

NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG MÔ HÌNH TOÁN HAI CHIỀU - 2D ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG CỦA CÔNG TRÌNH CẦU ĐẾN DÒNG CHẢY

TS. PHẠM THỊ HƯƠNG LAN

Trường Đại học Thủy lợi

Tóm tắt: Việc xây dựng các công trình trên sông, trong đó có cầu giao thông đã ảnh hưởng đến chế độ thủy động lực và diễn biến lòng dẫn. Việc nghiên cứu ứng dụng các mô hình toán hai chiều hiện nay để đánh giá ảnh hưởng của các công trình cầu đến dòng chảy là cần thiết. Báo cáo này xin đề cập đến kết quả nghiên cứu ứng dụng mô hình MIKE21FM và mô hình EFDC đánh giá ảnh hưởng của cầu Thị Nại đến dòng chảy khu vực đầm Thị Nại.

1. Mở đầu

Trong những năm gần đây, việc sử dụng công cụ mô hình toán hai chiều trong nghiên cứu giải quyết các bài toán phức tạp về thủy lực và hình thái sông đã được các chuyên gia trong và ngoài nước chú ý, trong đó chú ý tới việc mô phỏng tối ưu hình dạng mặt bằng tuyến sông, mô phỏng các công trình trên sông như cầu, cống, do đó kết quả tính toán có độ tin cậy cao hơn trong việc nghiên cứu dự báo diễn biến lòng dẫn. Một số mô hình hiện nay đang được dùng và cho kết quả khá tin cậy là mô hình MIKE21C và mô hình EFDC.

MIKE 21C được xây dựng và phát triển bởi viện Thủy lực Đan Mạch (Danish Hydraulic Institute – DHI), là bộ phần mềm dùng để mô phỏng dòng chảy tự do, vận chuyển bùn cát, chất lượng nước và sóng trong sông, hồ, cửa sông, bờ biển và nhiều khu vực dòng chảy khác. MIKE21C, FM là mô đyun hình thành về sau do nhu cầu mô phỏng hình thái sông. MIKE21C được xây dựng trên hệ tọa độ lưới cong và MIKE21FM được xây dựng trên hệ tọa độ lưới phi cấu trúc. Mô hình gồm 3 mô đyun chính: mô đyun tính thủy lực, mô đyun tính bùn cát và mô đyun hình thái. Ngoài ra còn có nhiều mô đyun nhỏ mô phỏng các công trình sông, bãi giữa.... Mô hình MIKE21C/FM được xây dựng dựa trên việc giải hệ phương tnh Saint Vernant cho dòng chảy 2 chiều (hướng dọc sông và hướng ngang), theo chiều sâu dòng chảy các yếu tố thủy lực và bùn cát được lấy trung bình. Việc tính toán diễn biến lòng dẫn trong sông cần có sự mô phỏng chính xác đường biên, điều đó đòi

hỏi việc sử dụng lưới cong hoặc lưới phi cấu trúc sẽ cho kết quả chính xác hơn. Lưới cong có những ưu điểm vượt trội hơn so với lưới phi cấu trúc ở điểm sơ đồ tính toán nhanh hơn, số điểm lưới ít hơn, số điểm được định nghĩa và lưu trữ ít hơn, tuy nhiên không bám sát đường bờ hơn so với lưới phi cấu trúc.

Mô hình EFDC (Environmental Fluid Dynamics Code) là một phần mềm mô hình nước mặt tổng hợp, có khả năng dự báo tính toán và mô phỏng các quá trình dòng chảy, lan truyền có tính đến các quá trình sinh-địa-hóa trong sông, hồ tự nhiên, kho nước (hồ chứa), các vùng cửa sông, vùng đất ngập mặn hoặc đới bờ...Mô hình được cơ quan bảo vệ môi trường Mỹ US EPA phát triển từ những năm 1980 và đến năm 1994 được các nhà khoa học của viện khoa học biển Virginia tiếp tục xây dựng. Mô hình được xây dựng dựa trên các phương trình động lực, nguyên tắc bảo toàn khối lượng và bảo toàn thể tích. Mô hình là mô hình đa chiều (2 chiều, 3 chiều) nên có khả năng đạt độ chính xác cao trong việc mô hình hóa các hệ thống đầm lầy, đất ngập nước; kiểm soát dòng chảy, các dòng sinh sóng gần bờ và các quá trình vận chuyển trầm tích. Mô hình EFDC gồm 4 modul chính: mô hình thủy động lực học, mô hình chất lượng nước, mô hình vận chuyển trầm tích, mô hình lan truyền-phân hủy các chất độc trong môi trường nước mặt. Mô hình thủy động lực học EFDC lại gồm 6 modul lan truyền vận chuyển, bao gồm: động lực học, màu sắc, nhiệt độ, độ mặn...

Với tính năng vượt trội của hai mô hình trên,

báo cáo này trình bày tóm tắt kết quả nghiên cứu ứng dụng cả hai mô hình trên để đánh giá ảnh hưởng của cầu Thị Nại đến dòng chảy, trên cơ sở đó so sánh đánh giá khả năng ứng dụng của cả hai mô hình này.

2. Nghiên cứu ứng dụng mô hình toán hai chiều 2-D đánh giá ảnh hưởng của việc xây dựng cầu đến dòng chảy.

2.1. Giới thiệu chung về lưu vực sông Kon – Hà Thanh và khu vực đầm Thị Nại

Đầm Thị Nại là phần hạ lưu của lưu vực sông Kone-Hà Thanh, là nơi toàn bộ nước của hệ thống sông Kone - Hà Thanh đổ vào trước khi thoát ra biển Đông qua cửa cảng biển Quy Nhơn. Đây là khu vực có vị trí chiến lược trong quy hoạch phát triển du lịch và kinh tế của Tỉnh; là khu vực tập trung rất nhiều công trình, trung tâm kinh tế, du lịch, chính trị quan trọng, như: T.P Quy Nhơn-thủ phủ của Tỉnh, cảng biển Quy Nhơn, hệ thống quốc lộ 1A, đường sắt thống nhất Bắc Nam và Quốc lộ 19 nối liền cảng biển Quy Nhơn với trung tâm vùng Bắc Tây Nguyên, khu đô thị và kinh tế mới Nhơn Hội (bán đảo Phương Mai). Cầu đường Quy Nhơn – Nhơn Hội là tuyến đường nối từ TP. Quy Nhơn vượt qua Đầm Thị Nại sang khu đô thị mới Nhơn Hội đã làm thay đổi diện mạo kinh tế của cả vùng Quy Nhơn Bình Định. Theo quy hoạch của Tỉnh đến năm 2020 thì nơi đây sẽ có rất nhiều các khu đô thị, khu công nghiệp và các khu thương mại-du lịch lớn được xây dựng; nơi đây sẽ trở thành một cảnh quan du lịch, kiến trúc đô thị đẹp của miền Trung và tỉnh Bình Định nói riêng.

Lưu vực sông Côn và sông Hà Thanh nằm trong vùng khí hậu phía Nam của vùng Trung Trung Bộ. Vùng khí hậu Trung Trung bộ bao gồm phần đông Trường Sơn, trải dài từ phía Nam đèo Hải Vân (dãy Bạch Mã) đến phía Bắc đèo Cù Mông, (từ 13o đến 16oB). Vùng khí hậu Trung Trung Bộ thể hiện một số nét riêng trong những đặc điểm chung của khí hậu miền Đông Trường Sơn. Mùa đông ở đây đã bớt lạnh rõ rệt, vì thông thường từ phía Nam đèo Hải Vân không khí cực đới đã hoàn toàn biến tính. Các

khu vực cực Nam của vùng (Phú Yên), độ chênh lệch mùa đông so với Huế lên tới 3-4°C. Mưa của Bình Định phân bố không đều theo thời gian và theo không gian. Mưa lớn tập trung tại thượng nguồn sông Kone với tổng lượng mưa có thể đạt từ 2600 – 2800 mm. Mưa nhỏ nhất là vùng đồng bằng ven biển từ 1600 – 1700 mm. Mùa mưa của Bình Định chỉ có 4 tháng từ tháng IX đến tháng XII với tổng lượng mưa chiếm từ 70 – 75 % tổng lượng mưa của cả năm. Mưa lớn tập trung vào 2 tháng X, XI chiếm từ 45 – 50% tổng lượng mưa năm. Do đó lũ lớn cũng thường xuất hiện vào 2 tháng này. Mùa ít mưa xuất hiện từ tháng I đến tháng VIII, ba tháng ít mưa nhất là ba tháng I, II, III. Trong thời kỳ này vào các tháng V, VI thường xuất hiện mưa tiểu mãn với lượng mưa có thể đạt từ 95 – 140 mm.

2.2. Thiết lập mô hình và kết quả tính toán

a. Các số liệu vào của mô hình

+ Số liệu địa hình sử dụng cho miền mô hình tính là bộ số liệu đo đạc địa hình toàn bộ khu vực đầm Thị Nại năm 2001, do Công ty tư vấn xây dựng Cảng-Đường thủy (TEDI Port) thực hiện. Toàn bộ khu đầm với tổng diện tích khoảng 3500ha được khảo sát với 1350 điểm đo, trong đó có tập trung vào các vị trí nơi địa hình có sự biến đổi nhiều (như các chủ lưu, lạch sâu và các bãi).

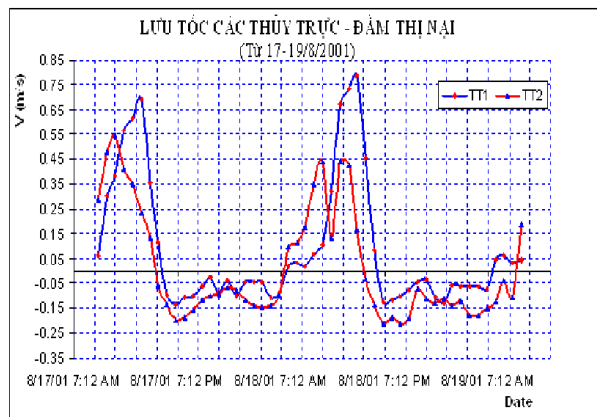
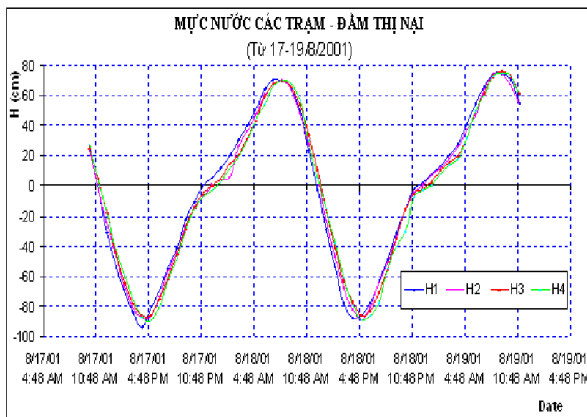
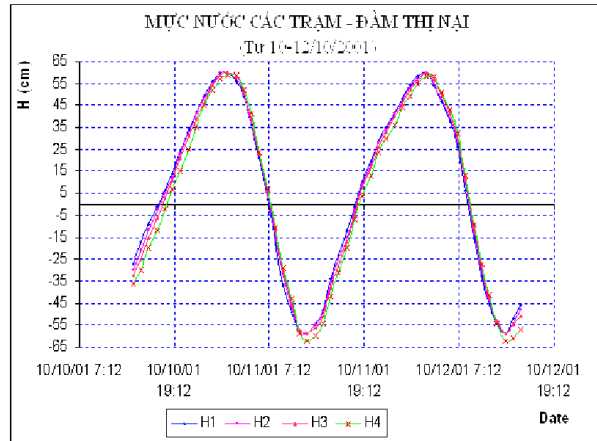
+ Các số liệu về điều kiện tự nhiên của đầm Thị Nại được đưa vào mô hình như là điều kiện biên bao gồm:

+ Số liệu bình đồ địa hình để xác định lưới tính toán

+ Số liệu quan trắc mực nước của Công ty tư vấn xây dựng Cảng - Đường thủy đo từ 10h/17/8 – 11h/19/8/2001 và 14h/10/10/2001-15h/12/10/2001 tại 4 trạm trong khu vực nghiên cứu, ký hiệu H1, H2, H3, H4 (xem hình vẽ).

+ Số liệu đo mực nước và lưu tốc tại các TT1, TT2 trong thời gian trên sẽ được sử dụng để hiệu chỉnh và kiểm định mô hình.

+ Các số liệu về mực nước và lưu lượng lũ và thủy triều có tần suất 1%, 5% được tính toán trên cơ sở mô hình HEC-HMS và HEC-RAS.



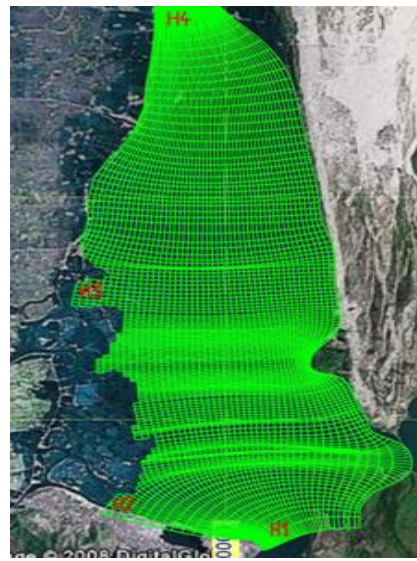
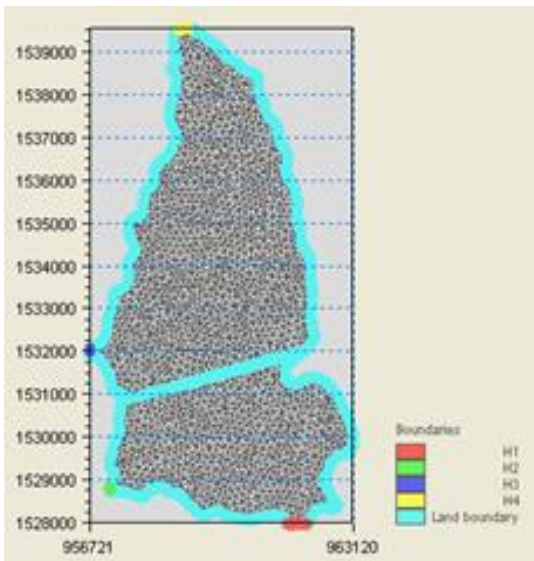
Vị trí và mực nước, lưu tốc các trạm đo khu vực đầm Thị Nại phục vụ cho việc hiệu chỉnh và kiểm định mô hình

b. Xác lập lưới tính toán

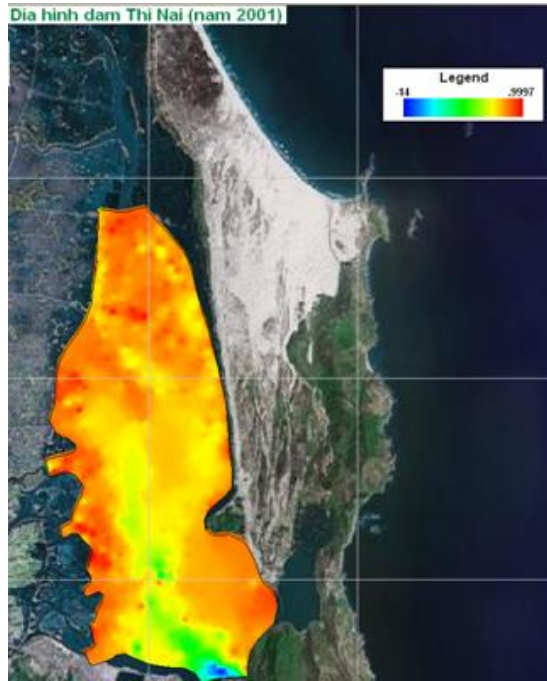
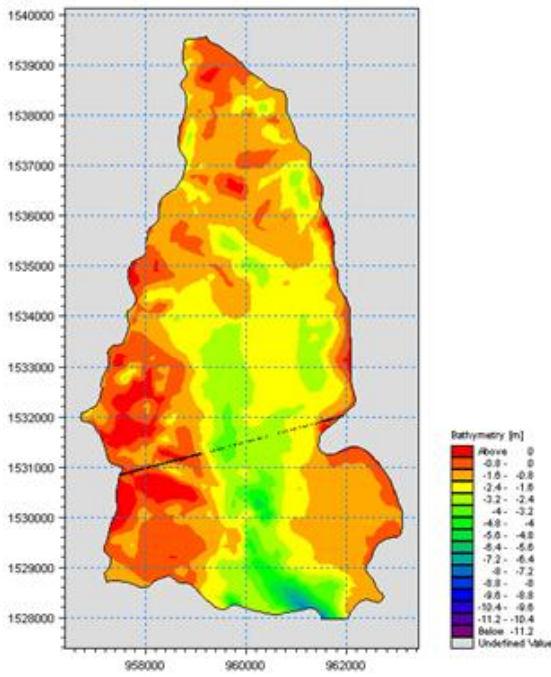
Trong mô hình MIKE21FM, sử dụng lưới phi cấu trúc để xác lập miền lưới tính toán của mô hình. Với mô hình EFDC, việc xây dựng lưới tính toán phức tạp hơn. Sử dụng công cụ DTM Tools để xây dựng lưới, công cụ này khá phù hợp cho các đoạn sông có đường bờ biến đổi tương đối đều và song song. Nếu đường bờ biến đổi phức tạp thì việc chỉnh sửa lưới để đảm bảo tính trực giao là hết sức khó khăn. Do đó có thể xây dựng lưới cong trực giao trong mô hình Delft 3D, sau đó nhập vào trong mô hình EFDC để sử dụng. Trong mô hình Delft

3D có phần mềm tiền xử lý RGFGRID để tạo lưới một cách tương đối dễ dàng, file số liệu vào cần thiết chỉ là file đường bao miền tính toán và các khu vực nhỏ trong miền tính. Các file đường bao này được số hóa từ bình đồ tỉ lệ 1:10000 khu vực đầm Thị Nại trong phần mềm MapInfo. Sau khi tạo lưới và kiểm tra độ trực giao đã đạt yêu cầu trong Delft 3D, nhập lưới này sang mô hình EFDC ta có lưới tính toán.

Kết quả mô phỏng xác định lưới tính toán, địa hình khu vực Đầm Thị Nại theo hai mô hình MIKE21FM và EFDC như sau:



Lưới tính toán khu vực đầm Thị Nại năm 2001 mô phỏng theo mô hình MIKE21FM và EFDC



Địa hình khu vực đầm Thị Nại năm 2001 mô phỏng theo mô hình MIKE21FM và EFDC

c. Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình

Mô hình đã được hiệu chỉnh để tìm ra bộ thông số với chuỗi số liệu thực đo trong mùa khô tháng 8/2001 do Công ty tư vấn xây dựng Cảng - Đường thủy đo đạc tại 4 trạm quan trắc H1,H2,H3,H4 theo địa hình hiện trạng khi chưa có cầu. Với bộ thông số này được kiểm định cho chuỗi số liệu đo đạc trong thời gian mùa mưa 10/2001. Các yếu tố kiểm định bao gồm có quá trình mực nước H-t,

phân bố vận tốc trên mặt cắt ngang. Độ chính xác của kết quả kiểm định mô hình được đánh giá bằng hàm mục tiêu và chỉ tiêu NASH để đánh giá sai số. Kết quả hiệu chỉnh mô hình cho thấy mô hình đã được hiệu chỉnh tương đối tốt, các sai số phần lớn nằm trong khoảng $\pm 10\%$. Với kết quả này có thể dùng để tính toán đánh giá ảnh hưởng của việc xây dựng cầu đến dòng chảy khu vực nghiên cứu.

Các kết quả phân tích cho thấy mô hình đã được thử nghiệm và kiểm định cho kết quả tốt. Do các chuỗi số liệu dùng trong thử nghiệm và kiểm định mô hình được quan trắc trong thời gian mà mực nước triều ứng với kỳ triều năm 2001 và lũ năm 1997 nên về nguyên tắc mô hình mới có hiệu lực cho dải mực nước này. Tuy nhiên, ở mực nước này là mực nước triều và lũ thường xuất hiện tại khu vực dự án nên có thể áp dụng các thông số để xây dựng mô hình tính toán đánh giá ảnh hưởng của công trình cầu đến dòng chảy trên khu vực.

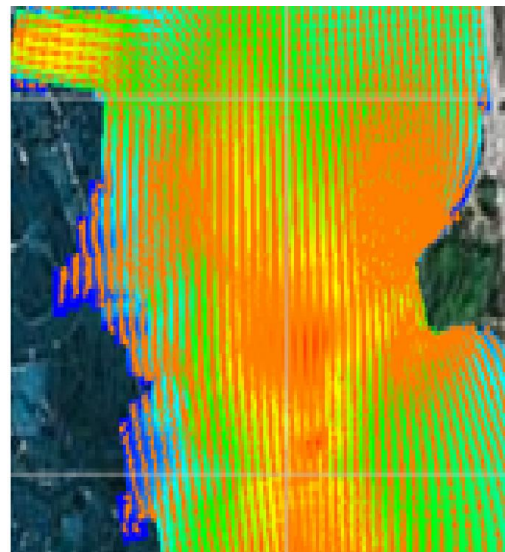
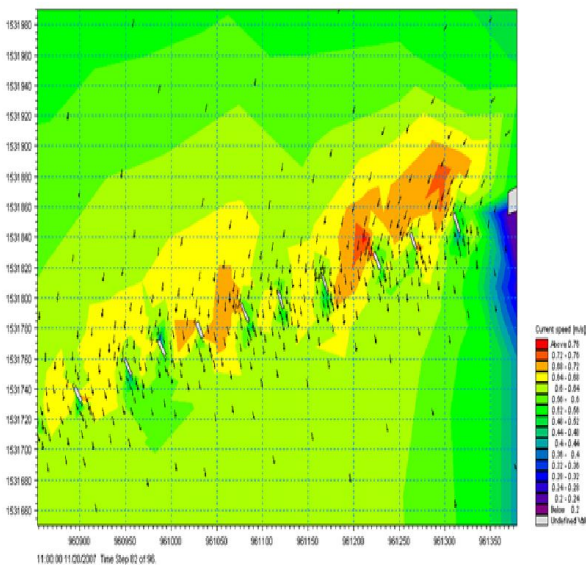
d. Phân tích kết quả tính toán

Kết quả mô phỏng của cả hai mô hình cho thấy, ứng với trường hợp lũ 11/1997 thì sự thay đổi mực nước tại các quan trắc trong đầm Thị Nại trong điều kiện có công trình cầu so với khi trong điều kiện tự nhiên chưa có công trình là không đáng kể. Tuy mực nước tại một số vị trí trong điều kiện có công trình có bị dâng lên hay hạ xuống (do ảnh hưởng của cầu), nhưng mức độ ảnh hưởng là rất nhỏ không đáng kể, độ chênh mực nước đều nhỏ hơn 0,01m, lớn nhất là 0,02m. Với trường hợp mô phỏng cho trận lũ 1% thì các thông số và điều kiện biên, điều kiện ban đầu được lấy trên cơ sở của kết quả thử nghiệm và kiểm định mô hình. Kết quả mô phỏng của cả hai mô hình

đều cho thấy, ứng với trường hợp lũ tần suất thiết kế 1% (dạng lũ 11/1997) thì sự thay đổi mực nước tại các điểm trích rút trong điều kiện có công trình cầu so với khi trong điều kiện tự nhiên chưa có công trình lớn nhất vào khoảng 0,09m, trung bình là 0,05m.

Trong khoảng thời gian đầu mực nước lũ thấp khi lũ bắt đầu lên, mực nước tại các điểm khi có công trình đều hạ thấp hơn so với trong điều kiện tự nhiên khi không có công trình. Đó là do khi mực nước hạ thấp, độ sâu dòng chảy nhỏ, hệ số nhám các ô lưới lại lớn nên dòng chảy hầu như không chảy qua được các ô lưới này. Ngược lại, khi mực nước lũ đã lên cao (phần đỉnh lũ) thì ảnh hưởng của cầu tới độ dềnh của mực nước là khá rõ nét, độ dềnh lớn nhất đạt tới 0,1m.

Về trường phân bố lưu tốc, ta thấy không có sự thay đổi lớn trong điều kiện hiện trạng khi có công trình cầu so với trong điều kiện tự nhiên khi chưa có công trình. Hướng của các thành phần lưu tốc theo độ sâu lớp nước (lưu tốc đáy, lưu tốc giữa và lưu tốc mặt) tương đối đồng nhất, đều có hướng từ hai bên bờ về phía lạch chủ lưu (lạch chủ lưu nằm lệch về phía Thành phố Quy Nhơn. Lưu tốc tập trung chủ yếu ở chủ lưu của khu vực đầm Thị Nại.



Trường phân bố lưu tốc tại thời điểm 5:00 AM 18/08/2001 bằng mô hình MIKE21FM và mô hình EFDC

3. Kết luận và kiến nghị

Hiện nay, để đánh giá ảnh hưởng của việc xây dựng các công trình trên sông trong đó có cầu giao thông cần phải được chú trọng, vì khi xây dựng các công trình trên sông đã làm ảnh hưởng ít nhiều đến chế độ thủy động lực và diễn biến lòng dẫn. Việc đánh giá được dựa trên các

công cụ mô hình toán hiện đại như đã nêu trên. Tuy nhiên kết quả của mô hình phụ thuộc rất nhiều vào các số liệu đầu vào của mô hình. Do đó, để có được kết quả chính xác, cần có số liệu đo đạc đầy đủ và chính xác. Kết quả nghiên cứu trên là bước đầu để đánh giá khả năng ứng dụng của mô hình vào thực tiễn.

Tài liệu tham khảo

1. Đánh giá tác động dòng chảy và mức độ ảnh hưởng đến công trình cầu Thị Nại do việc thi công san lấp tại khu du lịch phía bắc đầu cầu Thị Nại. 10/2007. Trung tâm phát triển công nghệ và điều tra tài nguyên, Trung tâm Thủy văn Ứng dụng và kỹ thuật Môi trường,.
2. Vũ Đình Cường (2008) Nghiên cứu ứng dụng mô hình toán EFDC đánh giá khả năng tác động của dòng chảy đến công trình cầu Thị Nại (Quy nhơn – Bình Định). Đồ án tốt nghiệp, giáo viên hướng dẫn: Phạm Thị Hương Lan.
3. Đặc san khoa học công nghệ Thủy Lợi “Nghiên cứu chế độ thủy lực tại khu vực cửa lấy nước bằng mô hình trị số 3 chiều EFDC” - Phạm Đức Thắng, Vũ Đình Huy, Viện khoa học thủy lợi 2006.
4. EFDC_Explorer Users Manual - John M. Hamrick, January 1996.

Abstracts

APPLIED TWO-DIMENSIONAL MATHEMATICAL MODEL TO VALUATE AFFECTED OF THE BRIDGE TO HYDRODYNAMIC REGIME IN RIVER

Applied two- dimensional mathematical model to valuate affected of the bridge to hydrodynamic regime is necessary. This paper presents the results of apply the MIKE21FM model and EFDC model to valuate affected of the bridge Thi Nai to hydrodynamic regime is necessary.