

# ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG ỨNG DỤNG MIKE 21FM NGHIÊN CỨU DIỄN BIẾN LÒNG DẪN

**ThS. Trần Khắc Thạc**

*Trường Đại học Thủy lợi*

**ThS. An Tuấn Anh**

*Viện KH Khí tượng Thủy văn và Môi trường*

**Tóm tắt:** Hiện nay có rất nhiều mô hình toán nghiên cứu diễn biến lòng dẫn và vùng cửa sông ven biển và đã đem lại hiệu quả to lớn trong nghiên cứu quy hoạch và thiết kế các giải pháp chỉnh trị sông, cửa sông, tuy nhiên mỗi mô hình có những ưu, nhược điểm và điều kiện áp dụng khác nhau. Bài viết này giới thiệu tóm tắt khả năng ứng dụng Mike 21FM vào nghiên cứu diễn biến lòng dẫn vùng cửa sông.

## 1. Mở đầu

Việc nghiên cứu diễn biến lòng dẫn và chế độ thủy lực sông ngòi đã nhận được sự quan tâm nghiên cứu của các nhà khoa học trên thế giới từ rất lâu, nhưng để có những kết quả bước đầu thì tới những năm giữa thế kỷ XIX và thực sự phát triển trở thành một lĩnh vực nghiên cứu mạnh được ghi nhận từ những năm thập kỷ 30 đến thập kỷ 60 thế kỷ thứ XX ở các nước Âu Mỹ. Thể hiện qua các nghiên cứu của các nhà khoa học: Du Boys về chuyển động bùn cát, Barre de Saint – Venant về dòng không ổn định L. Fargue về hình thái đoạn sông uốn khúc, tiếp đó là các nhà khoa học Antunin S.T, Grisanin K.B, Kariukin S.N có nhiều nghiên cứu về chỉnh trị sông đã gắn liền với những nghiên cứu thực tại. Vào những năm 60, một số nhà khoa học đã có những kết quả nghiên cứu đáng ghi nhận về hình thái lòng dẫn, chuyển động bùn cát như: Meyer – Peter và Muller, Kennedly R.G, Einstein H.A, Ven te Chow. Mặc dù vậy những kết quả nghiên cứu thời gian này còn nhiều hạn chế.

Ngày nay, với sự phát triển mạnh của khoa học kỹ thuật và đặc biệt là lĩnh vực công nghệ thông tin mà hàng loạt các phần mềm tính toán được xây dựng giúp chúng ta có cái nhìn trực quan hơn trong nghiên cứu diễn biến lòng dẫn. Những năm gần đây, việc tính toán động lực học dòng sông đã có những bước phát triển mới, tiến bộ mới trong kỹ thuật tính toán, đặc biệt

trong việc hoàn thiện mô hình hóa các hiện tượng thủy lực phức tạp. Một số mô hình toán mô phỏng dòng chảy hai chiều 2D, ba chiều 3D, mô phỏng quá trình diễn biến lòng dẫn như mô hình MIKE11, MIKE21, và MIKE21C, EFDC, MD- SWMS..

Trong nghiên cứu diễn biến lòng dẫn hiện nay các nhà khoa học thường sử dụng các phương pháp mô hình toán và mô hình vật lý. Mô hình toán được sử dụng nhiều trong nghiên cứu bài toán 1D, mô hình vật lý được sử dụng hỗ trợ cho các bài toán 3D, còn bài toán 2D có thể sử dụng mô hình toán hoặc mô hình vật lý. Việc sử dụng mô hình toán hay vật lý còn phụ thuộc vào tầm quan trọng của công trình và giai đoạn nghiên cứu. Với những công trình quan trọng thì phải kết hợp cả hai loại mô hình toán và vật lý trong nghiên cứu để bổ sung và kiểm tra lẫn nhau. Trong giai đoạn quy hoạch, sử dụng mô hình toán để đưa ra được các phương án tối ưu nhất. Trong giai đoạn thiết kế kỹ thuật thì cần thiết phải sử dụng mô hình vật lý trong nghiên cứu dự báo diễn biến, xói lở, bồi lắng lòng dẫn.

Trong những năm gần đây, việc sử dụng công cụ mô hình toán một chiều, hai chiều trong nghiên cứu giải quyết các bài toán phức tạp về thủy lực và hình thái sông, cửa 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, nghiên cứu diễn biến sông và cửa sông. 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 MIKE 11, MIKE 21C, MIKE 21FM và mô hình EFDC, báo cáo này xin trình bày đánh giá khả năng ứng dụng Mike 21FM nghiên cứu diễn biến đoạn hạ du Sông Đáy (Cửa Đáy) làm cơ sở để đánh giá.

## **2. Giới thiệu khả năng ứng dụng Mike 21FM**

Mike 21 được xây dựng theo cấu trúc modul (các modul có thể hoạt động độc lập) theo từng lĩnh vực ứng dụng và có phần mềm trợ giúp cho việc chuẩn bị số liệu đầu vào, phân tích xử lý và hiển thị các kết quả tính toán.

Một số ưu điểm:

- Mike 21FM tính toán vùng nghiên cứu được mô phỏng địa hình qua lưới phân tử hữu hạn nên có độ chính xác cao hơn hẳn những mô hình mô phỏng qua lưới tính hình vuông. Điều này rất hữu ích đối với những đoạn sông cong, những đoạn có bãi bồi. . .

- Mike 21FM áp dụng phương pháp sai phân hữu hạn và phương pháp giải thông dụng hiệu quả đó là kỹ thuật ADI (Alternating Direction Implicit) để giải các phương trình bảo toàn khối lượng và động lượng trong miền không gian và thời gian, các ma trận phương trình kết quả đối với mỗi hướng và bước tính toán được giải bằng thuật giải quét đúp (Double sweep).

## **3. Nghiên cứu ứng dụng Mike 21FM nghiên cứu diễn biến đoạn Cửa Đáy**

### **3.1 Giới thiệu chung về Cửa Đáy**

Sông Đáy có chiều dài khoảng 241 km trên địa bàn các tỉnh thành Hà Nội, Hòa Bình, Hà Nam, Ninh Bình và Nam Định, là một phân lưu của sông Hồng, sông Đáy nhận nước của sông Hồng ở địa phận Hà Nội giữa huyện Phúc Thọ và huyện Đan Phượng tại Hát môn, đoạn này có đặc điểm lòng dẫn quanh co uốn khúc, mùa lũ có lưu lượng tương đối bất thường, mùa kiệt thì lòng sông có chỗ cạn lội qua được nên thượng lưu sông Đáy thuyền bè không lưu thông được.

Tới Vân Đình thì lòng sông được mở rộng

hơn và tiếp nhận dòng chảy từ suối Yên, xuôi xuống hạ lưu đến tỉnh Hà Nam khi sông chảy vào thành phố Phủ Lý được bổ sung dòng chảy từ sông Nhuệ, tiếp đến Sông Đáy hợp lưu với sông Bôi (sông Hoàng Long) bên hữu ngạn từ vùng núi tỉnh Hòa Bình và Ninh Bình dồn về tại ngã ba Gián Khẩu, cách thành phố Ninh Bình khoảng 10 km về phía Bắc. Đoạn này sông được gọi sông Gián Khẩu, chảy qua Ninh Bình khoảng 20 km được bổ sung nguồn nước từ sông Đào (tỉnh Nam Định). Tiến sát ra biển, sông Đáy chuyển hướng từ Tây Bắc-Đông Nam sang Đông Bắc-Tây Nam rồi đổ ra vịnh Bắc Bộ ở Cửa Đáy thuộc huyện Kim Sơn.

Khu vực nghiên cứu (vùng Cửa Đáy và bãi bồi Kim Sơn) nằm trong dải ven biển là vùng bãi bồi có địa hình phẳng, thoải về phía đông nam. Cao độ trung bình khu vực bãi bồi từ 0,3 đến 1,4 m. Huyện Kim Sơn nằm giữa cửa sông Đáy và sông Càn, trải qua gần 200 năm hình thành và quai đê lấn ra biển, diện tích của huyện Kim Sơn hiện nay là 207 km<sup>2</sup> với diện tích bãi bồi, ngoài đê Bình Minh 2 là 4.120 ha, gấp 3 lần so với khi mới thành lập huyện. Đây là phần đất mới do phù sa bồi lấp hết sức màu mỡ rất thuận lợi cho phát triển nông lâm nghiệp. Do vậy, việc nghiên cứu diễn biến Cửa Đáy có ảnh hưởng rất lớn đối với phát triển kinh tế xã hội của Ninh Bình nói riêng và khu vực nói chung.

### **3.2 Thiết lập mô hình và kết quả tính toán**

#### **a.) Các số liệu đầu vào**

- Biên trong sông:

+ Biên lưu lượng: Biên lưu lượng lấy tại trạm thủy văn Như Tân, được xác định từ mô hình 1 chiều MIKE 11 (Sử dụng kết quả mike 11 của bài toán thủy lực hệ thống sông Hồng trong dự án nghiên cứu dự báo lũ hệ thống Sông Hồng và Sông Thái Bình – Viện Khí Tượng Thủy Văn).

+ Biên bùn cát: xác định qua công thức kinh nghiệm.

- Biên ngoài biển: Các biên triều bao gồm các biên phía Đông, Tây và phía Nam, các biên này được xác định dựa vào mô hình thủy triều trên toàn bộ vùng vịnh Bắc Bộ (năm 1996).

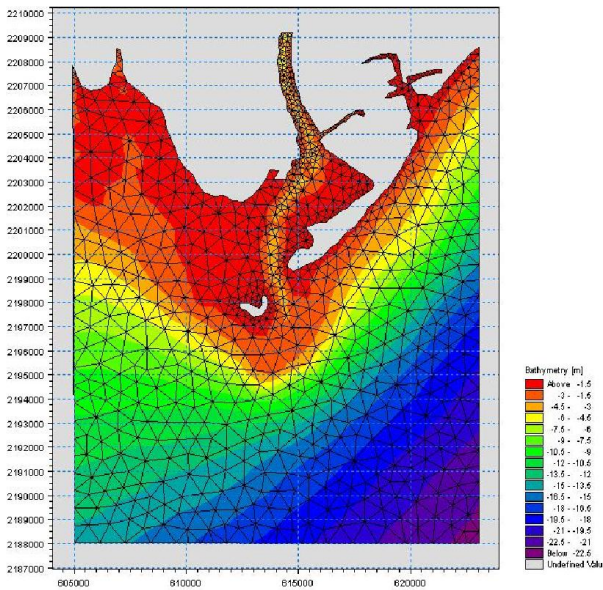
- Địa hình đáy sông, biển: Theo số liệu bản đồ tỷ lệ 1: 50 000, hệ tọa độ VN2000 khu vực

Cửa Đáy của Tổng cục Địa chính, Bộ Tài nguyên và Môi trường.

- Hệ số nhám đáy: Hệ số nhám đáy Manning bằng 0,032 cho khu vực ven bờ, các khu vực còn lại được lấy bằng 0,028.

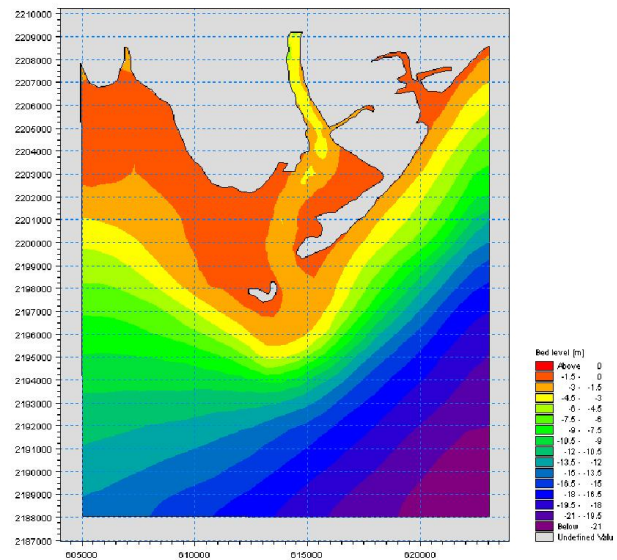
- Gió: Yếu tố sóng do gió có vai trò quyết định đối với quá trình vận chuyển bùn cát vùng ven bờ. Theo thời gian hướng và tốc độ gió có sự thay đổi đáng kể, tuy nhiên trong mỗi tháng theo số liệu thống kê sẽ có một hướng gió thịnh hành với tốc độ tương ứng

b.) Xác lập lưới tính toán



Hình 1. Kết quả mô phỏng lưới tính toán

Trong mô hình MIKE21FM, sử dụng lưới phi cấu trúc, có nghĩa là dạng và kích thước của lưới sẽ biến đổi theo không gian và phụ thuộc vào người xây dựng lưới. Trong quá trình nghiên cứu thực tế cho thấy việc chia lưới có ý nghĩa quan trọng để mô hình ổn định, quyết định thời gian tính toán cũng như mức độ chính xác chi tiết vùng nghiên cứu. Các yếu tố này có liên quan với nhau, vì vậy việc chọn số các nút lưới cũng như phân bố các vùng có mức độ chi tiết khác nhau sẽ cho ta một lưới có thể phản ánh được tổng hợp các điểm đã nêu.



Hình 2. Địa hình vùng cửa Đáy

c) Hiệu chỉnh và lựa chọn bộ thông số mô hình

Do vùng nghiên cứu không có số liệu thực đo, nên việc hiệu chỉnh và kiểm nghiệm mô hình gặp rất nhiều khó khăn, chính vì lý do trên trong nghiên cứu đã chọn chuỗi số liệu thực đo ở một số thời điểm trên một số mặt cắt và mới chỉ dừng lại kiểm định yếu tố vận tốc mặc dù còn nhiều hạn chế nhưng với kết quả kiểm tra mô hình cho thấy bộ thông số đã được xác định là có thể chấp nhận được.

d.) Các kịch bản nghiên cứu

Với mục tiêu mô phỏng quá trình bồi xói khu vực Cửa Đáy để đánh giá khả năng ứng dụng mô hình Mike 21FM cho việc nghiên cứu diễn

biến lòng dẫn cho đoạn Cửa Đáy nghiên cứu đề ra 02 kịch bản mô hình. Các kịch bản được xây dựng dựa trên tiêu chí nhằm ổn định vùng cửa sông, đảm bảo thoát lũ phục vụ phát triển kinh tế xã hội của địa phương, các kịch bản được mô tả dưới đây:

**Kịch bản 1:** Phương án hiện trạng, ứng dụng mô hình Mike 21FM mô phỏng quá trình bồi lắng của đoạn Cửa Đáy.

**Kịch bản 2:** Giả định bãi trước cửa Đáy được nạo vét tới cao trình của đáy của nhánh phía Ninh Bình;

d.) Đánh giá kết quả

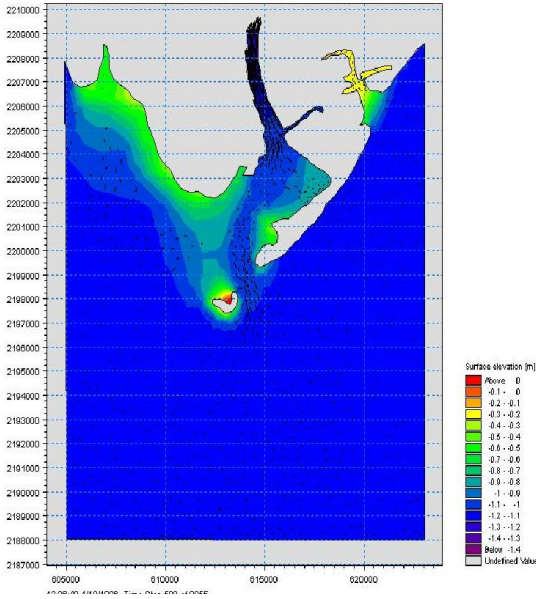
Từ kết quả cho các phương án, tác giả trích kết quả ở các thời kỳ dưới đây để phân tích,

đánh giá quá trình diễn biến:

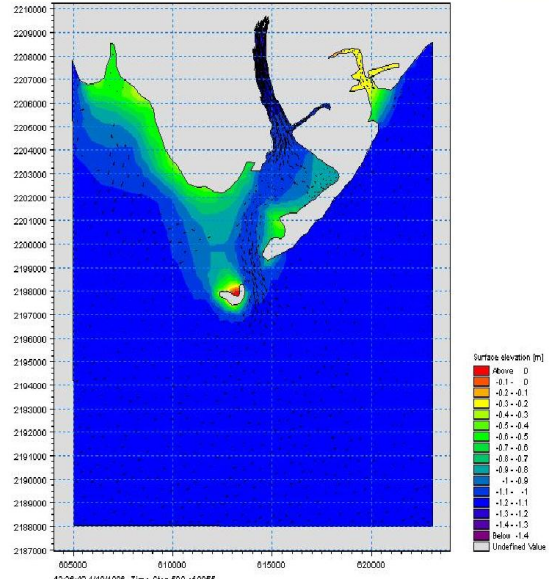
- Tại thời điểm 01:53:20 ngày 19/01/1996 đại diện cho thời kỳ cuối gió bắc – đông bắc, đầu gió đông;
- Tại thời điểm 1:53:20 ngày 01/06/1996 đại

diện cho thời kỳ cuối gió đông, đầu gió nam;

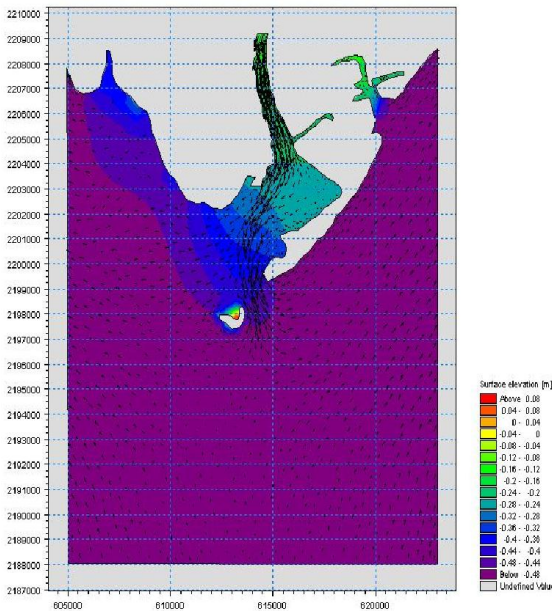
- Tại thời điểm 15:13:20 ngày 30/8/1996 đại diện cho thời kỳ cuối gió nam, đầu gió đông ;
- Và tại thời điểm 01:00:00 ngày 31/12/1996 đại diện cho cuối kỳ tính toán (sau 01 năm mô phỏng



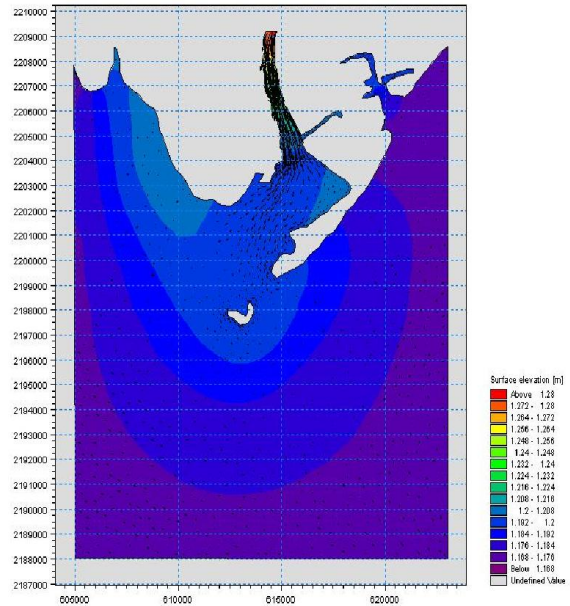
Hình 3. Phân bố lưu tốc tại thời điểm 01:53:20 ngày 19/01/1996 (kịch bản 1)



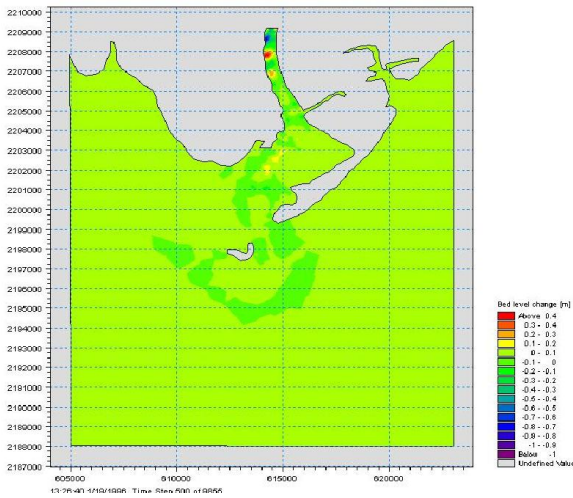
Hình 4. Phân bố lưu tốc tại thời điểm 1:53:20 ngày 01/06/1996 (kịch bản 1)



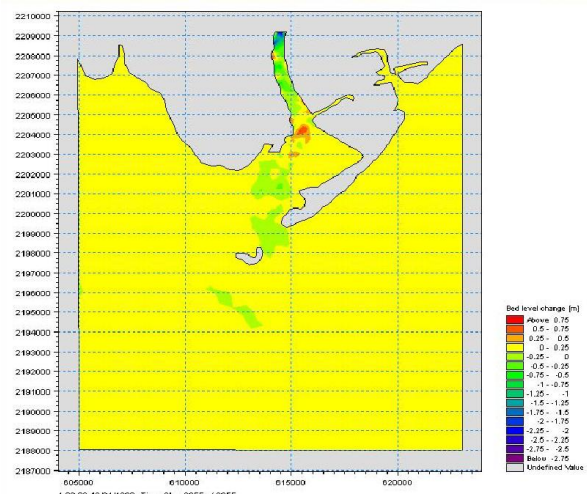
Hình 5. Phân bố lưu tốc tại thời điểm 15:13:20 ngày 30/8/1996 (kịch bản 1)



Hình 6. Phân bố lưu tốc tại thời điểm 01:00:00 ngày 31/12/1996 (kịch bản 1)



Hình 7. Biến đổi đáy tại thời điểm 01:53:20 ngày 19/01/1996 (kịch bản 1)



Hình 8. Biến đổi đáy tại thời điểm 01:00:00 ngày 31/12/1996 (kịch bản 1)

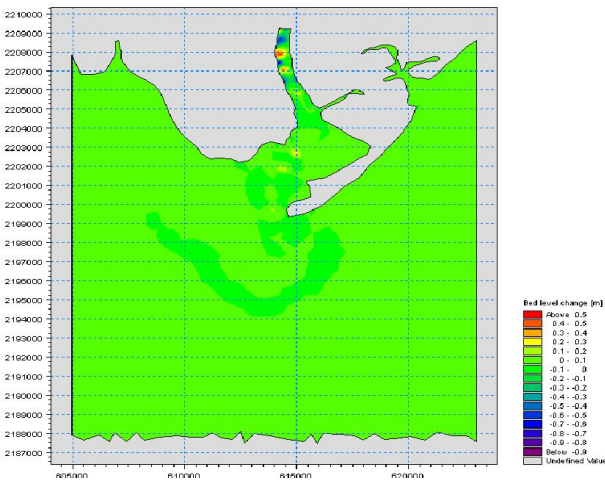
Trong nghiên cứu này chúng tôi đã sử dụng và mô phỏng dựa trên tài liệu năm 1996, kết quả cho thấy:

**Với Kịch bản 1:** Tại thời điểm cuối thời kỳ tính toán ta thấy mức độ biến đổi lòng dẫn từ vị trí (2204000, 615000) tới vị trí (2197000, 615000) có cao trình đáy ổn định từ -3.5(m) đến -1.5 (m), mức độ biến đổi lòng dẫn từ 0.0 (m) đến -0.25 (m). Tuy nhiên, tại một số vị trí cục bộ (2204000,615000) đến (2203000, 615000) vẫn có hiện tượng bồi từ 0.25m đến 0.75m.

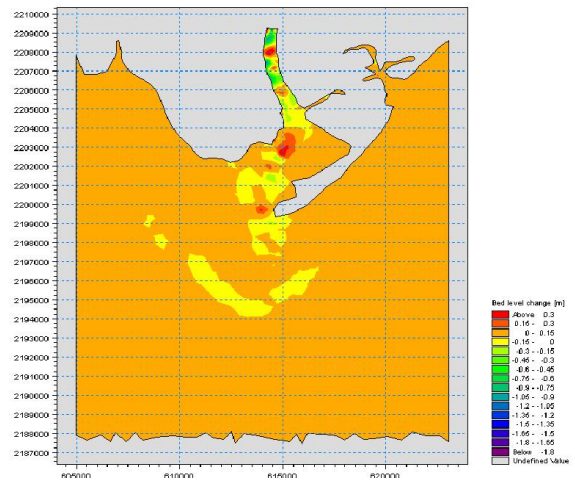
Dòng chảy tại khu vực cửa sông trong chế độ tự nhiên phân bố phụ thuộc vào quan hệ giữa

triều, gió và dòng chảy từ sông ra và biến đổi tập trung ở khu vực trong sông, cửa và một số khu vực giáp danh với cửa sông. Đặc điểm và tính chất biến đổi của dòng chảy theo thời gian có sự khác biệt rõ ràng và phụ thuộc vào các yếu tố sông, biển và gió. Qua tính toán cho thấy tốc độ dòng chảy nói chung là nhỏ và sự khác biệt giữa mùa lũ và kiệt là không lớn. Tại lạch sâu thì phân bố tốc độ dòng chảy thiên lớn so với các khu vực khác tuy nhiên do tốc độ nhỏ nên khả năng gây xói cho các bãi cạn là không lớn.

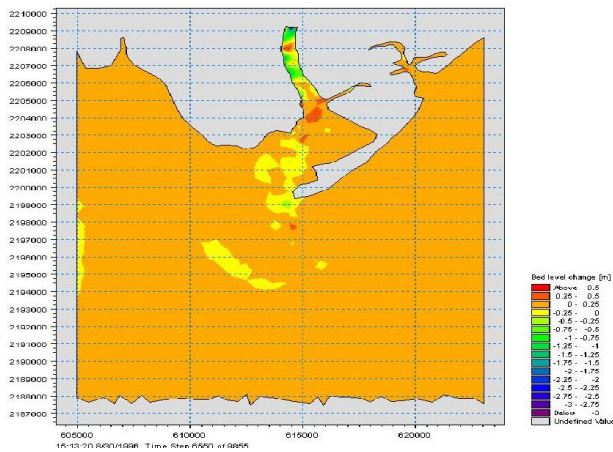
**Với Kịch bản 2:**



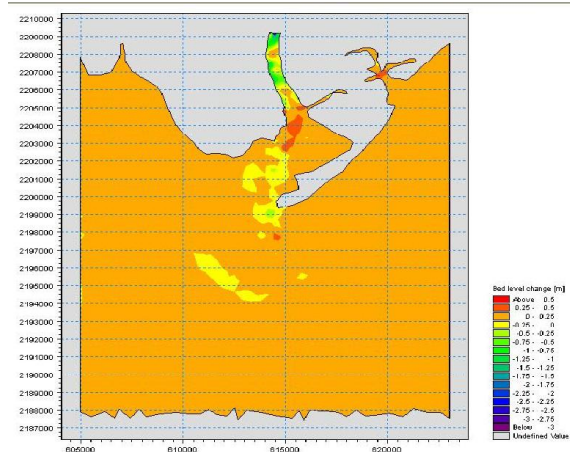
Hình 9. Biến đổi đáy tại thời điểm 01:53:20 ngày 19/01/1996 (Kịch bản 2)



Hình 10. Biến đổi đáy tại thời điểm 1:53:20 ngày 01/06/1996 (Kịch bản 2)



Hình 11. Biến đổi đáy tại thời điểm 15:13:20 ngày 30/8/1996 (Kịch bản 2)



Hình 12. Biến đổi đáy tại thời điểm 01:00:00 ngày 31/12/1996 (Kịch bản 2)

Trên cơ sở kết quả tính toán với giả thuyết đã nêu trên, tác giả lựa chọn kết quả ở các vị trí tương tự như phương án hiện trạng và đồng nhất về thời gian để làm cơ sở đánh giá:

- Tại thời kỳ đầu cuối gió Bắc – đông bắc, đầu gió đông: xuất hiện sự bồi lấp nhỏ tại một số vị trí với mức biến đổi lòng dẫn từ 0.2 đến 0.4 m, xem hình 9.

- Tại thời kỳ cuối gió đông, đầu gió nam: Quá trình biến đổi lòng dẫn có xu hướng mạnh mẽ và trên toàn đoạn nghiên cứu, đặc biệt tại một số vị trí có sự biến đổi từ 0.15 đến 0.3m như các vị trí (2208000, 614500) và (2206000, 615000) xem hình 10.

- Tại thời kỳ cuối gió nam, đầu gió bắc đông bắc: tại thời kỳ này có một số vị trí có sự biến đổi lòng dẫn khá mạnh mẽ như điểm (2208000,614500) có sự biến đổi dao động từ

0.25 đến 0.5m, xem hình 11.

- Tại thời kỳ cuối kỳ tính toán: Xuất hiện các doi cát trên toàn đoạn nghiên cứu với mức độ biến đổi lòng dẫn từ 0.25 đến 0.5m, xem hình 12.

#### 4. Kết luận

Việc nghiên cứu đánh giá diễn biến lòng dẫn bằng mô hình toán nói chung và mô hình Mike 21FM đang được ứng dụng rộng rãi và đem lại kết quả cao. Tuy nhiên kết quả của mô hình phụ thuộc rất nhiều vào các số liệu đầu vào của mô hình, để có được kết quả chính xác, cần có chuỗi 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 tế và nên kết hợp các biện pháp khác như Viễn thám, mô hình vật lý vào nghiên cứu trong các bài toán phục vụ quy hoạch chính trị Cửa Đáy..

#### Tài liệu tham khảo

##### Tiếng Việt

- [1]. Bộ môn Động lực sông ngòi và Trị sông của học viện Thủy Lợi điện lực Vũ Hán. *Trị sông*, N hà Xuất bản Khoa học và kỹ thuật 1973
- [2]. Nguyễn Thị Nga, Trần Thục. *Động lực học sông*, Nhà xuất bản Đại học Quốc Gia Hà Nội năm 2003
- [3]. GS.TS. Hà Văn Khôi, GS.TSKH. Nguyễn Ân Niên, PGS.TS. Đỗ Tất Túc. *Thủy lực sông ngòi*, Nhà xuất bản giáo dục 2007.
- [4]. GS.TS Hà Văn Khôi và nnk. Xóa bỏ các khu chậm lũ Sông Hồng Sông Đáy sau khi có hồ chứa Sơn La, Tạp chí Khoa học Thủy Lợi số 27/2009.

## **Tiếng Anh**

- [1]. “Mike 21 Flow Model FM- Hydrodynamic module User Guide”- DHI Software 2007;  
[2]. “Mike 21& Mike 3 Flow Moder FM- Hydrodynamic module Step-by-step training guide”- DHI Software 2007.

### **Abstract**

#### **ASSESSMENT THEAPPLICATION MATHEMATICAL MODEL MIKE 21FM TO CALCULATE RIVER MORPHOLOGY**

*This paper presents results of application mathematical model MIKE 21FM to calculate river morphology in estuary of Day river. The results of reseach show that application of mathermatical model MIKE21 FM to calculate river morphology in Cua Day is suitable.*