverse flood-season conditions (September–November 2016), comparison of “pre-dredging” and “post-dredging” scenarios shows: (i) a slight increase in mean velocity (~ 0.6 cm/s), (ii) a reduction in peak flood water level of about 0.15 m, (iii) an increase in unit discharge at the outlet (e.g., at the 15 October flood peak: from 39.58 to 42.97 m³/s/m), and (iv) localized channel-bed changes, with the dredged area tending to infill rapidly after the flood season and maximum bed variations reaching ~ 2 m. The

results imply that dredging can enhance conveyance capacity but entails localized erosion–deposition risks; adherence to approved dredging extents and techniques, together with annual monitoring of channel evolution, is necessary to inform protective measures against bank erosion and to maintain channel stability.

Keywords: MIKE 21 FM, erosion–deposition, morphodynamics

Submission received: 22/10/2025

Revised: 11/11/2025

Accepted: 12/11/2025

Published: 28/02/2026

1. Giới thiệu

Trong bối cảnh Việt Nam, nhu cầu nạo vét tại các cảng/luồng là rất lớn—ước khoảng 75 triệu m³/năm đối với hệ thống cảng biển—kéo theo yêu cầu đánh giá tác động hình thái và lựa chọn vị trí, kích bản đồ thải một cách khoa học nhằm giảm rủi ro môi trường. Các nghiên cứu gần đây đã mô phỏng phát tán – lắng đọng vật liệu nạo vét ngoài khơi miền Trung bằng MIKE 21, qua đó nhấn mạnh tính cấp thiết của đánh giá định lượng trước khi thi công [1].

Trong số các công cụ mô hình, MIKE 21 FM (Flexible Mesh) được sử dụng rộng rãi để mô phỏng liên hợp thủy động lực (HD), sóng (SW), vận chuyển bùn cát (ST/MT) và tiến hóa hình thái trên lưới không cấu trúc, cho phép tinh chỉnh cục bộ vùng công trình nạo vét trong khi vẫn duy trì phạm vi tính toán mở rộng. Tài liệu kỹ thuật của DHI nêu rõ HD giải bài toán Navier–Stokes trung bình theo phương thẳng đứng, còn ST/MT tính tải bùn cát (cát/ phù sa) và tốc độ thay đổi đáy, cho phép phản hồi hình thái và chạy ở chế độ coupled với sóng–dòng chảy; đặc biệt, ST hỗ trợ Bed Level Sources để mô phỏng trực tiếp hành động nạo vét/bổ sung và duy trì cao độ thiết kế của dòng chảy [2]. Thực tiễn ứng dụng cho thấy MIKE 21 FM tái hiện tốt biến đổi hình thái ở cửa sông – ven biển và sông chịu tác động công trình. Nghiên cứu gần đây tổng quan rằng MIKE 21 FM đã được dùng rộng rãi và cho “đầu ra thực tế” đối với biến đổi hình thái ven bờ khi ghép HD–SW–ST, khẳng định nền tảng quy trình của tiếp cận mô hình [3]. Ở Việt Nam, MIKE 21 FM (HD+ST) đã được áp dụng để đánh giá khả năng tái tạo cát sỏi tại đoạn sông Hồng (Phúc Thọ, Hà Nội) phục vụ quản lý khai thác hợp lý; bên cạnh đó, MIKE21HD/FM cũng được dùng trong các nghiên cứu quy hoạch khai thác – nạo vét và phân tích biến động thủy lực ở những lưu vực chịu khai thác vật liệu lòng sông [4]. MIKE 21 FM thường được dùng trong đánh giá bồi–xói và lập kịch bản khai thác cát tại các lưu vực, ví dụ tài liệu hướng dẫn/đề cương mô phỏng quá trình lan truyền bùn cát khi khai thác mỏ cát trên sông Ea Krông Nô [5]. Nghiên cứu dùng MIKE 21 tính lưu lượng vận chuyển dọc bờ, phục vụ phân tích nguyên nhân bồi–xói đường bờ [6]. Nhìn chung, kết quả mô phỏng của mô hình MIKE 21 FM là công cụ tin cậy khi mô phỏng, tính toán các quá trình thủy, động lực, diễn biến lòng dẫn và vận chuyển bùn cát, bồi–xói trên các sông, cửa biển.

Chính vì vậy, trong nghiên cứu này, chúng tôi lựa chọn sử dụng mô hình MIKE 21 Flow Model FM để tính toán sự thay đổi chế độ thủy lực, diễn biến hình thái sông, bồi xói trên đoạn sông nghiên cứu bởi tính chính xác và hiệu suất cao của

chúng. Mô hình MIKE21 Flow Model FM được xây dựng và kết hợp các kỹ thuật mô phỏng mới với cách tiếp cận lưới phi cấu trúc. Kỹ thuật này đã và đang được phát triển cho các ứng dụng liên quan đến môi trường cửa sông, khu vực ven biển đại dương và tràn lũ trong đất liền. Do điều kiện dữ liệu khu vực nghiên cứu khá thưa thớt, dữ liệu đầu vào cho mô hình MIKE 21 FM ngoài dữ liệu về bùn cát thì dữ liệu đầu vào các biên, biên trên là lưu lượng, biên dưới là mực nước cùng thời kỳ. Vì vậy để đánh giá được khả năng bồi xói, diễn biến lòng dẫn, các mô hình sẽ được sử dụng trong nghiên cứu đánh giá bao gồm: Mô hình mưa rào – dòng chảy MIKE NAM; Mô hình thủy lực MIKE 11; Mô hình MIKE 21 FM.

Mục tiêu của việc tính toán mô phỏng vận chuyển bùn cát bằng mô hình MIKE 21 FM là nhằm đánh giá tác động của việc nạo vét khu vực cảng thủy nội địa Mai Thanh trên phương diện thủy động lực và hình thái lòng dẫn ứng với các kịch bản trước và sau khai thác.

2. Cơ sở dữ liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Khu vực nghiên cứu

Khu vực nghiên cứu là khu vực cảng thủy nội địa Mai Thanh – Quảng Trị, thuộc địa phận xã Tuyên Hóa, tỉnh Quảng Trị, có ranh giới được xác định như sau:

- Phía Bắc giáp Sông Gianh;
- Phía Nam giáp đất lâm nghiệp và núi đá;
- Phía Đông giáp núi đá;
- Phía Tây giáp đất nông nghiệp và đường giao thông.



Hình 1. Vị trí và hình ảnh đoạn sông khu vực nghiên cứu

Sông Gianh bắt nguồn từ Phancobi có toạ độ $17^{\circ}49'20''$ vĩ độ Bắc và $105^{\circ}41'30''$ độ kinh đông với độ cao 1350m. Sông có chiều dài 158km, chiều rộng bình quân lưu vực 38,8km, chiều dài lưu vực 121 km, lưu vực sông rộng 4.680km^2 . Mật độ sông suối trong lưu vực là $1,04\text{km}/\text{km}^2$. Lòng sông không đồng đều, thượng nguồn hẹp, càng về xuôi càng rộng. Phần thượng nguồn do dòng sông có nhiều đoạn uốn khúc nên có bờ lở, bờ lởm; phần hạ lưu có những cồn nổi ở giữa dòng

sông. Lưu vực sông Gianh có khí hậu nhiệt đới gió mùa và được chia làm hai mùa rõ rệt; mùa mưa và mùa ít mưa. Mùa lũ trên hệ thống sông Gianh gồm 4 tháng VIII, IX, X và XI.

2.2. Dữ liệu nghiên cứu

Đối với mô hình MIKE 21 FM thì việc tạo ra một lưới thích hợp là cần thiết để nhận được các kết quả tin cậy từ mô hình. Dựa trên các tài liệu địa hình, địa chất, tài liệu về lưu lượng, mực nước, nồng độ bùn cát của đoạn sông để xây dựng mô hình xác định các thông số mô phỏng cơ bản:

+ Bản đồ địa hình từ nguồn khảo sát địa hình năm 2020 của Công ty TNHH Tài nguyên và Môi trường RET

+ Tài liệu thủy văn gồm: mực nước lưu lượng, nồng độ bùn cát tại các biên;

+ Tài liệu liên quan đến đặc tính bùn cát lơ lửng, bùn cát đáy khu vực mở như kích thước hạt, tỷ lệ bùn cát, độ rỗng, trọng lượng riêng;

+ Tài liệu mặt cắt lưu vực sông

Cụ thể tài liệu để chạy mô hình MIKE NAM, MIKE 11HD, MIKE 21 FM như sau:

- Tài liệu khí tượng thủy văn: Được thu thập từ Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Trung Trung Bộ

+ Dữ liệu mưa, bốc hơi các trạm khí tượng thủy văn trên lưu vực như Tuyên Hóa, Ba Đồn, Hoàng Sơn, Đồng Tâm, Mai Hóa, Tân Lâm, Phong Nha,...

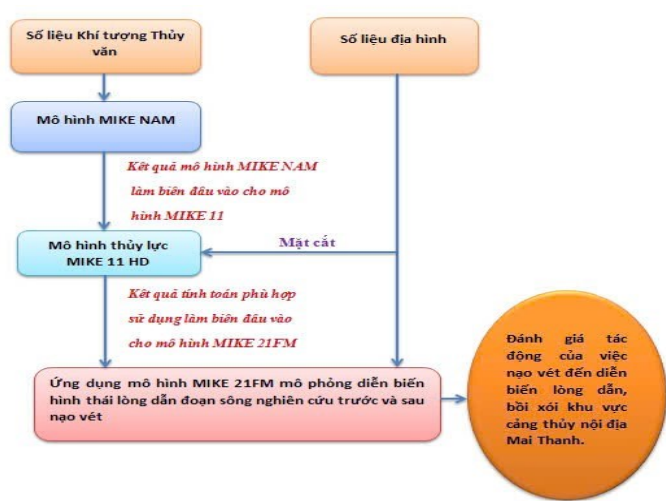
+ Dữ liệu mực nước, lưu lượng các trạm trên lưu vực như trạm Đồng Tâm, Mai Hóa, Tân Lâm, Tân Mỹ...

- Tài liệu mặt cắt lưu vực sông Gianh: Được thu thập từ Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Trung Trung Bộ

- Tài liệu bùn cát: Căn cứ vào kết quả “Thăm dò khoáng sản cát, sỏi làm vật liệu xây dựng thông thường tại khu vực thôn Lạc Sơn, xã Châu Hóa, huyện Tuyên Hóa, tỉnh Quảng Bình”, đây là khu vực phía trên của Dự án cảng thủy nội địa Mai Thanh, có thể làm cơ sở xác định dữ liệu bùn cát đưa vào mô hình MIKE 21 FM.

2.3. Phương pháp nghiên cứu

MIKE 21FM là một phần mềm kỹ thuật chuyên dụng do Viện Thủy lực Đan Mạch (DHI) xây dựng và phát triển, đã được ứng dụng khá nhiều để nghiên cứu động lực và diễn biến bồi xói lòng sông, trong đó mô hình MIKE 11 thường sử dụng để tính toán sơ bộ và lấy kết quả làm điều kiện biên cho mô hình MIKE 21 FM (HD+ST). Kết quả của mô hình MIKE NAM, MIKE 11 HD sẽ làm biên đầu vào cho mô hình MIKE 21 FM để mô phỏng diễn biến lòng dẫn sông qua các kịch bản trước và sau khi nạo vét.

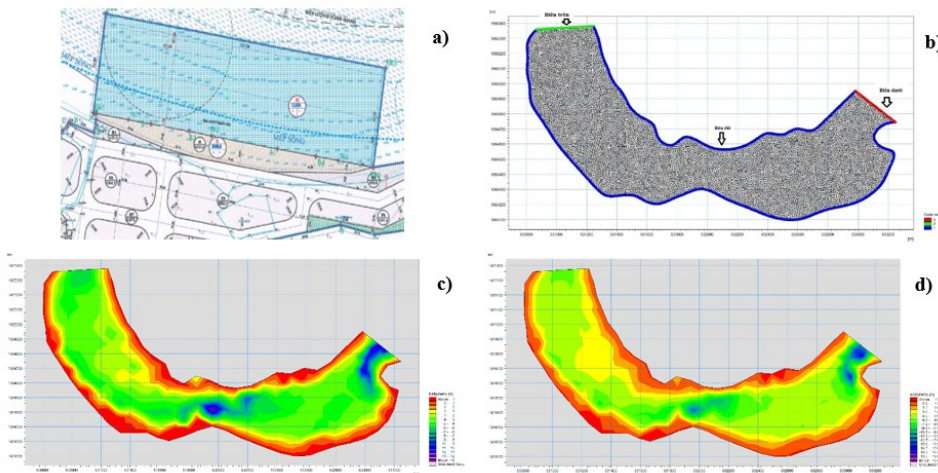


Hình 2. Sơ đồ nghiên cứu

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Thiết lập mô hình

3.1.1. Xây dựng miền tính, lưới tính



Hình 3. a) Phạm vi nạo vét của dự án; b) Lưới tính toán được thiết lập; c) Địa hình khu vực tính toán trước nạo vét; d) Địa hình khu vực tính toán sau nạo vét

Tiến hành thiết lập lưới mô hình số 2D khu vực cảng thủy nội địa Mai Thanh trong MIKE Zero được lưu dưới dạng file Mesh Generator (.mdf). Chọn hệ quy chiếu WGS_1984_UTM_Zone_48N. Xác định giới hạn vùng tính toán là khu vực trước và sau khu vực cảng thủy nội địa Mai Thanh: Biên cứng xác định phạm vi phần bãi sông và phần lòng sông; Biên vào, biên ra của mô hình. Lưới tam giác được xây dựng chi tiết cho khu vực nghiên cứu đánh giá với chiều dài mắt lưới là 10m, lưới tính toán đủ mịn.

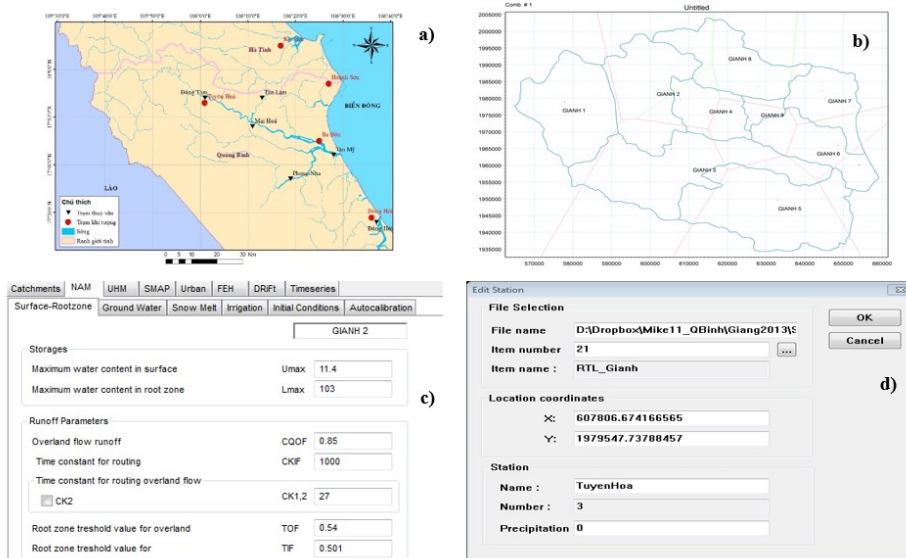
Lưới phi cấu trúc 2 chiều khu vực cảng nội địa Mai Thanh và vùng phụ cận sẽ dùng để tính toán xác định địa hình của vùng nghiên cứu. Căn cứ vào vị trí, khối

lượng nạo vét, từ đó xác định hình thay đổi như thế nào để tạo lưới và địa hình trước và sau khi có hoạt động nạo vét.

3.1.2. Thiết lập các điều kiện biên

Để có dữ liệu đầu vào cho mô hình MIKE 21 FM, cần dự báo lưu lượng sinh ra trên lưu vực do mưa sinh ra bằng cách sử dụng mô hình mưa rào dòng chảy MIKE-NAM. Sau khi tính toán được lượng nước sinh ra trên lưu vực, quá trình dòng chảy sẽ được mô phỏng bằng mô hình thủy lực MIKE 11 HD diễn toán xuống đến hạ lưu. Việc hiệu chỉnh kiểm định sẽ được thực hiện đồng thời cho cả 02 mô hình MIKE-NAM và mô hình MIKE 11 HD.

a. Mô hình MIKE NAM



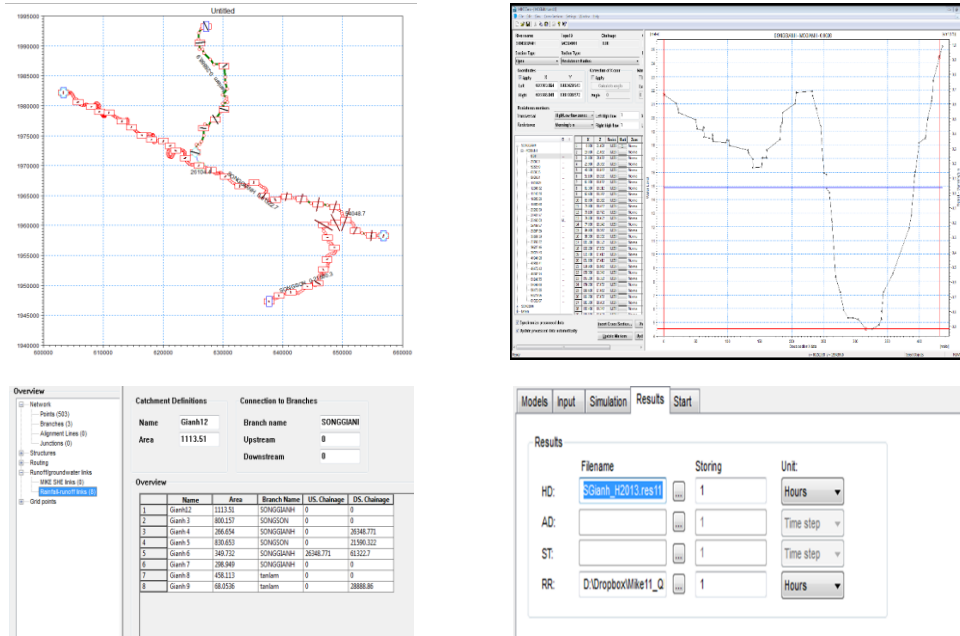
Hình 4. a) Mạng lưới trạm KTTV lưu vực sông Gianh; b) Phân bố tỷ trọng mưa các trạm trên lưu vực sông Gianh; c) Bộ thông số mô hình MIKE NAM; d) Thiết lập dữ liệu mưa đầu vào tại các trạm đo mưa

Lưu vực sông Gianh gồm 02 trạm khí tượng và 05 trạm thủy văn và các điểm đo mưa có quan trắc số liệu mưa. Để mô phỏng quá trình mưa rào dòng chảy bằng mô hình MIKE-NAM cần thực hiện các bước sau: Tạo lưu vực sông, khai báo các thông số lưu vực: Tên lưu vực, diện tích, vị trí và tên các trạm mưa, vị trí mặt cắt cửa ra, khai báo đường dẫn tới File số liệu mưa, bốc hơi. Thiết lập thông số mô hình. Nhập số liệu đầu vào cho mô hình MIKE-NAM.

Sau khi thiết lập xong mô hình mưa rào dòng chảy, mô hình sẽ tự tính toán các trọng số bằng phương pháp Thiessen cho từng tiểu lưu vực và tính giá trị lượng mưa tại từng tiểu lưu vực. để mô phỏng cho toàn lưu vực sông Gianh, mô hình mưa rào dòng chảy sẽ được sử dụng làm biên đầu vào cho mô hình thủy lực MIKE 11 HD.

b) Mô hình MIKE 11 HD

Để thiết lập mô hình thủy lực MIKE 11 HD, cần các số liệu sau: Số liệu mặt cắt ngang sông, vị trí từng mặt cắt ngang; Số liệu lưu lượng mực nước biên trên và biên dưới. Ở đây sử dụng mô hình mưa rào dòng chảy để tính toán biên trên cho hệ thống và sử dụng số liệu mực nước thực đo tại trạm Tân Mỹ; Bộ thông số mô hình MIKE 11 HD. Sau khi có đủ các số liệu như trên, thiết lập mô hình MIKE 11 HD.



Hình 5. Thiết lập mô hình MIKE 11 HD. a) Sơ đồ hệ thống thủy lực mô hình MIKE 11 HD; b) Nhập mặt cắt cho hệ thống sông Gianh; c) Kết nối MIKE NAM với MIKE 11 HD; d) Lựa chọn vị trí lưu kết quả mô hình

c) Hiệu chỉnh, kiểm định bộ thông số thủy văn thủy lực

Do quá trình mưa rào dòng chảy và quá trình chảy truyền trong lưu vực là liên tục và quan hệ mật thiết với nhau, nên việc hiệu chỉnh kiểm định đồng thời bộ thông số mô hình mưa rào dòng chảy MIKE-NAM và mô hình thủy lực MIKE 11 HD là cần thiết. Thời gian các trận lũ để hiệu chỉnh bộ thông số mô hình gồm: Trận lũ từ ngày 30/09 đến ngày 05/10/2013; Trận lũ từ ngày 15/10 đến ngày 21/10/2013. Thời gian các trận lũ để kiểm định bộ thông số mô hình gồm: Trận lũ từ ngày 13/10 đến ngày 18/10/2016. Đây là các trận lũ lớn phản ảnh được đặc điểm lũ trên lưu vực và có đầy đủ số liệu thực đo tại các trạm, phù hợp để thực hiện quá trình hiệu chỉnh kiểm định mô hình.

Sai số giữ tính toán và thực đo trong quá trình hiệu chỉnh kiểm định mô hình được đánh giá theo chỉ số Nash-Sutcliffe, bằng công thức như sau:

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (H_{tt,i} - H_{td,i})^2}{\sum_{i=1}^n (H_{td,i} - \bar{H}_{td})^2}$$

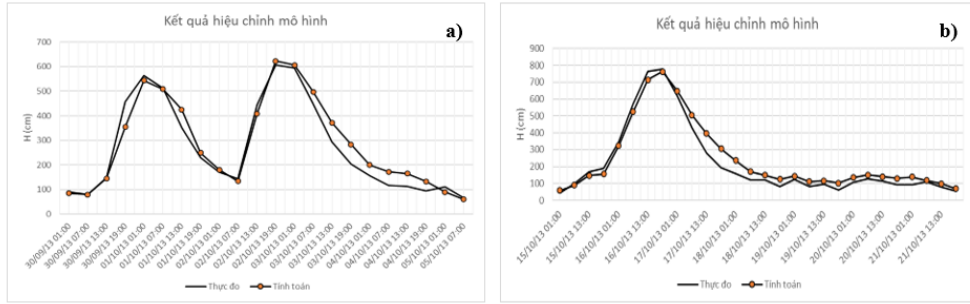
Trong đó:

$H_{tt,i}$: là mực nước tính toán tại thời điểm i

$H_{td,i}$: là mực nước thực đo tại thời điểm i

$\overline{H_{td}}$: là mực nước thực đo trung bình

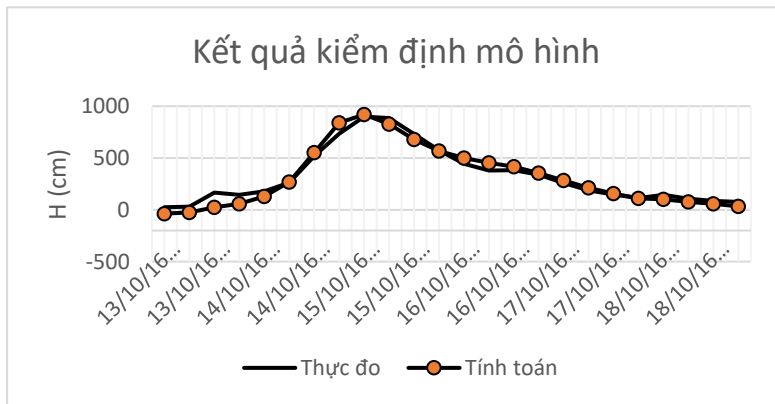
Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định bộ thông số mô hình được trình bày ở hình 6, hình 7.



Hình 6. Kết quả hiệu chỉnh bộ thông số mô hình; a) Trận lũ từ 30/09/2013 đến 05/10/2013 tại trạm Mai Hóa; b) Trận lũ từ 15/10 đến 21/10/2013 tại trạm Mai Hoá

Bảng 1: Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định bộ thông số mô hình

TT	Trận lũ hiệu chỉnh	Chỉ số NASH (%)	Sai số tuyệt đối trung bình (m)
1	30/09 đến 05/10/2013	94.1	0.34
2	15/10 đến 21/10/2013	95.1	0.38
3	13/10 đến 18/10/2016	95.5	0.45
	Trung bình	94.9	0.39



Hình 7. Kết quả kiểm định bộ thông số mô hình với trận lũ từ 13/10 đến 18/10/2016 tại trạm Mai Hoá

Kết quả hiệu chỉnh kiểm định mô hình đều trên 94 %, sai số tuyệt đối trung bình khoảng 0.39m, với kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình như trên cho thấy

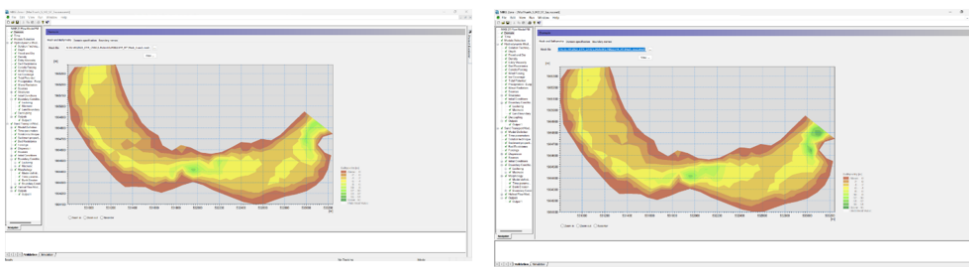
kết quả tính toán quá trình mực nước lũ khá phù hợp với số liệu thực đo. Như vậy, kết quả có thể được sử dụng để làm đầu vào cho mô hình MIKE 21 FM.

3.2. Đánh giá tác động của việc nạo vét đến diễn biến lòng dẫn, bồi xói khu vực cảng thủy nội địa Mai Thanh và vùng phụ cận

3.2.1. Thiết lập mô hình thủy lực mô phỏng

Điều kiện ban đầu là các giá trị lưu lượng và mực nước, độ đục tại thời đoạn ban đầu tại các vị trí trong miền tính toán. Mô hình MIKE 21 FM do Viện kỹ thuật Tài nguyên nước và Môi trường Đan Mạch thiết lập đã được ứng dụng khá nhiều để nghiên cứu động lực và diễn biến xói bồi lòng sông, trong đó mô hình (MIKE 11 HD + MIKE NAM) thường được sử dụng để tính toán sơ bộ và lấy kết quả làm điều kiện biên cho mô hình MIKE 21 FM. Mục tiêu của việc tính toán mô phỏng vận chuyển bùn cát bằng mô hình MIKE 21 FM là nhằm đánh giá tác động của việc nạo vét khu vực cảng thủy nội địa Mai Thanh trên phương diện thủy động lực và hình thái lòng dẫn ứng với các kịch bản trước và sau khai thác. Cụ thể là xem xét tác động của việc nạo vét đến khả năng làm thay đổi hình thái (gây ra xói, bồi) lòng dẫn ở đoạn sông nghiên cứu, những tác động tích cực và tiêu cực tổng thể trên đoạn sông. Để làm được điều đó, kịch bản được lựa chọn theo phương hướng cực trị, bất lợi nhất đó là mùa lũ trên sông Gianh, thời gian mô phỏng được xác định từ tháng 9 đến tháng 11 với số liệu dữ liệu lưu lượng, mực nước giờ. Mùa lũ trên sông Gianh năm 2016 được lựa chọn, năm 2016 là năm Quảng Bình xảy ra nhiều trận lũ lớn, ảnh hưởng lớn đến đời sống người dân.

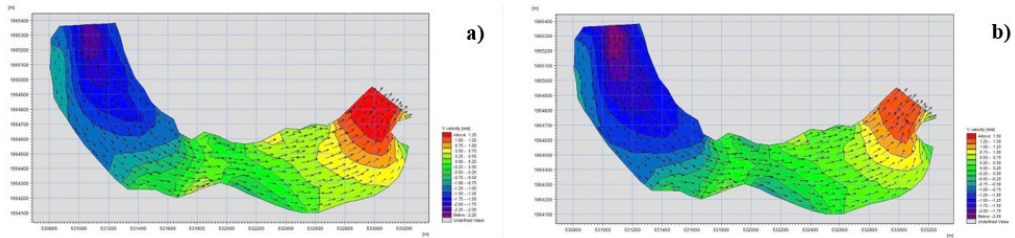
Các mô đun về thủy động lực học (Hydrodynamic Module), mô đun vận chuyển bùn cát lơ lửng (Sand Transport Module trong ô màu cam) có tích hợp các điều kiện về hình thái sông (Morphology) đã được thiết lập cho mô hình. Điều kiện biên về lưu lượng và mực nước, dữ liệu bùn cát... được thiết lập trong mô hình



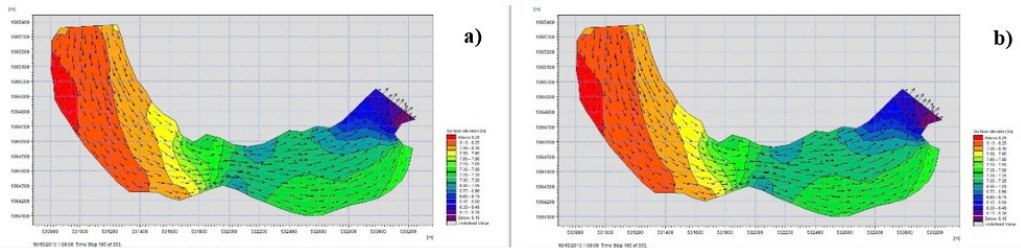
Hình 8. Giao diện mô hình thủy lực mô phỏng diễn biến hình thái sông. a) Trước nạo vét; b) Sau nạo vét

3.2.2. Đánh giá tác động của việc nạo vét đến diễn biến lòng dẫn, bồi xói khu vực cảng thủy nội địa Mai Thanh và vùng phụ cận

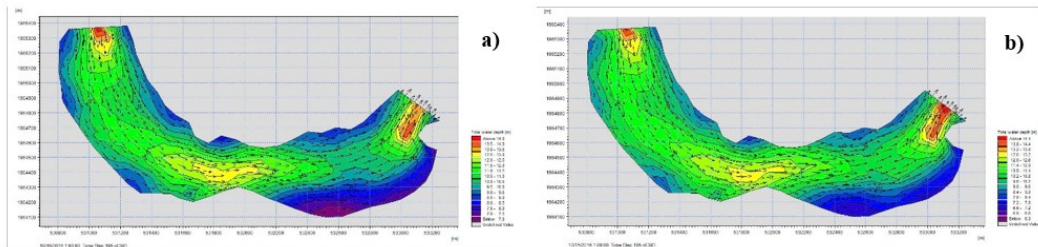
Để đánh giá ảnh hưởng của việc nạo vét lên đoạn sông khu vực nghiên cứu, sử dụng điều kiện bất lợi nhất là mô phỏng cho mùa lũ giai đoạn từ tháng 9 đến tháng 11 năm 2016, đặc biệt là với lũ lịch sử vào khoảng tháng 10/2016, cho hai phương án là trước nạo vét và sau khi nạo vét.



Hình 9. Kết quả mô phỏng vận tốc dòng chảy tại thời điểm đỉnh lũ trên sông Gianh (15/10/2016).
a) Trước nạo vét; b) Sau nạo vét



Hình 10. Kết quả mô phỏng độ cao bề mặt tại thời điểm đỉnh lũ trên sông Gianh (15/10/2016). a) Trước nạo vét; b) Sau nạo vét



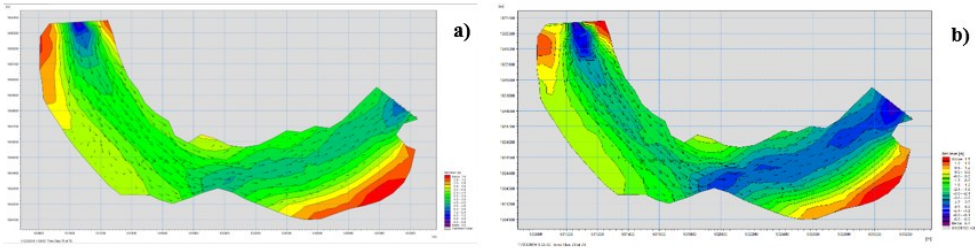
Hình 11. Kết quả mô phỏng tổng độ sâu mực nước tại thời điểm đỉnh lũ trên sông Gianh (15/10/2016). a) Trước nạo vét; b) Sau nạo vét

Từ những kết quả ở trên và kết quả từ mô hình mô phỏng cho hai trường hợp trước và sau khi nạo vét với điều kiện bất lợi là mùa lũ (đặc biệt năm lũ lịch sử 2016), kết quả cho thấy việc nạo vét sẽ có tác động đến quá trình thủy động lực tác động đến khu vực dự án và vùng lân cận, cụ thể như sau:

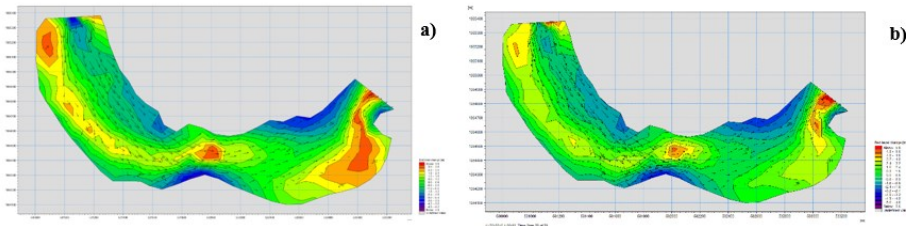
Về tốc độ dòng chảy giữa hai phương án không có sự biến động đáng kể, tốc độ dòng chảy sau khi nạo vét nhanh hơn so với trước nạo vét, dòng chảy trung bình cả thời đoạn tính toán tăng khoảng 0,6 cm/s.

Mực nước trên sông không có sự thay đổi nhiều trong hai trường hợp, mực nước đỉnh lũ dao động trong khoảng 8,10 – 8,25m trong trường hợp chưa nạo vét và từ 7,95 -8,10 trong trường hợp sau nạo vét, như vậy mực nước sông giảm khoảng

15 cm, chính vì vậy việc nạo vét có tác động làm lưu thông dòng chảy, tăng tiêu thoát cho khu vực cảng thủy nội địa Mai Thanh và khu vực lân cận.

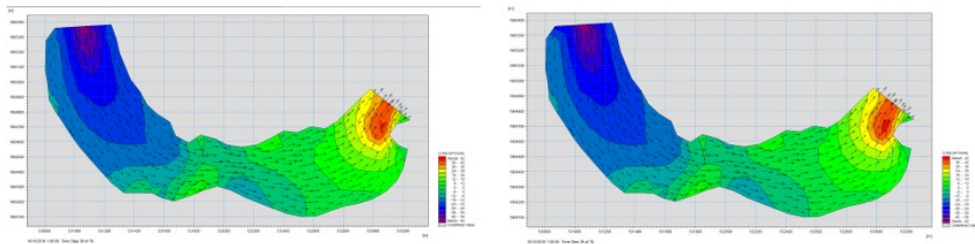


Hình 12. Kết quả mô phỏng mức đáy sông. a) Trước nạo vét; b) Sau nạo vét

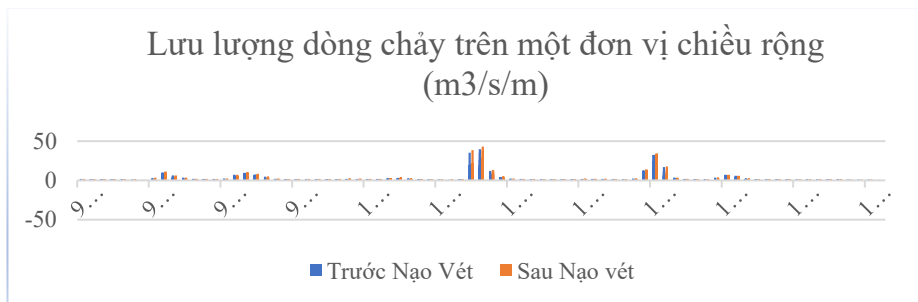


Hình 13. Tốc độ thay đổi đáy sông. a) Trước nạo vét; b) Sau nạo vét

Biên đầu vào được giữ nguyên như trường hợp chưa nạo vét, tiến hành mô phỏng so sánh, kết quả như hình 12 cho thấy, sau mùa mưa lũ, khu vực nạo vét gần như được lấp đầy, tốc độ bồi lắng là khá nhanh. Hình 12 cũng cho ta thấy, bồi lắng và xói lở cục ở một số khu vực, gia tăng xói lở đáy sông, tuy nhiên một số khu vực bồi lắng gia tăng như phía bờ của xã Quảng Tiên (Cũ). Kết quả mô phỏng mức thay đổi đáy sông ở Hình 13 cho thấy mức độ thay đổi đáy sông trong hai trường hợp mô phỏng là trước và sau khi nạo vét, mức độ thay đổi lớn nhất khoảng 2m.



Hình 14. Lưu lượng dòng chảy ($Q_{flux_m^3/s/m}$) tại cửa ra khu vực nghiên cứu. a) Trước nạo vét; b) Sau nạo vét



Hình 15. Lưu lượng dòng chảy tại cửa ra của khu vực nghiên cứu trong trường hợp trước và sau nạo vét

Các kết quả trên cho thấy vận tốc dòng chảy sau khi nạo vét tăng, mực nước trên sông giảm. Trích xuất kết quả từ mô hình (hình 14 và hình 15) về lưu lượng dòng chảy tại cửa ra của khu vực nghiên cứu trước và sau khi nạo vét, so sánh giữa 2 trường hợp thì lưu lượng dòng chảy theo phương x, y (lưu lượng dòng chảy trên một đơn vị chiều rộng $m^3/s/m$), lưu lượng dòng chảy sau khi nạo vét tăng, ví dụ như tại thời điểm đỉnh lũ ngày 15/10 thì Q lũ trước nạo vét là 39,58 ($m^3/s/m$), Q lũ sau nạo vét là 42,97 ($m^3/s/m$). Như vậy, sau khi nạo vét thì khả năng tiêu thoát lũ của khu vực tăng lên.

4. Kết luận

Nghiên cứu đã tính toán thủy động lực, biến động lòng dẫn đoạn sông khu vực cảng thủy nội địa Mai Thanh và vùng phụ cận theo hai phương án hiện trạng và có xét đến việc nạo vét khu vực dự án bằng bộ mô hình MIKE. Nghiên cứu đã sử dụng nguồn tài liệu thủy văn, địa hình của dự án và các nguồn số liệu khác như mặt cắt sông Gianh, số liệu các trạm đo mưa, trạm thủy văn trong khu vực trong quá trình mô phỏng, đánh giá diễn biến lòng dẫn, xem xét tác động của dự án đến vấn đề xói lở, diễn biến lòng dẫn tại khu vực dự án. Mô hình tính toán đã được hiệu chỉnh, kiểm định, với đầy đủ độ tin cậy. Về tốc độ dòng chảy giữa hai phương án không có sự biến động đáng kể, tốc độ dòng chảy sau khi nạo vét nhanh hơn so với trước nạo vét. Mực nước trên sông không có sự thay đổi nhiều trong hai trường hợp, mực nước trong trường hợp nạo vét giảm, những tác động này cơ bản là có lợi cho việc tiêu thoát lũ, giảm dòng chảy mùa lũ trên khu vực nghiên cứu. Sau mùa lũ, khu vực nạo vét gần như được lấp đầy, tốc độ bồi lắng khá nhanh. Kết quả cũng cho thấy bồi lắng và xói lở cục bộ xảy ra ở một số khu vực, gia tăng xói lở đáy sông, gia tăng bồi lắng ở một số khu vực ven sông.

Trên cơ sở đó đánh giá tác của phương án nạo vét đến diễn biến lòng dẫn và bồi xói không tác động đáng kể, việc nạo vét còn giúp việc tiêu thoát lũ, giảm dòng chảy lũ trong khu vực. Tuy nhiên, trong quá trình hoạt động nếu nạo vét không đúng phương pháp, không theo khu vực được cấp phép thì có thể gây ra các hiện tượng xói lở, bồi tích trong khu vực xung quanh. Vì vậy, hoạt động nạo vét cần thực hiện theo đúng quy định, phương án nạo vét đã được phê duyệt. Cần có quan trắc hàng năm về diễn biến lòng dẫn để có thể có giải pháp bảo vệ chống sạt lở bờ, gây mất ổn định lòng dẫn. Nếu xảy ra hiện tượng sạt lở do khai thác cát phải có biện pháp khắc phục kịp thời, tránh gia tăng thêm sạt lở bờ.

Cam kết của các tác giả:

Tất cả các tác giả có tên trong bài báo cam kết sự đồng thuận và không có xung đột lợi ích trong công bố khoa học tại bài báo này.

Tài liệu tham khảo

- [1] Nguyen, V.T. and A.-D. Nguyen, *Investigation of the Dumping Dredged Material in the Offshore of Dung Quat Seaport, Vietnam*. Journal of ETA Maritime Science, 2025. 13(3): p. 246-259.
- [2] DHI, *MIKE 21 & MIKE 3 FLOW MODEL FM*. <https://www.dhigroup.com/>, 2020.
- [3] Aouiche, I., M. Sedrati, and E.J. Anthony, *Modelling of Sediment Transport and Deposition in Generating River-Mouth Closure: Oum-Errabia River, Morocco*. Journal of Marine Science and Engineering, 2023. 11(11).



- [4] Anh Thuc Thi Nguyen , H.N.T., Huong Thi Vu, Trinh Manh Nguyen *Applying MIKE 21 FM (HD + ST) model to evaluate the ability to regenerate sand and gravel for efficient management of river exploitation and protection, (A case study at Red River crossing Phuc Tho District, Hanoi)*. Journal of Mining and Earth Sciences, 2020. 61(4): p. 86-94.
- [5] Vương, C.t.T.T., *Dự án Khai thác cát, sỏi xây dựng tại nửa lòng sông EA KRONG NO, Xã Đa Rsal, huyện Đam Rông, tỉnh Lâm Đồng công suất khai thác 56.250 m³ cát nguyên khai/năm*. Báo cáo đánh giá tác động môi trường 2022.
- [6] Vũ Văn Lân, N.H.L., *Ứng dụng mô hình MIKE 21 tính toán lượng vận chuyển bùn cát dọc bờ khu vực tỉnh Nam Định*. Tạp chí Khoa học Tài nguyên và Môi trường, 2021. 36.

Article © 2026 by Magazine of Geodesy - Cartography is licensed under CC BY 4.0

