

ỨNG DỤNG MÔ HÌNH MIKE 21/3 FM COUPLE MÔ PHỎNG CHẾ ĐỘ THỦY ĐỘNG LỰC VÙNG CỬA SÔNG ĐÀ NÔNG

Phùng Đức Chính⁽¹⁾, Đặng Đình Khá⁽²⁾, Nguyễn Thọ Sáo⁽²⁾,
Nguyễn Tiền Giang⁽²⁾, Đặng Thị Lan Phương⁽¹⁾

⁽¹⁾Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

⁽²⁾Trường Đại học Khoa học Tự nhiên - Đại học Quốc gia Hà Nội

Ngày nhận bài 2/11/2019; ngày chuyển phản biện 3/11/2019; ngày chấp nhận đăng 2/1/2020

Tóm tắt: Bài báo trình bày kết quả ứng dụng mô hình MIKE 21/3 FM Couple để mô phỏng chế độ thủy động lực vùng cửa sông Đà Nông. Nghiên cứu đã sử dụng chuỗi số liệu của 2 đợt khảo sát từ ngày 13-23/11/2015 và từ ngày 18/5-01/6/2016 để hiệu chỉnh và kiểm định mô hình. Sau khi lựa chọn được bộ thông số mô hình, tiến hành mô phỏng chế độ thủy động lực với 3 nhóm kịch bản khác nhau để phân tích nguyên nhân bồi lấp, sạt lở. Kết quả mô phỏng cho thấy: Chế độ thủy động lực vùng cửa sông Đà Nông biến động mạnh trong mùa gió Đông Bắc, ít biến động trong mùa gió Tây Nam, tốc độ dòng chảy trong mùa gió Đông Bắc lớn hơn trong mùa gió Tây Nam; do ảnh hưởng của hướng sóng, dòng chảy ven bờ và dòng chảy trong sông, địa hình khu vực cửa sông luôn bị biến đổi. Ở khu vực phía Bắc cửa sông và xung quanh bờ kè, hiện tượng bồi xảy ra ở trong phạm vi từ đường bờ ra biển khoảng 50m, hiện tượng xói xảy ra trong phạm vi cách đường bờ khoảng từ 50-200m. Ở khu vực hạ sông luôn hình thành 1 cồn cát, cồn cát này có kích thước khác nhau, tùy thuộc vào hướng sóng và dòng chảy ven bờ. Ở khu vực phía trong cửa sông hình thành những điểm bồi xói cục bộ do tương tác giữa dòng chảy ven bờ, sóng từ biển và dòng chảy từ sông ra.

Từ khóa: Cửa sông Đà Nông, mô phỏng, thủy động lực, MIKE 21/3 FM Couple.

1. Mở đầu

Đà Nông là cửa sông Bàn Thạch, nằm trên địa phận huyện Đông Hòa, tỉnh Phú Yên, là nơi ra vào, neo đậu các tàu thuyền đánh bắt cá của các xã Hòa Hiệp Bắc, Hòa Hiệp Nam và Hòa Hiệp Trung. Thời kỳ trước năm 2001, cửa sông luôn bị bồi lấp, sạt lở và diễn biến phức tạp. Từ năm 2001-2004, Ủy ban nhân dân tỉnh Phú Yên tiến hành xây kè ở bờ Bắc dài 120m [6], nên trong những năm 2005-2009, độ rộng vùng cửa sông ít biến động, cửa sông tương đối ổn định. Tuy nhiên từ năm 2009-2013, cửa sông bị bồi lấp trở lại, gây khó khăn cho tàu thuyền đánh bắt cá lưu thông, nhất là vào mùa cạn [4]. Từ năm 2013-2016, Ủy ban nhân dân tỉnh Phú Yên tiến hành nạo vét khai thông lòng dẫn [3], do chưa mô phỏng chế độ thủy động lực vùng cửa sông, nên sau khi nạo vét, cửa sông được mở rộng,

sóng và triều xâm nhập sâu vào trong sông gây bồi, xói ở khu vực cửa sông. Do vậy, tác giả đã sử dụng mô hình MIKE 21/3 FM Couple [6] để tính toán chế độ thủy động lực vùng cửa sông Đà Nông, làm cơ sở chỉnh trị lòng dẫn, tạo điều kiện cho tàu thuyền ra vào được thuận lợi.

2. Phương pháp và dữ liệu

2.1. Phương pháp

Trong nghiên cứu, bộ mô hình MIKE được sử dụng để tính toán, trong đó: Mô hình MIKE-NAM được sử dụng để tính dòng chảy tại các tiểu lưu vực làm đầu vào cho mô hình thủy lực MIKE 11 và làm biên đầu vào cho mô hình MIKE 21 FM/3 Couple; mô hình MIKE 21 được sử dụng để tính toán các biên đầu vào cho mô hình MIKE 11 và mô hình MIKE 21FM/3 Couple; mô hình MIKE 21 FM/3 Couple được sử dụng để tính toán chế độ thủy động lực vùng cửa sông Đà Nông.

2.2. Dữ liệu dùng cho các biên của mô hình

- Số liệu khí tượng năm 2015, 2016 tại trạm

Liên hệ tác giả: Phùng Đức Chính
Email: ducchinh.imh@gmail.com

Tuy Hòa và số liệu mưa ngày năm 2015, 2016 tại trạm Hòa Đông và Phú Lạc làm đầu vào mô hình MIKE-NAM [1, 2];

- Số liệu lưu lượng khảo sát tại chân cầu Bến Cui từ ngày 17-27/11/2016 và từ ngày 21-28/11/2015 để hiệu chỉnh và kiểm định mô hình MIKE- NAM [1];

- Dữ liệu bản đồ số địa hình DEM 15x15 để thiết lập các tiểu lưu vực trong mô hình MIKE-NAM [2];

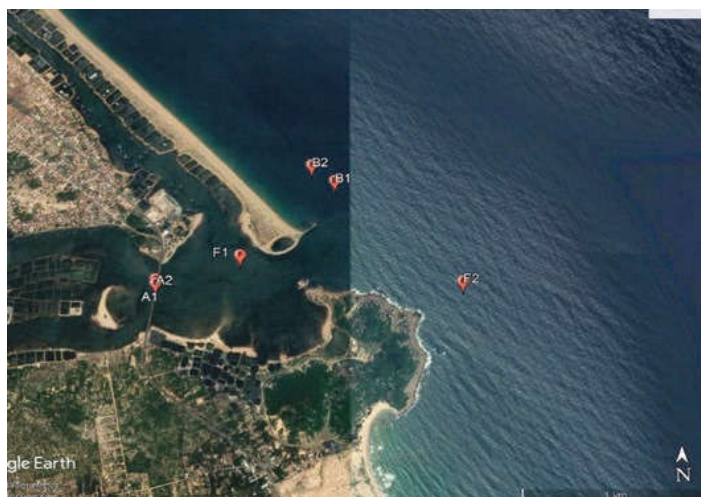
- Dữ liệu mặt cắt ngang lòng dẫn lưu vực sông Bàn Thạch gồm 28 mặt cắt [1, 2];

- Số liệu mực nước thực đo trong 2 đợt

khảo sát từ ngày 13-20/11/2015 và từ ngày 21- 28/11/2015 tại chân cầu Đà Nông (vị trí A1, A2) để hiệu chỉnh, kiểm định mô hình MIKE 11 [1];

- Số liệu sóng và mực nước của trạm F1 và B1 từ ngày 13-28/11/2015 để hiệu chỉnh, và của trạm F2 và B2 từ ngày 18/5-01/6/2016 để kiểm định mô hình MIKE 21 FM/3 Couple [1]. Vị trí các điểm đo đặc khảo sát khu vực cửa sông Đà Nông được thể hiện ở Hình 1.

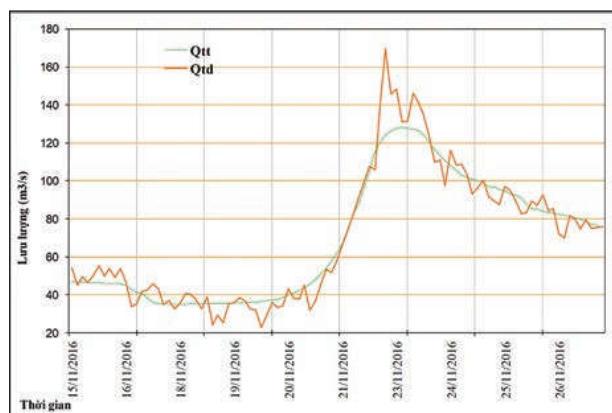
- Dữ liệu địa hình đáy ở khu vực cửa sông có tỉ lệ 1/5.000 và dữ liệu địa hình khu vực Biển Đông có tỉ lệ 1/50.000 [1].



Hình 1. Vị trí các điểm đo đặc khảo sát khu vực cửa sông Đà Nông

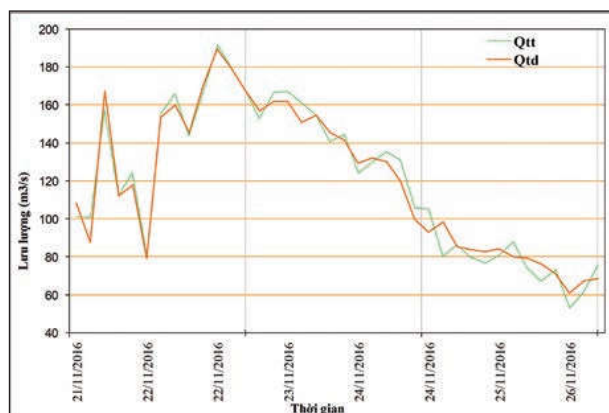
2.3. Các bước thực hiện

- Thiết lập, hiệu chỉnh và kiểm định mô hình, lựa chọn bộ thông số mô hình MIKE-NAM: Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô



Hình 2. Kết quả hiệu chỉnh mô hình MIKE-NAM tại vị trí cầu Bến Cui từ ngày 17-27/11/2016

hình MIKE- NAM cho chỉ số Nash-Sutcliffe đạt 0,76 và 0,71. Sử dụng bộ thông số tìm được để tính toán dòng chảy sản sinh từ mưa cho các tiểu lưu vực, làm biên đầu vào cho mô hình thủy lực MIKE 11.

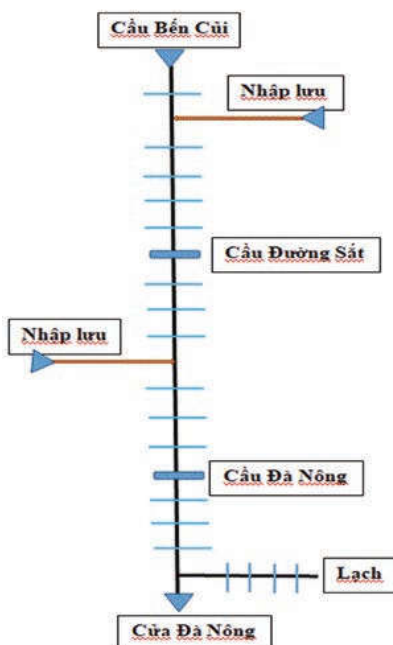


Hình 3. Kết quả kiểm định mô hình MIKE-NAM tại vị trí cầu Bến Cui từ ngày 21-28/11/2015

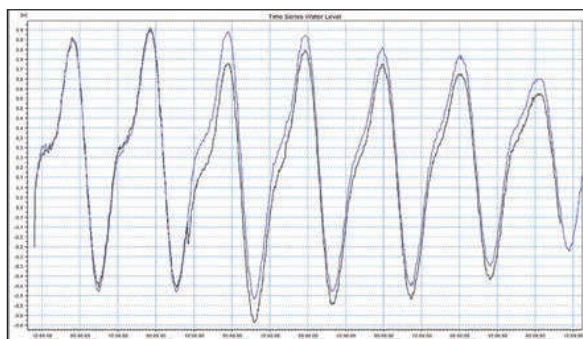
- Thiết lập, hiệu chỉnh và kiểm định mô hình MIKE 11: Lựa chọn bộ thông số mô hình MIKE 11, tiến hành tính toán dòng chảy làm biên đầu vào cho mô hình MIKE 21/3 FM Couple.

Sử dụng chuỗi số liệu mực nước đợt khảo sát

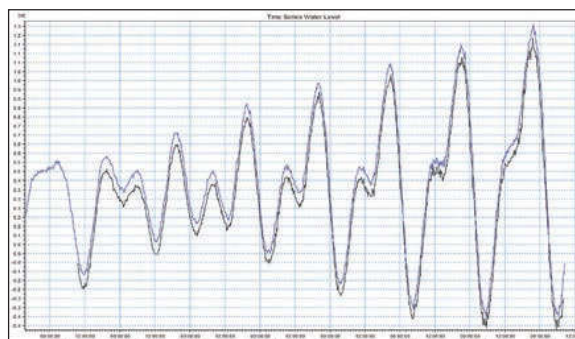
tại vị trí cầu Đà Nông từ ngày 13-20/11/2015 và từ ngày 21-28/11/2015 để hiệu chỉnh và kiểm định mô hình MIKE 11. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình cho chỉ số Nash-Sutcliffe đạt 0,94 và 0,92 (Hình 5, 6).



Hình 4. Sơ đồ thủy lực mô hình MIKE 11



Hình 5. Kết quả hiệu chỉnh mô hình tại cầu Đà Nông từ ngày 13-20/11/2015



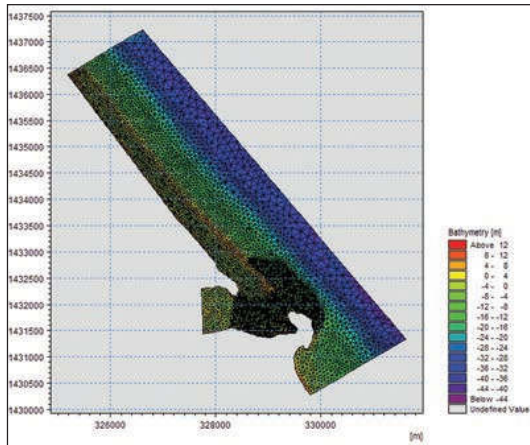
Hình 6. Kết quả kiểm định mô hình tại cầu Đà Nông từ ngày 21-28/11/2015

- Thiết lập mô hình MIKE 21/3 FM Couple vùng cửa sông Đà Nông.

Miền tính của khu vực nghiên cứu có tọa độ: Điểm phía Tây có tọa độ: $12^{\circ}58'59''$; $106^{\circ}8'24''$; điểm phía Bắc có tọa độ: $12^{\circ}58'88''$; $106^{\circ}9'14''$; điểm phía Đông có tọa độ: $12^{\circ}55'42''$; $106^{\circ}10'59''$; điểm phía Nam có tọa độ: $12^{\circ}56'17''$; $106^{\circ}12'0''$. Khoảng cách từ cầu Đà Nông tới vị trí ngoài khơi cách cửa sông 4km (Hình 7).

Lưới tính toán Biển Đông (Mesh BĐ) là lưới tam giác có tọa độ: Từ vĩ độ 1° đến 25° , kinh độ

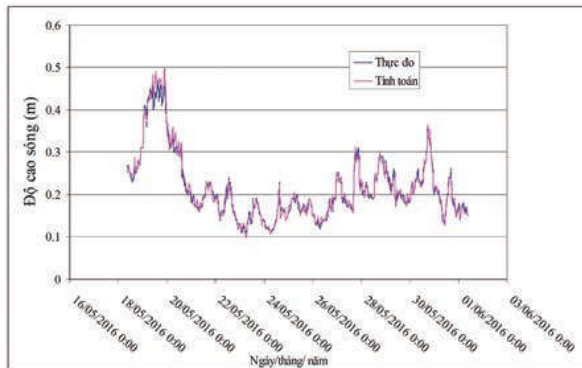
99° đến 121° , kích thước trung bình mỗi ô lưới là 500m. Lưới tính toán Biển Đông (Mesh BĐ) phục vụ tính thủy triều trên toàn Biển Đông và sóng ngoài khơi truyền vào làm điều kiện biên cho lưới tính cửa khu vực nghiên cứu (Mesh I). Tổng số phần tử được đưa vào tính toán là 12.423, kích thước mỗi phần tử khoảng 20-400m, trong đó khu vực luồng tàu ra vào cửa Đà Nông được chi tiết hóa với kích thước ô lưới từ 10-30m, khu vực ngoài biển kích thước các ô lưới từ 50-400m (Hình 8).



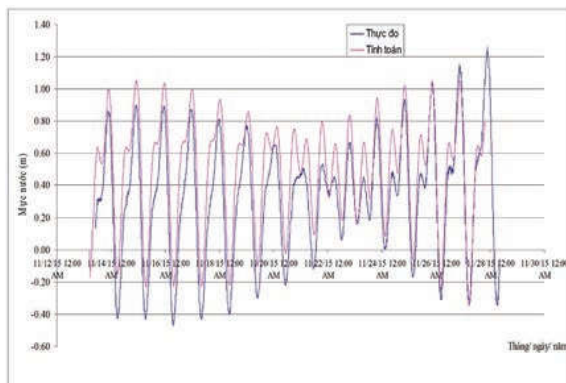
Hình 7. Lưới tính toán 2 chiều khu vực cửa Đà Nẵng

Sử dụng chuỗi số liệu sóng quan trắc từ ngày 18/5-01/6/2016 tại trạm F2 và B2 để hiệu chỉnh mô hình. Kết quả hiệu chỉnh cho thấy, tại trạm F2 chỉ số Nash-Sutcliffe đạt 97%, tại trạm B2 chỉ số Nash-Sutcliffe đạt 96% (Hình 9, 10).

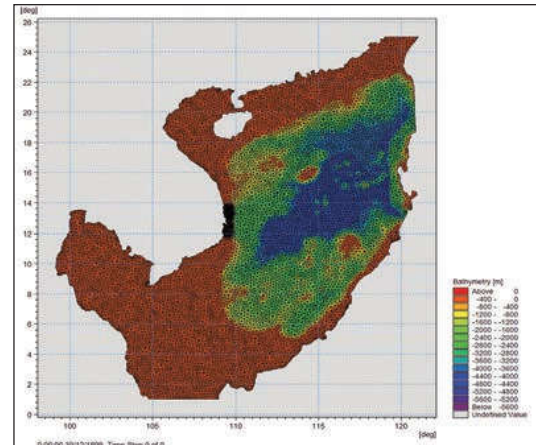
Sử dụng chuỗi số liệu mực nước tại trạm F1 và độ cao sóng tại trạm B1 từ 13-28/11/2015 để kiểm định mô hình. Độ tin cậy của mô hình được



Hình 9. Độ cao sóng thực đo và tính toán tại trạm F2



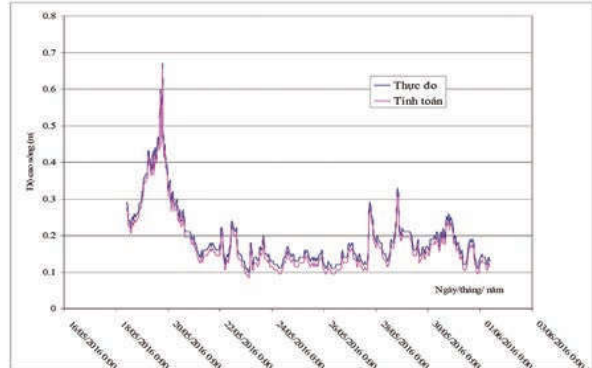
Hình 11. Đường quá trình mực nước thực đo và tính toán tại trạm F1



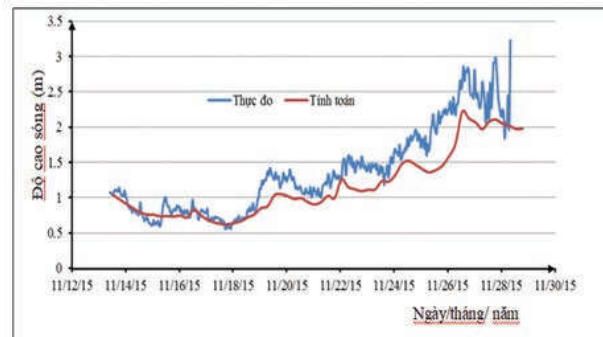
Hình 8. Lưới tính cho khu vực Biển Đông

đánh giá theo chỉ số Nash-Sutcliffe. Tại trạm F1, chỉ số Nash-Sutcliffe đạt 92%; tại trạm B1 chỉ số Nash-Sutcliffe đạt 76% (Hình 11, 12).

Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình tại các điểm khảo sát là khá tốt, như vậy có thể sử dụng bộ thông số của mô hình để tính toán chế độ thủy động lực cho khu vực cửa sông Đà Nẵng.



Hình 10. Độ cao sóng thực đo và tính toán tại trạm B2



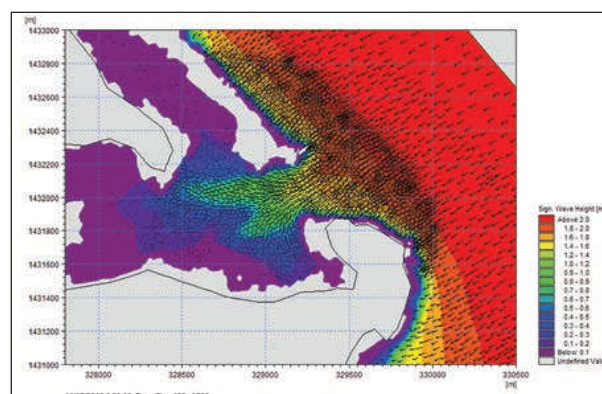
Hình 12. Độ cao sóng thực đo và tính toán tại trạm B1

3. Kết quả

3.1. Kết quả mô phỏng chế độ thủy động lực cho kịch bản hiện trạng

Kết quả tính toán, mô phỏng chế độ thủy động lực trong các thời kỳ quan trắc (Hình 13-15) cho thấy:

- Trong thời gian từ ngày 13-28/11/2015, sóng truyền theo hướng Đông Bắc. Độ cao sóng ở khu vực cửa sông đạt 1,2-1,5m, ở phía trong cửa sông từ 0,4-1,2m (sóng đánh thẳng vào khu vực đồn biên phòng và khu vực cảng cá, gây sạt lở nghiêm trọng ở các khu vực này). Vào thời kỳ triều lên, dòng chảy chảy từ biển vào sông, tốc độ dòng chảy lớn nhất phía trong cửa sông tại thời điểm đỉnh triều từ 0,2-0,4m/s. Vào thời kỳ triều rút, dòng chảy từ sông chảy ra biển, tốc độ dòng chảy dao động từ 0,2-0,5m/s. Trong thời

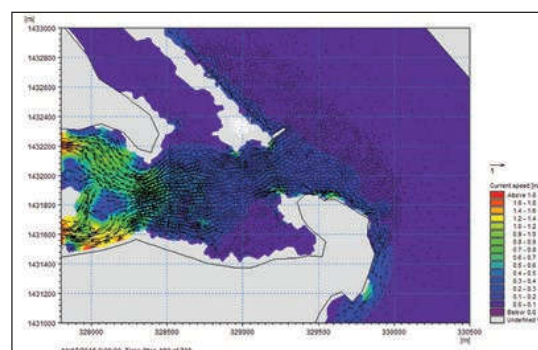


Trường sóng khu vực cửa sông Đà Nẵng

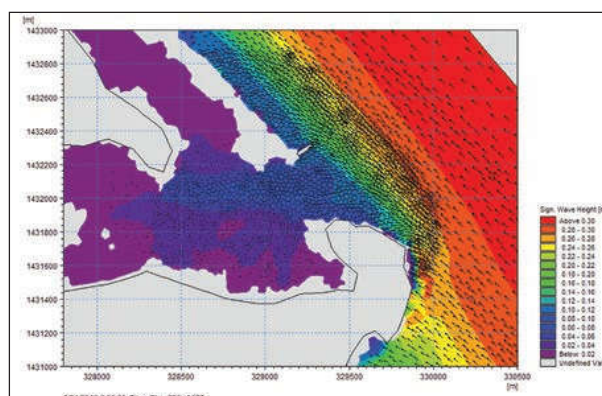
Hình 13. Kết quả mô phỏng trường sóng và trường dòng chảy từ ngày 13-28/11/2015

kỳ này, biến động địa hình đáy khu vực cửa sông khá mạnh, hiện tượng bồi lấp, sạt lở xảy ra đồng thời. Hiện tượng xói lở xảy ra ở phía bờ Bắc, bờ Nam và phía trong cửa sông, độ sâu của các hố xói khoảng từ 10-20cm. Ở khu vực đầu mũi kè có hiện tượng dòng bùn cát vận chuyển dọc bờ hướng Bắc Nam vượt qua mũi kè vào bồi lấp cửa sông, chiều dày của lớp bồi này khoảng từ 60-70cm.

- Trong thời gian từ ngày 18/5-01/6/2016, sóng truyền theo hướng Đông Nam, độ cao sóng ở khu vực cửa sông từ 0,10-0,12m, độ cao sóng phía trong cửa sông từ 0,06-0,1m. Vào mùa này, dòng chảy khu vực cửa sông rất nhỏ, khoảng 0,1m/s. Trong thời kỳ này, địa hình đáy khu vực cửa sông Đà Nẵng ít biến động, tuy nhiên khu vực cửa sông và phía ngoài biển dần hình thành các cồn cát có độ cao khoảng từ 5-10cm.

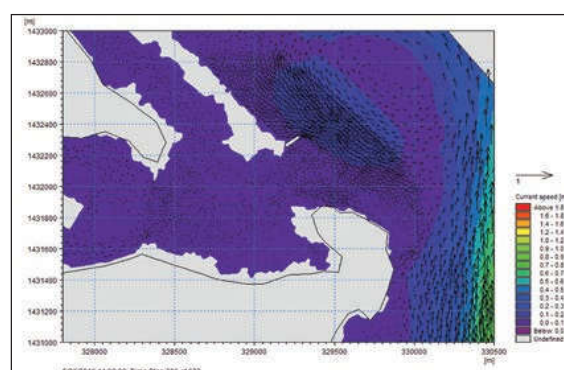


Trường dòng chảy khu vực cửa sông Đà Nẵng tại thời điểm đỉnh triều

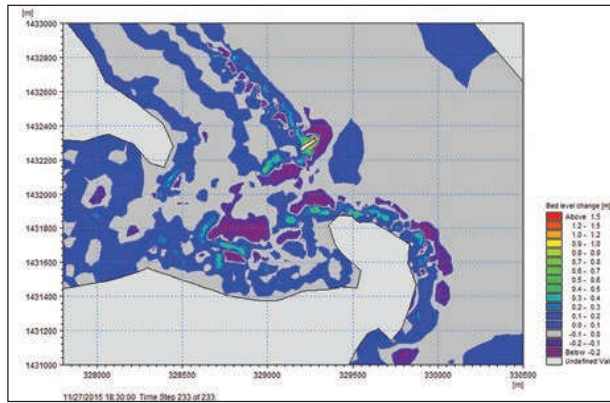


Trường sóng khu vực cửa sông Đà Nẵng

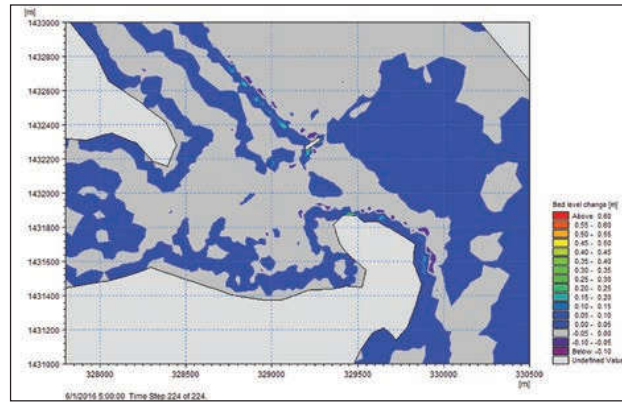
Hình 14. Kết quả mô phỏng trường sóng và trường dòng chảy từ ngày 18/5-01/6/2016



Trường dòng chảy khu vực cửa sông Đà Nẵng tại thời điểm đỉnh triều



Hình 15. Biến động địa hình đáy khu vực cửa sông Đà Nong từ ngày 13-28/11/2015



Hình 16. Biến động địa hình đáy khu vực cửa sông Đà Nong từ ngày 18/5-01/6/2016

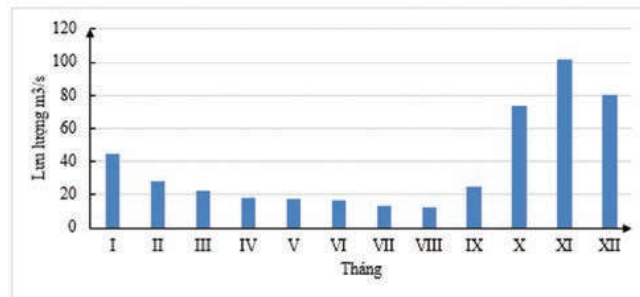
3.2. Kết quả mô phỏng chế độ thủy động lực theo các kịch bản

3.2.1. Các yếu tố tác động đến chế độ thủy động lực khu vực của sông Đà Nong

Chế độ thủy động lực khu vực cửa sông phụ thuộc chế độ dòng chảy trong sông, chế độ sóng và triều:

Dòng chảy trong sông có 2 mùa nhất định, mùa lũ và mùa cạn. Mùa cạn bắt đầu từ tháng I đến tháng IX, mùa lũ bắt đầu từ tháng X đến tháng XII (Hình 17);

Sóng ở khu vực cửa sông Đà Nong chịu tác động của chế độ gió ở khu vực này (Hình 18), hướng sóng chủ yếu là hướng sóng Đông Bắc, Đông, Nam, Tây Nam và Đông Nam (Bảng 1).



Hình 17. Lưu lượng nước trung bình tháng tại cầu Đà Nong (1982-2016)

Bảng 1. Bảng tần suất các hướng sóng trung bình nhiều năm tại cửa Đà Nong

Hướng sóng\ Tháng	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XI	Tổng
N					0,1				0,3	0,2	0,1		0,88
NE	7,9	6,0	4,7	3,3	1,9	0,3	0,1	0,2	2,8	7,3	7,5	8,2	50,20
E	0,6	1,6	3,2	3,5	2,8	0,8	0,4	0,6	1,1	0,7	0,6	0,3	16,10
SE		0,1	0,6	1,3	1,9	1,1	1,0	0,8	0,9	0,1			7,84
S				0,1	1,6	3,5	3,8	3,2	1,8	0,1			14,10
SW					0,3	2,2	3	3,3	1,0				9,80
W						0,3	0,2	0,3	0,2				0,97
NW								0,1	0,1				0,19
Tổng	8,5	7,7	8,5	8,2	8,5	8,2	8,5	8,5	8,2	8,5	8,2	8,5	100

3.2.2. Lựa chọn các kịch bản mô phỏng

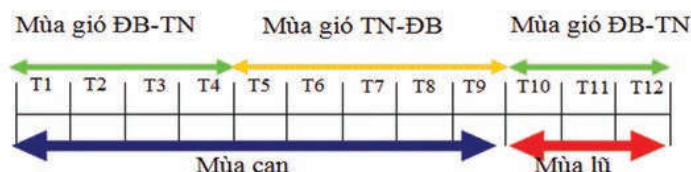
Để xác định được nguyên nhân gây bồi lấp, sạt lở khu vực cửa sông Đà Nông, trên cơ sở phân tích thời gian và các yếu tố tác động đến chế độ thủy động lực khu vực cửa sông Đà Nông, tác giả đã lựa chọn 3 nhóm kịch bản để mô phỏng, gồm:

Nhóm kịch bản 1: Mô phỏng chế độ thủy

động lực khu vực cửa sông Đà Nông theo mùa gió và mùa dòng chảy (Hình 18);

Nhóm kịch bản 2: Mô phỏng chế độ thủy động lực khu vực cửa sông Đà Nông khi có bão đổ bộ;

Nhóm kịch bản 3: Mô phỏng chế độ thủy động lực khu vực cửa sông Đà Nông theo thời gian liên tục trong năm (năm 2016 là năm đại diện).



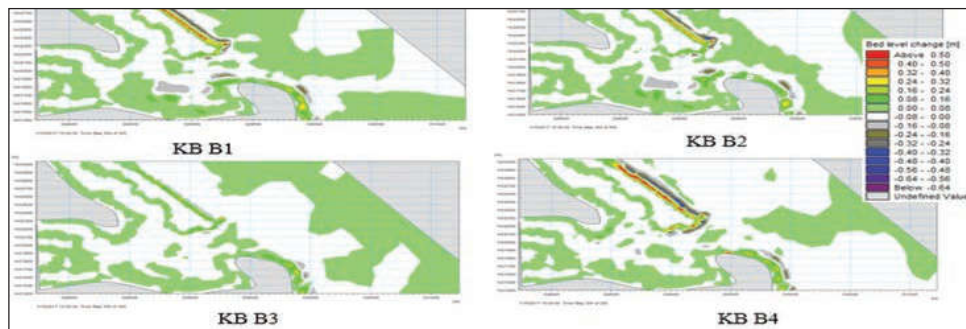
Hình 18. Phân bố mùa gió chủ đạo và mùa dòng chảy theo các tháng

3.2.3. Kết quả mô phỏng chế độ thủy động lực theo nhóm kịch bản 1

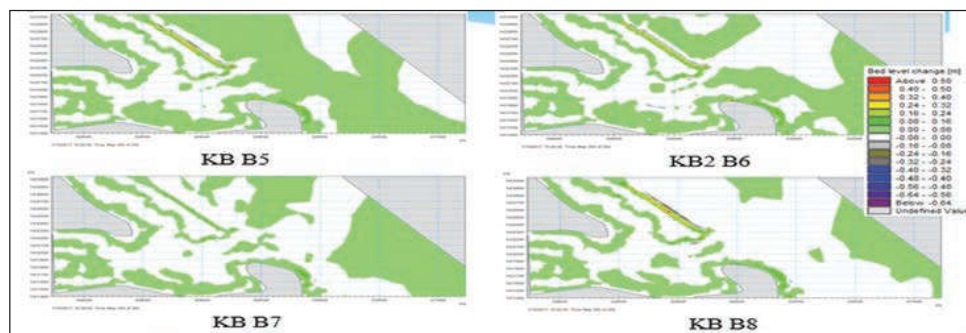
Dựa vào đặc điểm dòng chảy và phân bố mùa gió trong năm (Hình 17 và Hình 18), tác giả đã chia nhóm kịch bản 1 thành 3 thời kỳ tính toán, gồm: Thời kỳ từ tháng I đến tháng IV; thời kỳ từ tháng V đến tháng IX; thời kỳ từ tháng X đến tháng XII:

Do đường bờ khu vực cửa sông Đà Nông có

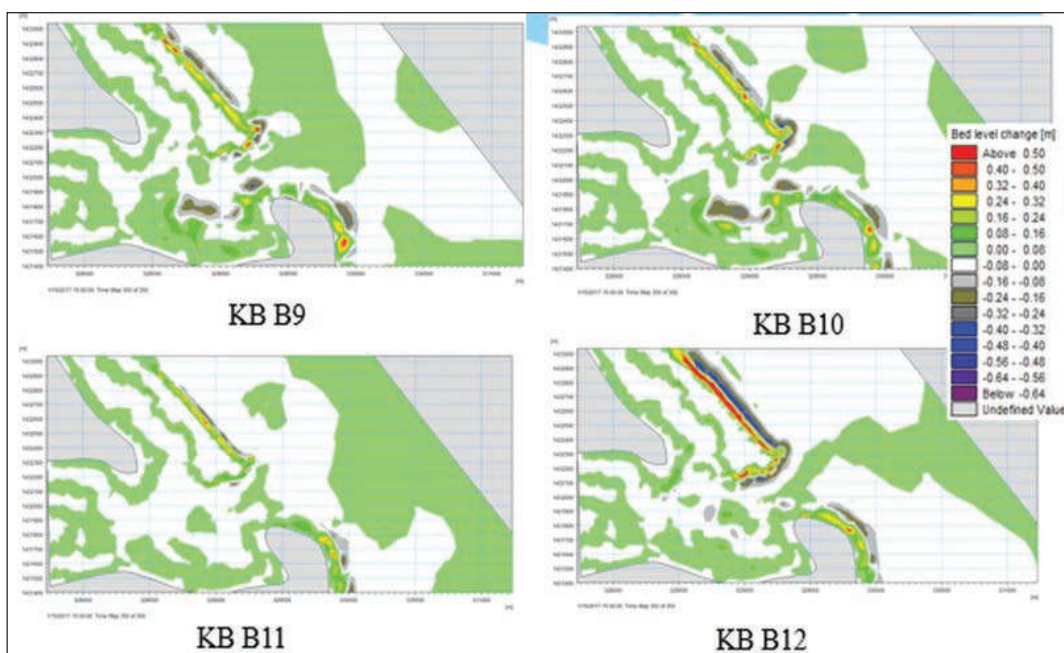
hướng Tây Bắc - Đông Nam nên sóng hướng Nam, Tây Nam, Tây và Tây Bắc không tác động đến khu vực đường bờ, bởi vậy trong nhóm kịch bản 1 chỉ xem xét 4 hướng sóng gồm: Hướng Bắc (KB B1, KB B5, KB B9); Đông Bắc (KB B2, KB B6, KB B10); Đông (KB B3, KB B7, KB B11) và Đông Nam (KB B4, KB B8, KB B12). Kết quả mô phỏng chế độ thủy động lực khu vực cửa sông Đà Nông theo nhóm kịch bản 1 được trình bày trong Hình 19, 20, 21.



Hình 19. Biến động địa hình đáy khu vực cửa Đà Nông theo các hướng sóng thời kỳ từ tháng I đến tháng IV



Hình 20. Biến động địa hình đáy khu vực cửa Đà Nông theo các hướng sóng thời kỳ từ tháng V đến tháng IX



Hình 21. Biến động địa hình đáy khu vực cửa Đà Nẵng theo các hướng sóng thời kỳ từ tháng X đến tháng XII

Kết quả phân tích tính toán cho thấy:

- Chế độ dòng chảy khu vực cửa sông Đà Nẵng ít bị ảnh hưởng của chế độ dòng chảy trong sông, vận tốc dòng chảy phía trong cửa sông ở các thời kỳ đều dưới 0,05m/s;

- Khi sóng ở khu vực cửa sông Đà Nẵng có hướng Bắc, Đông Bắc và hướng Đông thì dòng chảy khu vực ven biển có hướng từ Bắc xuống Nam, khi sóng ở khu vực cửa sông Đà Nẵng có hướng Đông Nam thì dòng chảy ven biển có hướng từ Nam lên Bắc;

- Khi xuất hiện sóng hướng Bắc, Đông Bắc và Đông Nam dòng chảy phía Bắc và dòng chảy phía Nam cửa sông hình thành các điểm có vận tốc dòng chảy từ 0,15-0,40m/s trong thời kỳ từ tháng I đến tháng IV, từ 0,20 đến trên 0,55m/s trong thời kỳ từ tháng X đến tháng XII và dưới 0,15m/s trong thời kỳ từ tháng V đến tháng IX. Như vậy, vận tốc dòng chảy ven bờ trong mùa gió Đông Bắc lớn hơn dòng chảy ven bờ trong mùa gió Tây Nam;

- Địa hình khu vực cửa sông luôn bị biến đổi theo các hướng sóng và hướng dòng chảy, mức độ bồi xói ở các khu vực là khác nhau, cụ thể:

- + Khu vực phía Bắc, phía Nam cửa sông và xung quanh bờ kè: Bồi xói đồng thời xảy ra, hiện tượng bồi xảy ra trong phạm vi 50m, mức độ

bồi lấp từ 0,16 đến trên 0,55m, hiện tượng xói xảy ra trong phạm vi từ 50-200m, mức độ xói từ 0,24-0,4m.

Khi xuất hiện sóng hướng Bắc, Đông Bắc và hướng Đông, dòng chảy ven bờ có hướng từ Bắc xuống Nam đem bùn cát vận chuyển dọc bờ từ Bắc xuống Nam gây bồi lấp ở khu vực ven bờ trong phạm vi từ 50m và xung quanh bờ kè. Ngoài ra, sóng từ biển hướng Bắc, Đông Bắc và hướng Đông xói (đẩy) bùn cát ở khu vực cách bờ từ 50 đến 200m vào bồi lấp.

Khi xuất hiện sóng hướng Đông Nam, dòng chảy ven bờ có hướng từ Nam lên Bắc, do ảnh hưởng của bãi đá gốc và cửa sông và bờ kè nên bùn cát bị ngăn giữ lại ở phía Nam, hoặc bị đưa vào trong sông bởi vậy dòng chảy từ Nam lên Bắc không đem theo bùn cát để bồi lấp. Trong thời điểm này, sóng hướng Đông Nam xói (đẩy) bùn cát ở khu vực cách bờ 50 đến 200m vào bồi lấp phía trong khu vực gần bờ.

- + Khu vực hòng sông: Ở giữa hòng sông luôn hình thành 1 cồn cát, cồn cát này có kích thước khác nhau và có độ dày dưới 0,08m, kích thước của cồn cát tùy thuộc vào hướng sóng, dòng chảy ven bờ và đặc biệt khi có bão đổ bộ.

- + Khu vực phía trong cửa sông: Bồi xói xảy ra chủ yếu trong mùa lũ từ tháng X đến tháng XII

nhất là trong mùa gió Bắc, Đông Bắc. Ở đây hình thành những điểm bồi xói cục bộ, mức độ bồi từ 0,08-0,24m, mức độ xói từ 0,16-0,24m, nguyên nhân chính là do tương tác giữa dòng chảy ven bờ, sóng từ biển vào và dòng chảy từ sông ra.

Trong các tháng mùa cạn (từ tháng I đến tháng IX), địa hình ở khu vực này cũng biến đổi khác nhau theo các hướng sóng khác nhau, song mức độ bồi, xói ở khu vực này khá nhỏ (dưới 0,08m).

3.2.4. Kết quả mô phỏng chế độ thủy động lực theo nhóm kịch bản 2

Khi có bão đổ bộ, tốc độ gió vùng gần tâm bão rất lớn. Đường đi của bão có thể làm gia tăng vận tốc dòng chảy và độ cao sóng đổ bộ vào khu vực cửa sông làm cho chế độ thủy động lực vùng cửa sông bị thay đổi.

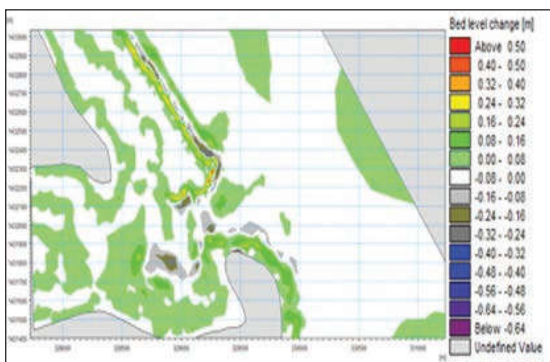
Để đánh giá mức độ ảnh hưởng của các trận bão đến quá trình bồi lấp, sạt lở cửa sông, trong nhóm kịch bản 2, tác giả chọn 3 trận bão điển hình đã từng xảy ra và tác động vào khu vực phía Bắc cửa sông (bão số 8 năm 2001), phía Nam cửa sông (bão số 10 năm 2008) và khu vực cửa

sông (bão số 12 năm 2017) để mô phỏng. Kết quả mô phỏng chế độ thủy động lực khu vực cửa sông Đà Nông theo nhóm kịch bản 2 (Hình 22, 23, 24) cho thấy:

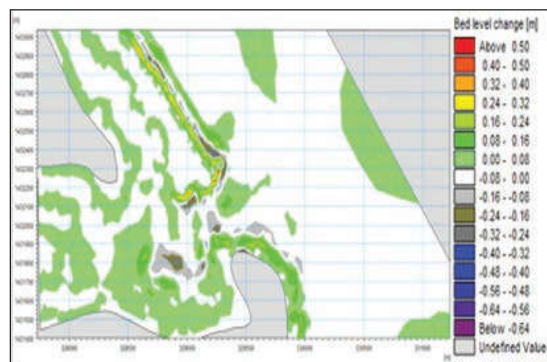
- Sóng ở khu vực cửa sông Đà Nông khá lớn, sóng tác động mạnh vào khu vực ven bờ và lấn sâu vào phía trong cửa sông.

- Các trận bão này đều xuất hiện trong tháng XI, đây là thời kỳ mùa lũ trong sông, nên khi có bão đổ bộ, dòng chảy do sóng bão tương tác với dòng chảy trong sông hình thành một số điểm xoáy ở phía trong cửa sông, tại các điểm này thường có vận tốc dòng chảy lớn hơn các vị trí khác.

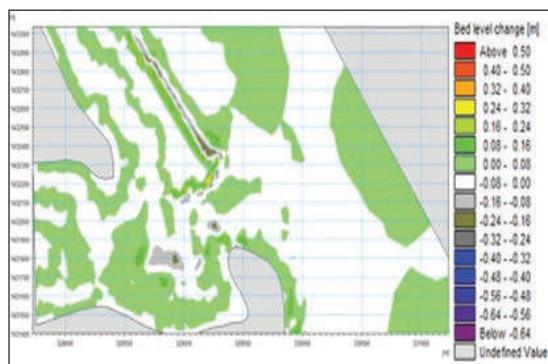
- Biến động địa hình có cơ chế cùng với nhóm kịch bản 1, tuy nhiên do cường độ của các trận bão khác nhau, vị trí đổ bộ cũng khác nhau nên độ cao sóng, tốc độ dòng chảy và mức độ bồi xói khu vực cửa sông sẽ khác nhau. Ở khu vực hòng sông và phía trong cửa sông tương tác dòng chảy ven bờ, sóng từ biển vào thẳng thể dòng chảy trong sông, các cồn cát bị dịch chuyển vào phía trong cửa sông.



Hình 22. Biến đổi đáy theo kịch bản bão đổ bộ phía Bắc cửa sông (bão số 8 năm 2001)



Hình 23. Biến đổi đáy sóng theo kịch bản bão đổ bộ cửa sông (bão số 12 năm 2017)



Hình 24. Biến đổi đáy theo kịch bản bão đổ bộ phía Nam cửa sông (bão số 10 năm 2008)

3.2.4. Kết quả mô phỏng chế độ thủy động lực theo nhóm kịch bản 3

Để mô phỏng chế độ thủy động lực liên tục trong năm, tác giả chọn năm 2016 là năm điển hình vì năm này có nhiều nguồn số liệu đáp ứng nhu cầu tính toán. Các điều kiện biên của mô hình gồm: Biên sóng được trích từ mô hình sóng toán cầu trong thời gian tính toán (nguồn số liệu từ ECMWF); biên sông được tính toán từ mô hình thủy lực 1 chiều tại cầu Đà Nẵng; địa hình tháng 11/2015 [1].

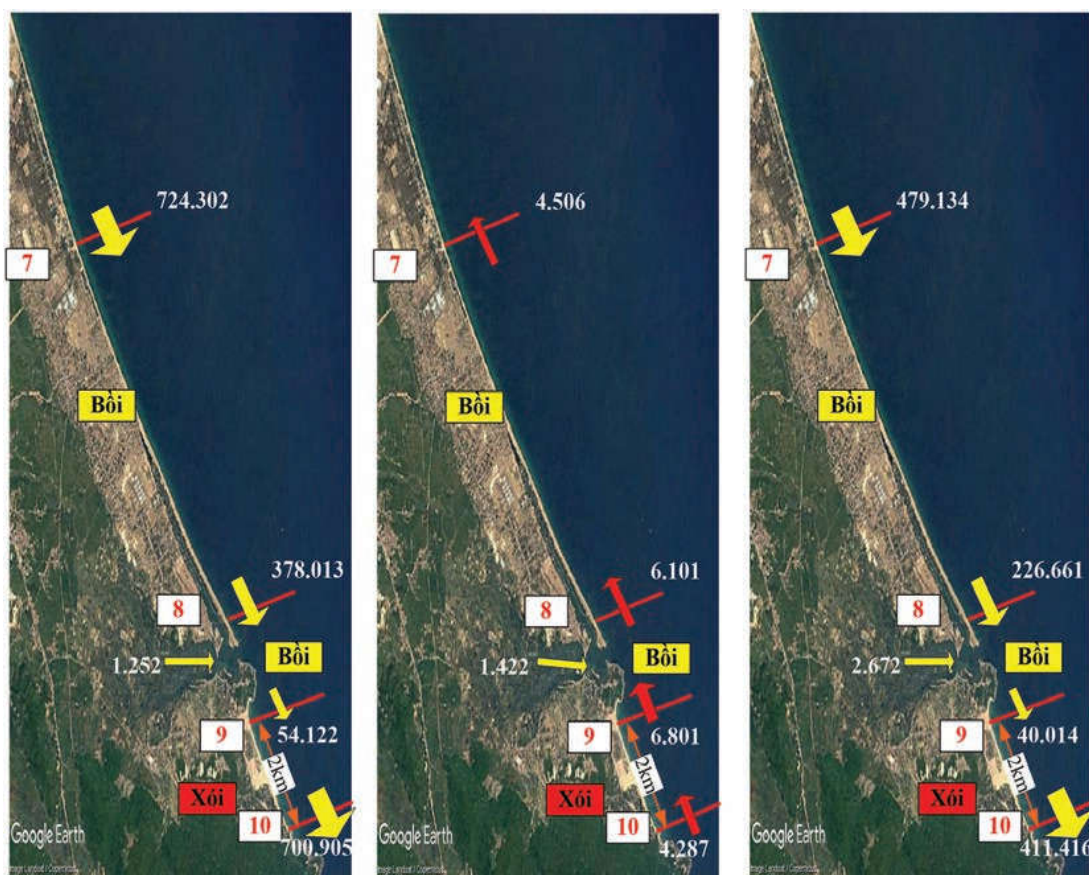
Kết quả mô phỏng chế độ thủy động lực liên tục trong năm 2016 cho thấy: Chế độ thủy động lực khu vực cửa sông trong năm 2016 biến đổi mạnh trong mùa gió Đông Bắc, ít biến đổi trong mùa gió Tây Nam; chế độ sóng, chế độ dòng chảy và biến động địa hình đáy về cơ bản có cùng cơ chế với nhóm kịch bản 1, song kết quả mô phỏng được chi tiết hóa cho từng tháng trong năm.

Từ kết quả mô phỏng chế độ thủy động lực

cho từng tháng trong năm, tiến hành tính toán lượng bùn cát vận chuyển qua một số mặt cắt khu vực cửa sông. Kết quả được trình bày trong Hình 25, Bảng 2.

- Giá trị dương là bùn cát đi từ phía Bắc xuống phía Nam; giá trị âm là bùn cát đi từ phía Nam lên phía Bắc.

Kết quả tính toán cho thấy: Trong thời đoạn từ tháng I-III và X-XII bùn cát có xu thế vận chuyển từ phía Bắc xuống phía Nam; trong thời kỳ từ tháng IV đến tháng IX lại có xu thế ngược lại (từ phía Nam lên phía Bắc). Xét phạm vi cửa Đà Nẵng được giới hạn bởi mặt cắt MC8, MC9 và cầu Đà Nẵng, hiện tượng bồi tại cửa sông xảy ra trong cả 1 năm trung bình khoảng 517.000m^3 , chủ yếu trong tháng I-II và XI-XII chiếm khoảng 91%. Trong đó, nguồn từ sông ra khoảng 6.500m^3 , lượng bùn cát vận chuyển xuống phía Nam khoảng 87.000m^3 , trong khi đó lượng bùn cát lượng bùn cát từ Bắc cửa Đà Nẵng đi xuống khoảng 598.000m^3 .



Hình 25. Biểu diễn khối lượng bồi xói tại khu vực cửa Đà Nẵng trong các giai đoạn năm 2016

Bảng 2. Khối lượng bùn cát vận chuyển qua các mặt cắt (m³)

	Tháng I	Tháng II	Tháng III	Tháng IV	Tháng V	Tháng VI	Tháng VII	Tháng VIII	Tháng IX	Tháng X	Tháng XI	Tháng XII	Tổng
MC7	420.645	284.189	19.968	-1.655	-473	-743	-774	-1.322	-18	10.831	122.044	346.259	1.198.950
MC8	128.334	205.838	43.843	-1.792	-972	-498	-572	-987	-1.280	6.034	96.047	124.580	598.575
MC9	12.261	35.708	6.165	-2.306	-1.120	-482	-510	-1.191	-1.201	2.462	15.827	21.746	87.357
MC10	283.729	376.569	40.657	-1.218	-684	-572	-586	-814	-414	8.725	173.222	301.539	1.180.154
Sông	648	380	324	260	257	234	191	188	353	1.062	1.431	1.179	6.506
Bồi-Xói	116.721	170.510	38.003	774	405	218	129	392	273	4.634	81.651	104.013	517.723

4. Kết luận

Từ các kịch bản mô phỏng chế độ thủy động lực khu vực cửa sông Đà Nông, có kết luận sau:

Chế độ thủy động lực vùng cửa sông Đà Nông diễn biến rất phức tạp, biến động mạnh trong mùa gió Đông Bắc, ít biến động hơn trong mùa gió Tây Nam. Tốc độ dòng chảy trong mùa gió Đông Bắc lớn hơn trong mùa gió Tây Nam. Sóng trong mùa gió Tây Nam ở phía trong cửa sông rất nhỏ;

Chế độ sóng khu vực cửa sông Đà Nông chịu ảnh hưởng của chế độ gió tại khu vực này. Vào mùa gió Đông Bắc, hướng sóng chủ đạo là hướng Đông Bắc và hướng Đông. Do bờ biển khu vực cửa sông Đà Nông chạy theo hướng Tây Bắc - Đông Nam nên vào mùa gió Đông Bắc, từ tháng X đến tháng IV năm sau, sóng lấn sâu vào trong sông gây bồi, xói lở vùng cửa sông, đặc biệt là khi có bão đổ bộ.

Do ảnh hưởng của hướng sóng, dòng chảy ven bờ và dòng chảy trong sông, địa hình khu vực cửa sông luôn bị biến đổi, mức độ bồi xói ở các khu vực là khác nhau. Ở khu vực phía Bắc cửa sông và xung quanh bờ kè, hiện tượng bồi xảy ra ở trong phạm vi từ đường bờ ra biển khoảng 50m, hiện tượng xói xảy ra trong phạm vi cách đường bờ khoảng từ 50 đến 200m. Ở khu vực hạ lưu sông luôn hình thành 1 cồn cát, cồn cát này có kích thước khác nhau, kích thước của cồn cát tùy thuộc vào hướng sóng và dòng chảy ven bờ, đặc biệt cồn cát này bị đẩy vào phía trong cửa sông khi có bão đổ bộ. Ở phía trong cửa sông, hiện tượng bồi, xói xảy ra chủ yếu trong mùa lũ từ tháng X đến tháng XII, ở khu vực này hình thành những điểm bồi xói cục bộ do tương tác giữa dòng chảy ven bờ, sóng từ biển và dòng chảy từ sông ra.

Lời cảm ơn: Tác giả xin gửi lời cảm ơn sự hỗ trợ của Đề tài cấp Nhà nước “Nghiên cứu cơ sở khoa học để xác định cơ chế bồi lấp, sạt lở và đề xuất các giải pháp ổn định các cửa sông Đà Diễn và Đà Nông tỉnh Phú Yên phục vụ phát triển bền vững cơ sở hạ tầng và kinh tế - xã hội”, Mã số ĐTDL.CN.15/15 và Đề tài cấp Bộ “Nghiên cứu cơ sở khoa học và thực tiễn để cảnh báo và đề xuất giải pháp kiểm soát ngập lụt ở lưu vực sông Bàn Thạch”, Mã số TNMT.2018.05.36. Tác giả cũng xin cảm ơn các phản biện về những góp ý để bài báo hoàn thiện hơn.

Tài liệu tham khảo

Tài liệu tiếng Việt

1. Tài liệu khảo sát Đề tài cấp Nhà nước: “Nghiên cứu cơ sở khoa học để xác định cơ chế bồi lấp, sạt lở và đề xuất các giải pháp ổn định các cửa sông Đà Diễn và Đà Nông tỉnh Phú Yên phục vụ phát triển bền vững cơ sở hạ tầng và kinh tế xã hội”, Mã số ĐTDL.CN.15/15, 2019.
2. Tài liệu khảo sát Đề tài cấp Bộ: “Nghiên cứu cơ sở khoa học và thực tiễn để cảnh báo và đề xuất giải pháp kiểm soát ngập lụt ở lưu vực sông Bàn Thạch”, Mã số TNMT.2018.05.36, 2019.
3. Ủy ban nhân dân tỉnh Phú Yên, Báo cáo Dự án Nạo vét khai thông hạ lưu và cửa biển sông Bàn Thạch, xã Hòa Hiệp Nam và xã Hòa Tâm, huyện Đông Hòa, Tổ giám sát dự án nạo vét, khai thông

hạ lưu, tháng 5/2016.

4. Ủy ban nhân dân tỉnh Phú Yên, *Dự án Nạo vét khai thông hạ lưu và cửa biển sông Bàn Thạch*, 2009 và 2013.
5. Ủy ban nhân dân tỉnh Phú Yên, *Dự án xây dựng kè Đà Nông*, 2001 và 2004.

Tài liệu tiếng Anh

6. *DHI-MIKE Introduction and tutorial, User manual and Reference manual*, 2008.

APPLICATION OF MIKE 21/3 FM COUPLE TO SIMULATE THE HYDRAULIC OF DA NONG ESTUARY OF PHU YEN PROVINCE

Phung Duc Chinh⁽¹⁾, Dang Dinh Kha⁽²⁾, Nguyen Tho Sao⁽²⁾,
Nguyen Tien Giang⁽²⁾, Dang Thi Lan Phuong⁽¹⁾

⁽¹⁾Viet Nam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate change

⁽²⁾VNU University of Science

Received: 2/11/2019; Accepted: 2/1/2020

Abstract: *The paper presents the results of applying the model MIKE 21/3 FM Couple to simulate the hydrodynamic regime of Da Nong estuary. The data series of 2 surveys from 13 to 23 November 2015 and from May 18 to June 1, 2016 were used to calibrate and verify the model. After selecting the model parameters, hydrodynamic mode simulation with 3 different scenario groups to find the causes of sedimentation and erosion. The simulation results show that: During the northeast monsoon season, the hydrodynamic regime in the Da Nong estuary area is more changed than during the southwest monsoon. The flow velocity in the northeast monsoon season is greater than in the southwest monsoon. Velocity and height of waves during the southwest monsoon in the estuary are very small; Due to the influence of wave directions, coastal currents and currents in the river, the topography of the estuary area is always changing. In the northern part of the river mouth and around the embankment, sediments occur within a distance of about 50m from the shoreline to the sea, erosion occurs within a distance of 50 to 200m from the shoreline. In the river mouth area is always formed a sand dune, this sand dunes have different sizes depending on the wave direction and coastal currents. In the area inside the estuary, there are erosion accretion points due to the interaction between the coastal currents, the waves from the sea and the flows from the rivers.*

Key words: *Da Nong estuary, simulations, hydrodynamics, MIKE 21/3 FM Couple.*