

MÔ PHỎNG CHẾ ĐỘ THỦY ĐỘNG LỰC VÀ VẬN CHUYỂN TRẦM TÍCH KHU VỰC CỬA TÙNG, QUẢNG TRỊ

Nguyễn Thị Trang

*Khoa Khí tượng, Thủy văn và Hải dương học, Trường Đại học
Khoa học tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội*
E-mail: trangbibibi@gmail.com

Ngày nhận bài: 9-11-2017

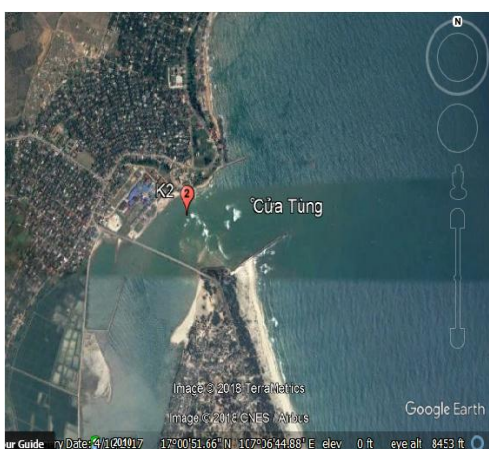
TÓM TẮT: Bài báo trình bày kết quả mô phỏng, tính toán bằng mô hình số trị các đặc trưng sóng, dòng chảy và quá trình vận chuyển trầm tích khu vực Cửa Tùng, Quảng Trị với các kịch bản bao gồm: Kịch bản 1- KB1: Khi có sự xuất hiện của kè phía nam; Kịch bản 2- KB2: Khi không có sự xuất hiện của kè; Kịch bản 3- KB3: Khi có sự xuất hiện của kè phía nam và kè phía bắc. Các kết quả có được mô tả cụ thể bức tranh động lực về trường sóng, trường dòng chảy, đưa ra xu thế bồi xói cũng như lý giải nguyên nhân dẫn đến tình trạng mất cân bằng trong cán cân trầm tích tồn tại ở khu vực bãi tắm Cửa Tùng.

Từ khóa: Cửa Tùng, thủy động lực, vận chuyển trầm tích.

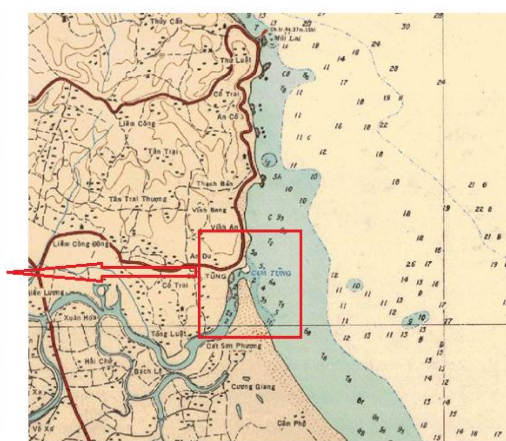
MỞ ĐẦU

Vùng biển Cửa Tùng trải dài gần 1 km thuộc thôn An Đức, xã Vĩnh Quang, huyện Vĩnh Linh, tỉnh Quảng Trị. Cửa Tùng nằm ở một vị trí địa lý phức tạp, chịu ảnh hưởng của các điều kiện tự

nhiên như: Sóng biển, thủy triều, hải lưu, nước dâng và dòng bùn cát; dòng chảy sông và các tai biến lũ lụt; gió mùa Đông Bắc, Tây Nam và bão, cùng với các tác động của biến đổi khí hậu toàn cầu và các hoạt động kinh tế xã hội đang diễn ra mạnh mẽ trong khu vực.



(a)



(b)

Hình 1. Vùng nghiên cứu (a) và khu vực biển Cửa Tùng (b) [1]

Trong những năm gần đây, bãi tắm Cửa Tùng bị xói lở mạnh, các khu vực này ngày càng bị thu hẹp về không gian do sự xâm thực biển

gia tăng cả về quy mô lẫn cường độ, dẫn tới các tổn thất đối với kinh tế, đặc biệt là du lịch.



Hình 2. Xói lở tại phía bắc bãi tắm Cửa Tùng [1]

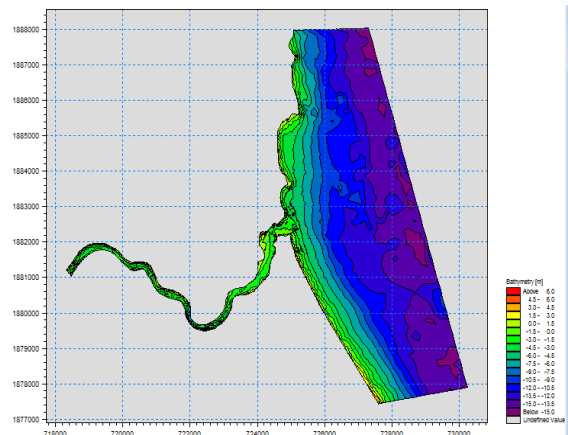
Trước tình hình đó đã có rất nhiều công trình nghiên cứu của các nhà khoa học được thực hiện nhằm đưa ra các giải pháp khắc phục sự cố xâm thực bãi tắm Cửa Tùng. Trong đó điển hình là dự án “Điều tra, đánh giá xâm thực bãi tắm Cửa Tùng tỉnh Quảng Trị”, năm 2010 hay “Nghiên cứu chế độ thủy động lực, vận chuyển bùn cát và đánh giá hiệu quả giải pháp nuôi bãi khu vực bãi biển Cửa Tùng, Quảng Trị năm 2013” [2].

Kế thừa kết quả các nghiên cứu trước đó, nghiên cứu này sử dụng bộ các mô hình thủy động lực Mike 21 tiến hành tính toán, mô phỏng trường thủy động lực, vận chuyển trầm tích tại khu vực Cửa Tùng theo hướng tiếp cận cụ thể và chi tiết hơn. Các điều kiện biên, điều kiện đầu vào cho mô hình được thu thập, xây dựng và lựa chọn phù hợp để giảm sai số tính toán. Bài toán mô phỏng được xây dựng theo các kịch bản có sự xuất hiện của công trình kè, bao gồm cả kè phía bắc và kè phía nam. Từ đó có được những đánh giá khách quan về đặc điểm cũng như tác động của công trình tới bức tranh thủy động lực của khu vực này.

KHÁI QUÁT CHẾ ĐỘ THỦY ĐỘNG LỰC VÀ CƠ CHẾ VẬN CHUYỂN TRẦM TÍCH VÙNG BIỂN CỬA TÙNG

Vùng biển Cửa Tùng là khu vực tương đối nông, chỗ sâu nhất 16 m, không có sự biến đổi

mạnh về độ sâu. Tuy nhiên, địa hình đáy biển biến động phức tạp ở khu vực cửa sông, các mũi đất nhô ra biển và khu vực ngoài khơi (hình 3).



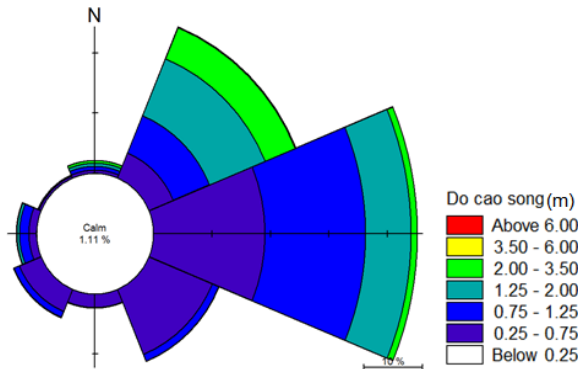
Hình 3. Địa hình khu vực tính toán

Sóng biển

Theo kết quả thu thập, phân tích số liệu sóng tái phân tích từ mô hình toàn cầu, được cung cấp bởi Trung tâm dự báo thời tiết hạn vừa Châu Âu: *The European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF)* [3] trong 39 năm (1979-2017) tại khu vực ngoài khơi Quảng Trị cho thấy: Khu vực Cửa Tùng chịu ảnh hưởng của 3 hướng sóng chính

đông (E), đông bắc (NE) và đông nam (SE) với tần suất xuất hiện tương ứng là 45,67%, 27,28% và 13,27%. Độ cao sóng trung bình dao

động trong khoảng 0,25 - 3,5 m, khi có bão, sóng cao nhất có thể đạt 6 m (Cồn Cỏ tháng 9/1974).



Hình 4. Hoa sóng tại điểm ngoài khơi Cửa Tùng tọa độ 17°N-107.375°E từ năm 1979- 2017 theo số liệu của ECMWF

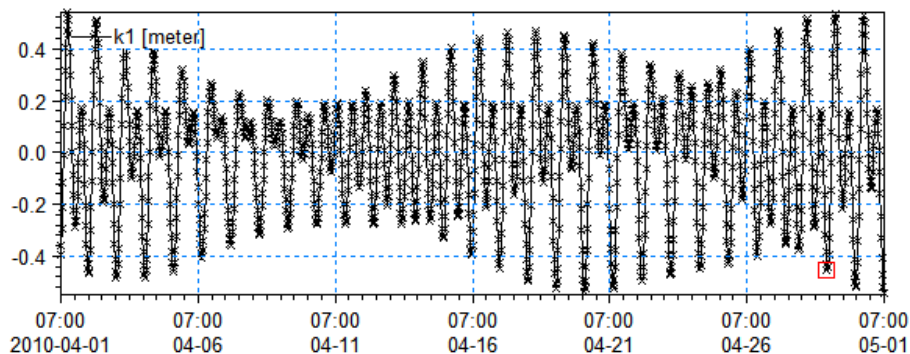
Bảng 1. Bảng tần suất sóng (1979-2017) ngoài khơi biển Cửa Tùng - Quảng Trị từ nguồn ECMWF

Độ cao sóng	Hướng sóng (N)								Tổng (p%)
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
0 - 0,25	0,01	0,11	0,6	0,33	0,04	0,01	0,01	0,01	1,12
0,25 - 0,75	0,53	4,47	19,02	11,68	2,29	3,98	1,31	0,36	43,64
0,75 - 1,25	0,64	6,74	17,24	1,21	0,05	1,07	1,56	0,17	28,68
1,25 - 2,0	0,5	10,21	7,77	0,05	0,01	0,08	0,52	0,05	19,19
2,0 - 3,5	0,47	5,6	1,02	0	0	0	0,05	0,02	7,16
3,5 - 6,0	0,04	0,14	0,01	0	0	0	0	0	0,19
6,0 - 8,0	0	0,01	0,01	0	0	0	0	0	0,02
Tổng (p%)	2,19	27,28	45,67	13,27	2,39	5,14	3,45	0,61	100

Thủy triều

Vùng biển Quảng Trị chịu ảnh hưởng của chế độ bán nhật triều không đều, thời gian triều dâng nhỏ hơn thời gian triều rút, hầu hết các ngày trong tháng đều có hai lần nước lên và xuống. Tính chất triều được khẳng định thông

qua số Vander Stock ($D= 0,806$) được xác định từ bộ hằng số điều hòa thủy triều toàn cầu thể hiện trong hình 5 và bảng 2, dựa trên bốn sóng triều chính (M2, S2, K1 và O1). Biên độ thủy triều tại khu vực có giá trị trung bình khoảng 0,4 - 0,5 m.



Hình 5. Dao động mực nước tại vùng biển Cửa Tùng, Quảng Trị

Bảng 2. Hằng số điều hoà các sóng triều tại vùng biển Cửa Tùng, Quảng Trị

STT	Tên sóng triều	Biên độ	Pha
1	M2	0,2595	-29,28
2	S2	0,0608	24,74
3	K1	0,0853	77,03
4	O1	0,1728	22,66
5	F4	0,0356	133,25
6	F6	0,1218	109,53

Hiện trạng phân bố trầm tích biển

Tại khu vực này, dạng trầm tích tại phía bắc sông chủ yếu là cát vàng thô, còn phía nam là cát trắng mịn. Tại bãi tắm Cửa Tùng lại cho thấy sự khác biệt của phân bố trầm tích, tại khu vực phía bắc bãi có cát trắng mịn (nguồn gốc từ phía nam cửa sông), còn tại khu vực phía nam bãi tắm lại có sự hiện diện của cát vàng thô (nguồn gốc từ phía bắc cửa sông). Hiện trạng này là hệ quả của quá trình vận chuyển trầm tích do sóng và dòng chảy kết hợp với sự tác động của công trình (cầu, kè, cảng) tại khu vực [1].



Hình 6. Cơ chế đề xuất cho vận chuyển trầm tích tại bãi tắm Cửa Tùng [1]

THIẾT LẬP MÔ HÌNH

Kịch bản tính toán

Trường thủy động lực và quá trình vận chuyển trầm tích trong khu vực nghiên cứu phải được mô phỏng bằng bộ mô hình Mike 21

với điều kiện địa hình hiện trạng, trong đó đã có sự tồn tại của các công trình kè phía bắc và kè phía nam. Trong nghiên cứu này tiến hành mô phỏng trường thủy động lực và vận chuyển trầm tích sử dụng điều kiện địa hình tháng 4/2010 với ba kịch bản:

Kịch bản 1- KB1: Khi có sự xuất hiện của kè phía nam;

Kịch bản 2- KB2: Khi không có sự xuất hiện của kè;

Kịch bản 3- KB3: Khi có sự xuất hiện của kè phía nam và kè phía bắc.

Việc mô phỏng, tính toán theo các kịch bản này nhằm đưa ra được những đánh giá khách quan về sự ảnh hưởng của công trình kè đến đặc trưng thủy động lực cũng như quá trình vận chuyển trầm tích tại khu vực biển Cửa Tùng.

Nguồn số liệu địa hình, miền tính và lưới tính

Số liệu địa hình

Số liệu địa hình được sử dụng để xây dựng lưới tính cho mô hình là bộ số liệu đo sâu hồi âm năm 2010 đã được quy chuẩn về cao độ quốc gia VN2000, bản đồ độ sâu tỷ lệ 1/2.000 - kết quả khảo sát của Dự án “Điều tra, đánh giá xâm thực bãi tắm Cửa Tùng tỉnh Quảng Trị”.

Miền tính

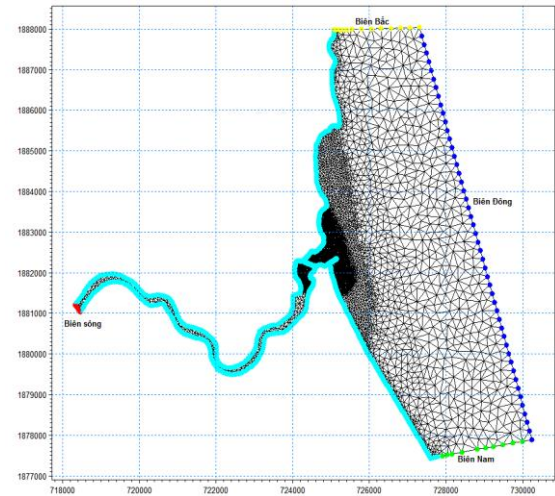
Khu vực tính toán thuộc khu vực biển Cửa Tùng, Quảng Trị được giới hạn từ kinh độ 107°03'E tới 109°10'E và từ vĩ độ 16°58'N tới 17°04'N, từ cầu Hiền Lương đến cầu Tùng Luật và từ cầu Tùng Luật ra biển cách bờ khoảng 3,5 km.

Lưới tính (hình 7)

Lưới phân tử hữu hạn với kích thước thay đổi giảm dần từ ngoài biển vào sát bờ và nhỏ nhất xung quanh các công trình. Kỹ thuật chia lưới dựa trên việc xác định các phạm vi đới sóng độ, vùng ngoài khơi và các công trình ven bờ. Miền tính được phân chia thành các vùng ngoài khơi, cửa sông và ven biển với sự khác biệt về độ phân giải lưới nhằm mô tả chi tiết được các quá trình thủy động lực. Trong toàn miền, diện tích của phân tử lớn nhất là 100.000 m², góc nhỏ nhất 29°; vùng tính toán được rời rạc hóa thành 9.315 phân tử với 17.543 nút

lưới; kích thước lớn nhất ở vùng ngoài khơi khoảng 320 m, nhỏ nhất vùng gần bờ và các công trình khoảng 10 m. Số biên lưới là 4 biên

bao gồm 3 biên lỏng ngoài khơi: Biên đông, biên bắc, biên nam và biên lỏng sông Bến Hải.



Hình 7. Sơ đồ các công trình tại khu vực nghiên cứu và lưới tính [Nguồn: Google Earth]

Bên cạnh đó, công trình kè phía bắc và phía nam Cửa Tùng cũng được thể hiện trên lưới tính với các thông số cụ thể. Kè phía bắc: Vị trí chân kè ($17^{\circ}1'02''N-107^{\circ}6'41''E$); vị trí đầu kè ($17^{\circ}1'04''N-107^{\circ}6'46''E$), chiều dài kè 180 m, độ rộng kè 8 m. Kè phía nam: Vị trí chân kè ($17^{\circ}0'45''N-107^{\circ}6'43''E$); vị trí đầu kè ($17^{\circ}0'51''N-107^{\circ}6'54''E$), chiều dài kè 368 m, độ rộng kè 10 m.

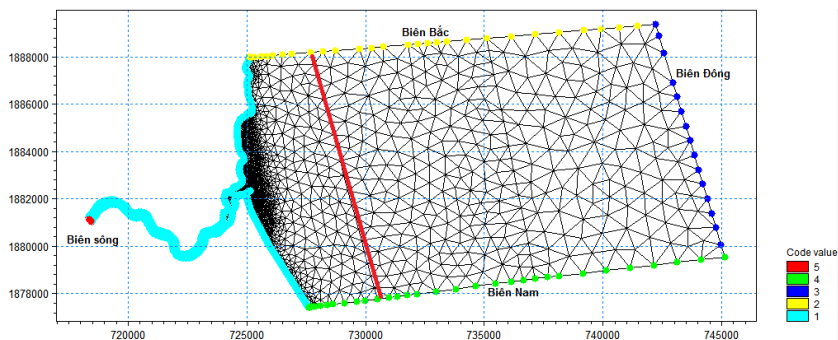
Đại dương Quốc gia Hoa Kỳ - National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) [4] tại biên ngoài khơi phía đông. Bộ số liệu sóng nước sâu tái phân tích được thu thập tại điểm có tọa độ ($17,5^{\circ}N-107,5^{\circ}E$); số liệu được lưu trữ dưới định dạng grib2 (.grb2), obs quan trắc 3 h với cấu trúc “multi_1.[GRIDID].[PARID].[YYYYMM].grb2”.

Điều kiện biên

Điều kiện biên cho mô hình sóng Mike 21 SW

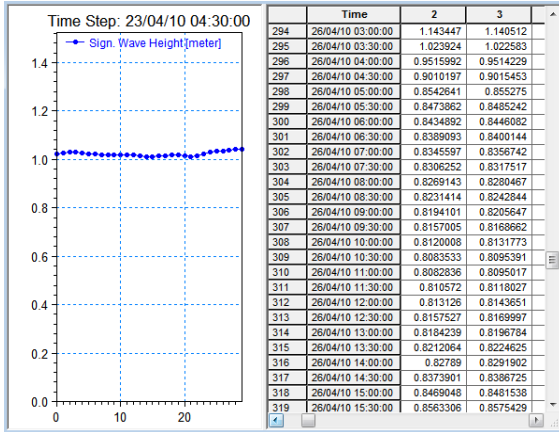
Sử dụng chuỗi số liệu sóng nước sâu tái phân tích bằng mô hình sóng toàn cầu được cung cấp bởi Cơ quan Quản lý Khí quyển và

Đề chi tiết hóa điều kiện biên, đã thực hiện tính toán lan truyền sóng với lưới tính được mở rộng ra phía ngoài khơi (hình 8). Từ kết quả lan truyền sóng toàn miền, tiến hành trích xuất số liệu sóng dọc các điểm trên biên cho mô hình tính sóng Mike 21 SW.



Hình 8. Lưới tính lan truyền sóng

Chuỗi số liệu sóng trích xuất làm điều kiện biên cho lưới tính biến đổi theo cả không gian và thời gian được thể hiện trên hình 9. Đối với biên bắc và biên nam sử dụng điều kiện biên sóng phát xạ tự do.



Hình 9. Chuỗi số liệu sóng trích xuất làm điều kiện biên

Điều kiện biên cho mô hình dòng chảy Mike 21 HD-FM

Sử dụng số liệu mực nước triều tính toán từ bộ hằng số điều hòa thủy triều toàn cầu [5] tại 3 biên lòng ngoài khơi. Tại biên sông sử dụng điều kiện lưu lượng trung bình tháng ($Q_{tb}=3,09 \text{ m}^3/\text{s}$) - số liệu lưu lượng trung bình tháng 4 tại trạm Gia Vòng, sông Bến Hải [6];

Điều kiện sóng: Ứng suất sóng S_{xx} , S_{xy} , S_{yy} [m^3/s^2] được trích xuất từ kết quả tính toán trường sóng bằng mô hình Mike 21 SW.

Điều kiện đầu vào mô hình vận chuyển trầm tích

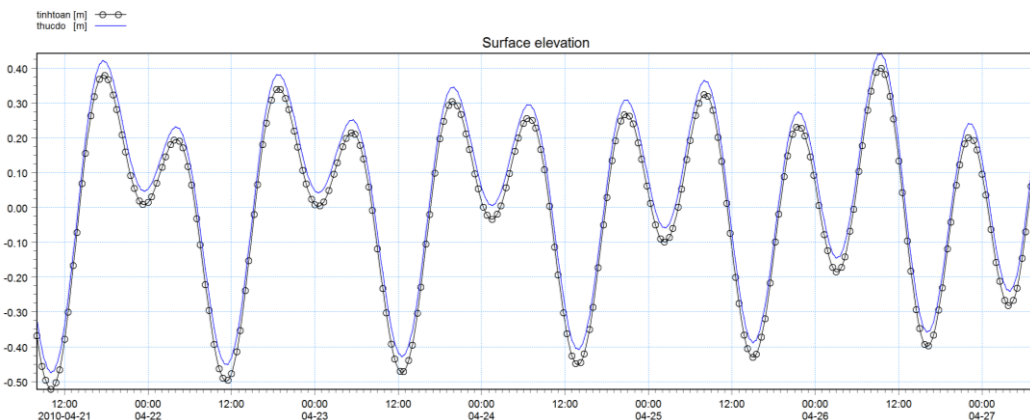
Vật liệu đáy ở khu vực Cửa Tùng chủ yếu là cát với đường kính hạt giảm dần từ trong sông ra biển [1]. Bài báo sử dụng điều kiện đường kính hạt cát trung bình là $d_{50} = 0,27 \text{ mm}$; độ chọn lọc là 1,4.

Hiệu chỉnh mô hình dòng chảy

Bộ hệ số hiệu chỉnh được sử dụng trong mô hình dòng chảy bao gồm: Hệ số nhớt rối ngang theo công thức Smagorinsky với khoảng giá trị [0,25-1] và hệ số ma sát đáy sử dụng theo công thức số Manning với khoảng giá trị [20-40 $\text{m}^{1/3}/\text{s}$]. Sau khi tính toán, hiệu chỉnh đã đưa ra được bộ tham số cho khu vực Cửa Tùng như sau: hệ số nhớt rối ngang $\sigma = 0,4$; hệ số ma sát đáy tại các biên lòng lấy bằng $5 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$, tại vùng ven bờ sử dụng giá trị $38 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$, vùng ngoài khơi lấy bằng $36 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$.



Hình 10. Vị trí trạm đo K1 và K2 [Nguồn: Google Earth]

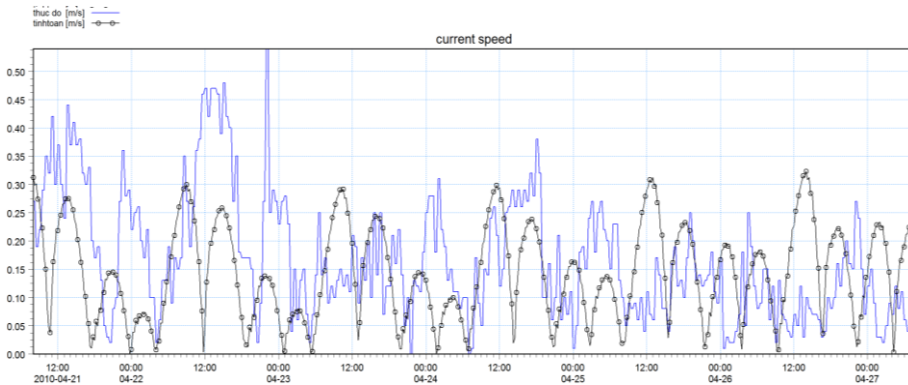


Hình 11. Đồ thị so sánh mực nước tính toán và thực đo (4/2010) tại trạm đo K2

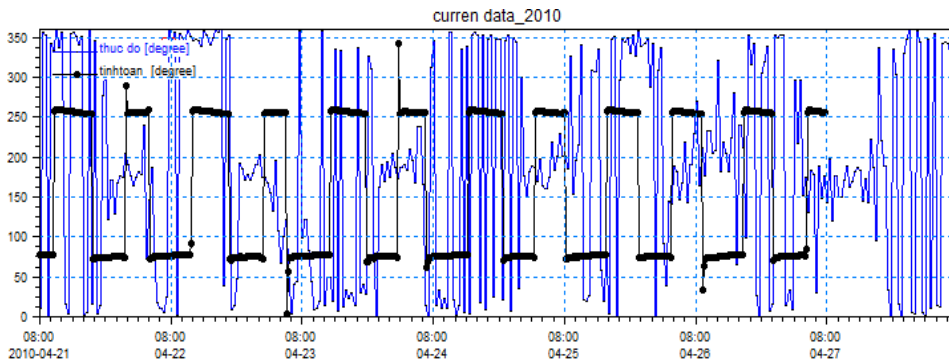
Kết quả tính toán dòng chảy được hiệu chỉnh với chuỗi số liệu thực đo tại trạm K2 gần cửa sông (hình 10) trong thời đoạn (8 h 00 ngày 21/4/2010 đến 7 h 45 ngày 27/4/2010) với Obs quan trắc 15 phút. Kết quả hiệu chỉnh mô hình được đánh giá bằng chỉ số Nash thể hiện trên bảng 3 cho thấy mức độ phù hợp giữa số liệu thực đo và tính toán đối với mực nước đạt loại tốt, vận tốc và hướng dòng chảy đạt loại khá. So sánh với các nghiên cứu trước đây tại khu

vực này cho thấy kết quả hiệu chỉnh mô hình dòng chảy của bài báo này có sai số nhỏ hơn, đặc biệt là thông số vận tốc dòng.

Do điều kiện thiếu hụt số liệu đo đạc nên việc kiểm định mô hình với bộ số liệu độc lập không thể thực hiện được. Tuy nhiên vẫn có thể khẳng định độ tin cậy của kết quả mô phỏng và khả năng sử dụng bộ thông số của mô hình phục vụ tính toán các kịch bản tiếp theo.



Hình 12. Đồ thị so sánh vận tốc dòng chảy tính toán và thực đo (4/2010) tại trạm đo K2



Hình 13. So sánh hướng dòng chảy tính toán và thực đo (4/2010) tại trạm đo K2

Bảng 3. Bảng phân tích chỉ số Nash cho yếu tố mực nước và dòng chảy tại khu vực nghiên cứu

Thời gian	Yếu tố	Nash
Tháng 4/2010	Dao động mực nước (m)	0,87
	Vận tốc dòng chảy (m/s)	0,72
	Hướng dòng chảy (deg)	0,67

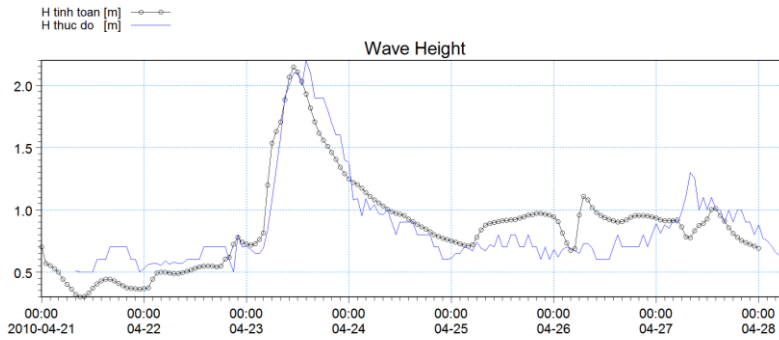
Hiệu chỉnh mô hình sóng Mike 21 SW

Hệ số sóng vỡ: Sử dụng giá trị hệ số sóng vỡ $\gamma = 0,8$ cho toàn miền tính.

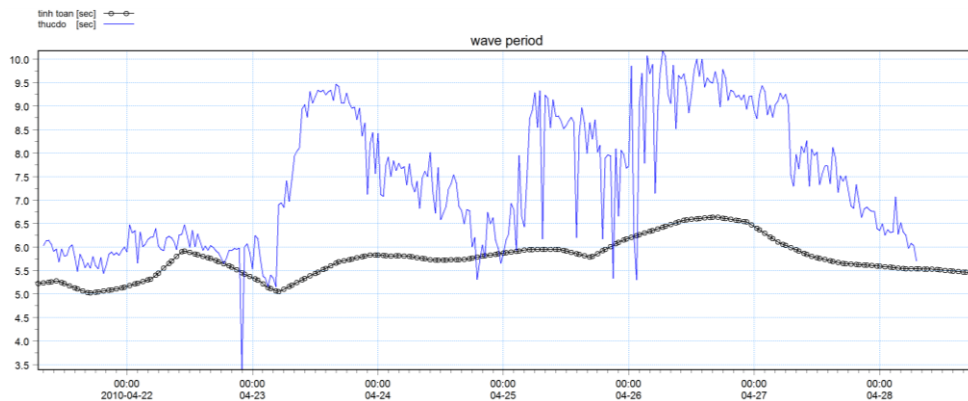
Hệ số ma sát đáy: Sử dụng theo công thức nhám đáy Nikuradse roughness, k_n [m] để xác định hệ số ma sát đáy. Giá trị hệ số k_n phụ thuộc vào địa hình đáy và đường kính hạt trầm tích tại khu vực nghiên cứu. Trong nghiên cứu này, giá trị hệ số ma sát đáy được xác định biến đổi theo miền tính, tại khu vực gần bờ ($k_n = 0,06$), tại khu vực ngoài khơi ma sát đáy nhỏ hơn ($k_n = 0,04$).

Kết quả tính toán trường sóng được hiệu chỉnh với chuỗi số liệu thực đo sóng tại trạm đo

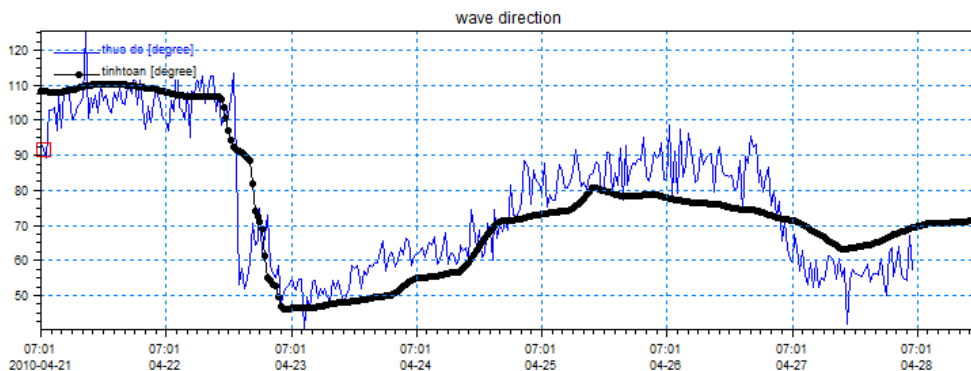
gần bờ K1 (hình 10) có tọa độ ($17^{\circ}2'N$ - $107^{\circ}7'E$) trong thời đoạn từ 8 h 01 ngày 21/4/2010 đến 7 h 01 ngày 28/4/2010.



Hình 14. So sánh độ cao sóng (Hs) tính toán và thực đo (4/2010) tại trạm đo K1



Hình 15. So sánh chu kỳ sóng tính toán và thực đo (4/2010) tại trạm đo K1



Hình 16. So sánh hướng sóng tính toán và thực đo (4/2010) tại trạm đo K1

Kết quả hiệu chỉnh mô hình sóng được đánh giá bằng chỉ số Nash thể hiện trên bảng 4 cho thấy có sự chênh lệch nhỏ về độ lớn các đặc trưng sóng đo đạc và mô phỏng. So sánh với các nghiên cứu đã thực hiện tại khu vực Cửa Tùng, kết quả hiệu chỉnh mô hình sóng

của bài báo cho sai số nhỏ hơn, đặc biệt là thông số chiều cao sóng. Qua đó khẳng định kết quả mô phỏng đảm bảo độ tin cậy, có thể sử dụng bộ thông số của mô hình phục vụ tính toán các kịch bản tiếp theo.

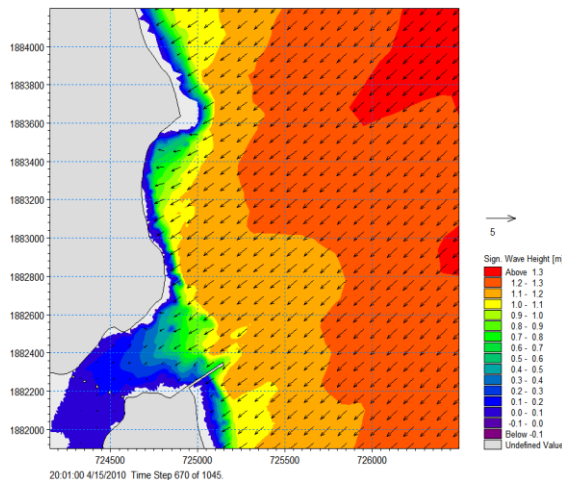
Bảng 4. Bảng phân tích chỉ số Nash cho yếu tố sóng tại khu vực nghiên cứu

Thời gian	Yếu tố	Nash
Tháng 4/2010	Độ cao sóng (m)	0,79
	Chu kỳ sóng (s)	0,68
	Hướng sóng (deg)	0,73

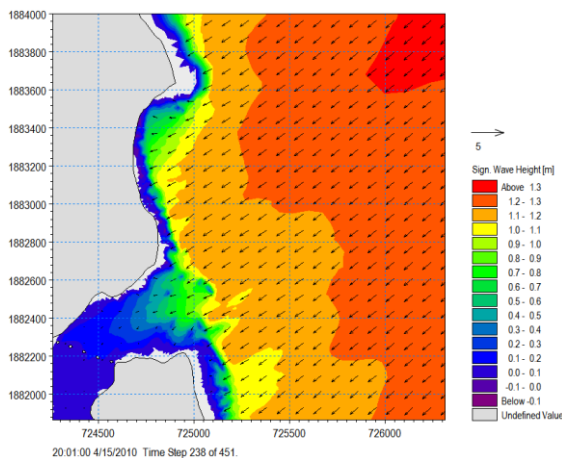
KẾT QUẢ TÍNH TOÁN

Kết quả trường sóng

Cửa Tùng là vùng biển hở chịu tác động trực tiếp của sóng lan truyền từ ngoài khơi, không có các đảo che chắn như nhiều khu vực khác. Quá trình lan truyền sóng tại khu vực này chỉ chịu ảnh hưởng của địa hình đáy biển vùng nước nông, hình thể địa mạo đường bờ biển và công trình kè.

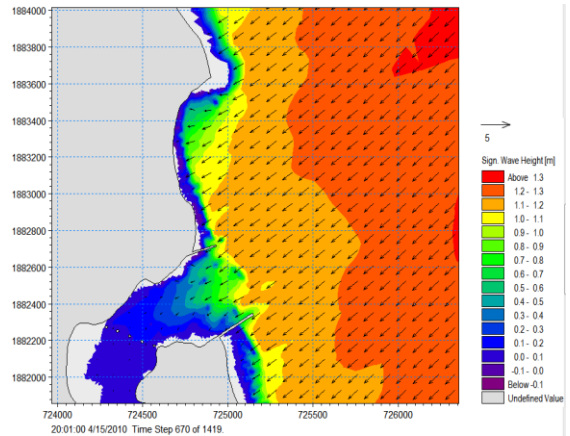


Hình 17. Trường sóng NE theo KB1

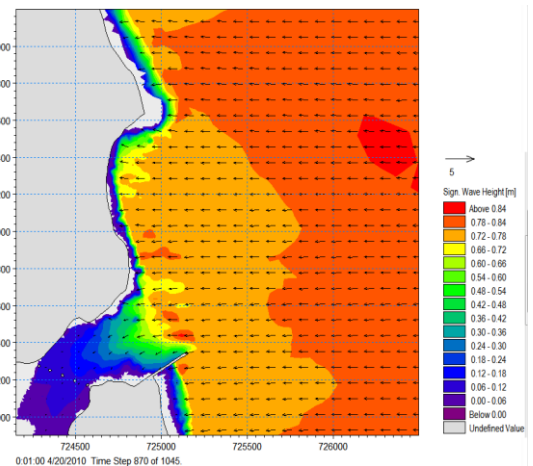


Hình 18. Trường sóng NE theo KB2

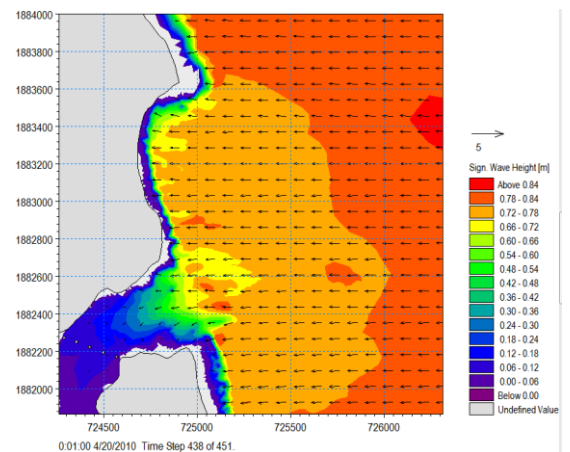
Mô phỏng chế độ thủy động lực và vận chuyển...



Hình 19. Trường sóng NE theo KB3



Hình 20. Trường sóng E theo KB1

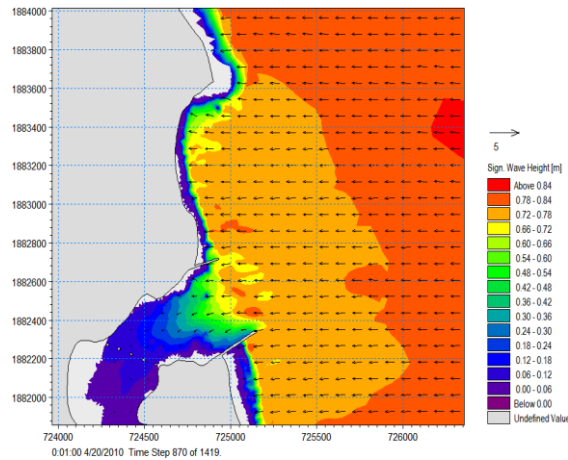


Hình 21. Trường sóng E theo KB2

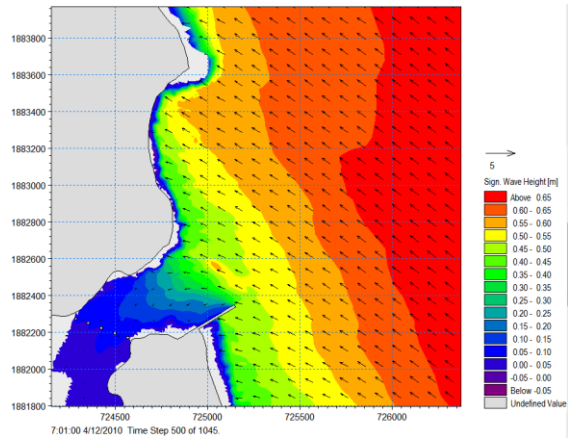
Với trường sóng NE, kết quả mô phỏng theo cả 3 kịch bản không có sự khác biệt.

Hướng sóng trùng với hướng của cả 2 kè phía bắc và phía nam, nên sóng truyền trực tiếp vào khu vực cửa sông Bến Hải mà không bị ảnh hưởng của công trình kè. Độ cao sóng tại khu vực cửa sông và bãi tắm dao động trong khoảng 0,3 - 0,7 m.

Với trường sóng E, kết quả mô phỏng sóng theo KB2 khi không có sự che chắn của công trình kè, sóng lan truyền sâu hơn vào khu vực cửa sông so với KB1 và KB3, độ cao sóng tại khu vực chân cầu Tùng Luật khoảng 0,22 m (hình 21).



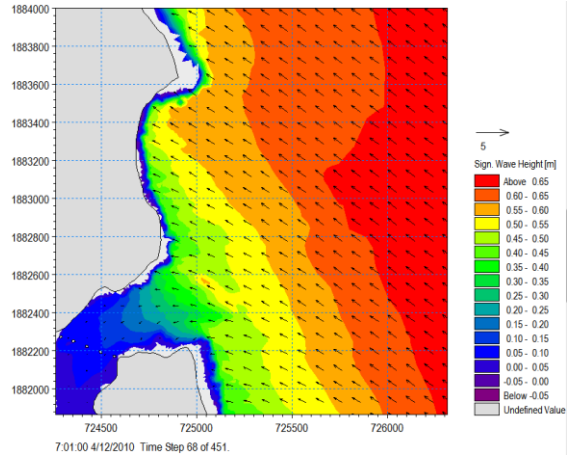
Hình 22. Trường sóng E theo KB3



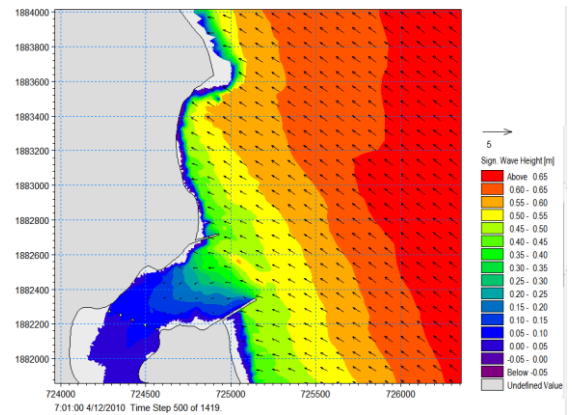
Hình 23. Trường sóng SE theo KB1

Kết quả mô phỏng với trường sóng SE cho thấy kè phía nam có tác động che chắn, tạo nên vùng khuất sóng phía trong cửa, làm giảm đáng kể độ cao sóng tại khu vực cửa sông khi sóng truyền vào. Bên cạnh đó có sự chênh lệch rõ rệt

về giá trị độ cao sóng tại khu vực trước và sau kè phía nam: Độ cao sóng tại trước kè đạt 0,45 m trong khi độ cao sóng sau kè (phía trong cửa sông) chỉ đạt 0,15 m.



Hình 24. Trường sóng SE theo KB2



Hình 25. Trường sóng SE theo KB3

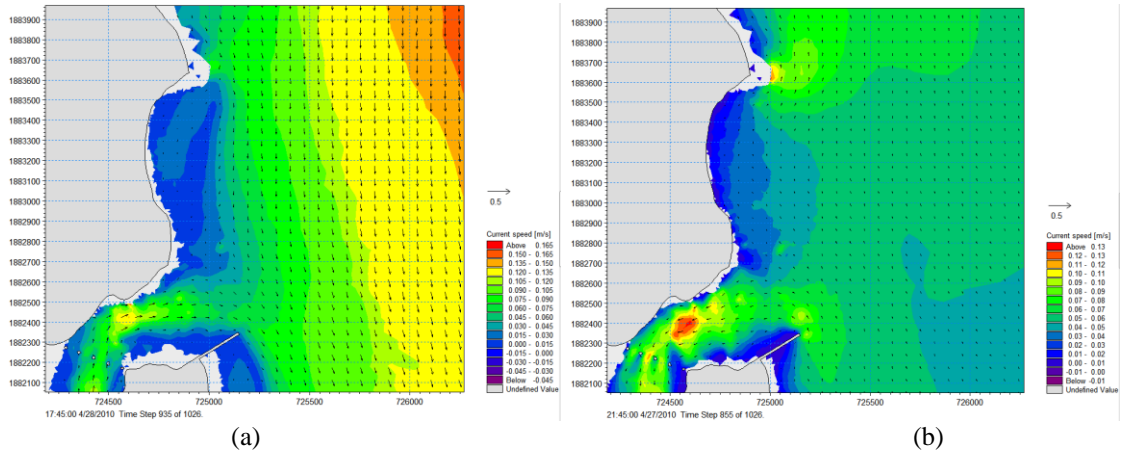
Tóm lại, các kết quả mô phỏng trường sóng trong từng kịch bản cho thấy sự xuất hiện của kè phía nam gây tác động rõ rệt đến hướng sóng và độ cao sóng tại khu vực bờ bắc và bờ nam Cửa Tùng, đặc biệt trong trường sóng SE. Trong khi đó sự ảnh hưởng của kè phía bắc tới chế độ sóng tại khu vực này là không đáng kể.

Kết quả trường dòng chảy

Trường dòng chảy được tính toán theo các trường hợp khi không xét tới sự tác động của gió và sóng và xét tới sự tác động của sóng theo cả ba kịch bản.

Khi không xét tới sự tác động của sóng, dòng chảy triều có tốc độ nhỏ. Thời gian triều lên nhỏ hơn thời gian triều xuống, tại khu vực

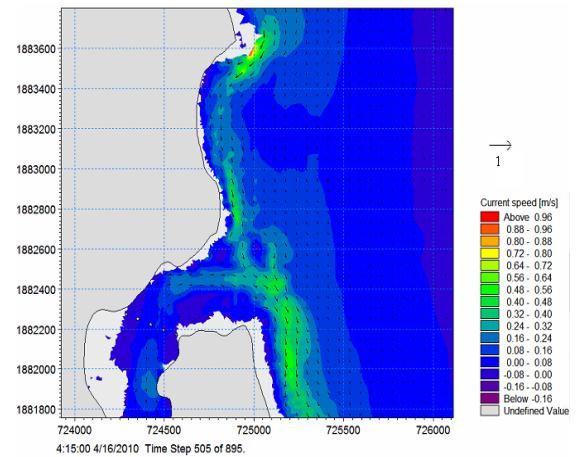
cửa sông vận tốc dòng trung bình trong pha triều lên (0,11 m/s) lớn hơn vận tốc dòng trung bình trong pha triều xuống (0,075 m/s).



Hình 26. Trường dòng chảy trong pha triều xuống (a) và pha triều lên (b) theo KB1

Khi xét tác động của sóng, vận tốc dòng chảy lớn hơn rất nhiều. Trong trường sóng NE, dòng chảy có hướng chủ đạo từ Bắc xuống Nam. Vận tốc dòng chảy lớn, đạt cực đại tại các khu vực mũi Si (0,66 m/s) và đầu kè.

Sự xuất hiện của kè phía bắc và kè phía nam đều có tác động ngăn dòng chảy do sóng dọc bờ từ phía Bắc xuống, tạo ra xoáy cục bộ trước cửa sông và ngay sát chân kè phía nam. Tuy nhiên, vì tốc độ dòng chảy trong trường sóng NE tương đối lớn nên dòng chảy dọc bờ do sóng kết hợp với dòng chảy sông vẫn tiếp tục vượt qua đầu kè và đi xuống bờ phía nam Cửa Tùng.

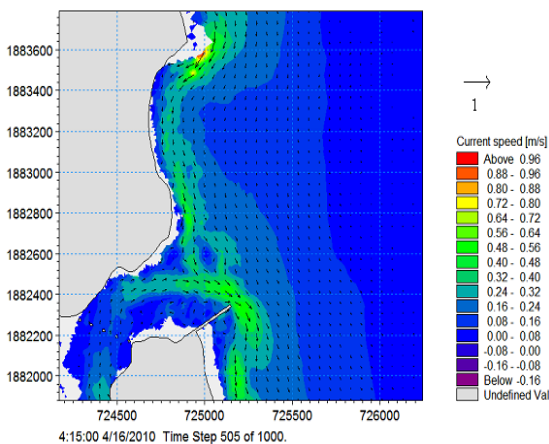


Hình 28. Trường dòng chảy-sóng (NE) theo KB2

Trong trường sóng đông, dòng chảy có hướng từ nam lên bắc, tại mũi Si tồn tại xoáy cục bộ hình thành nên dòng tách bờ. Vận tốc dòng chảy lớn tại khu vực sát bờ, đầu kè, đạt cực đại xấp xỉ 0,45 m/s.

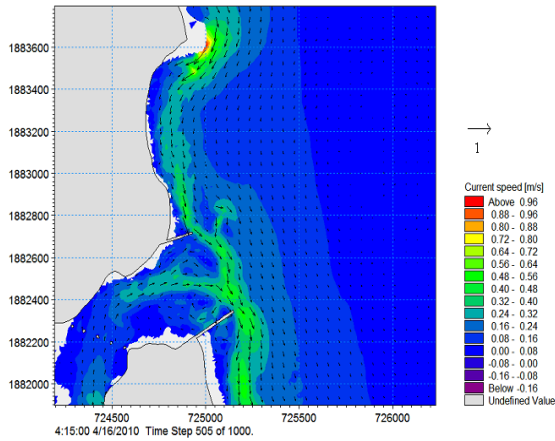
Khi không có sự xuất hiện của công trình kè, dòng chảy do sóng ven bờ từ phía nam lên trực tiếp đổ vào phía nam cửa sông, 1 phần tiếp tục di chuyển lên khu vực phía nam bãi tắm.

Tuy nhiên theo kết quả mô phỏng KB1 và KB3 nhận thấy dòng chảy sóng ven bờ trong trường sóng E chịu sự ảnh hưởng lớn của kè phía nam, hướng và vận tốc dòng bị thay đổi

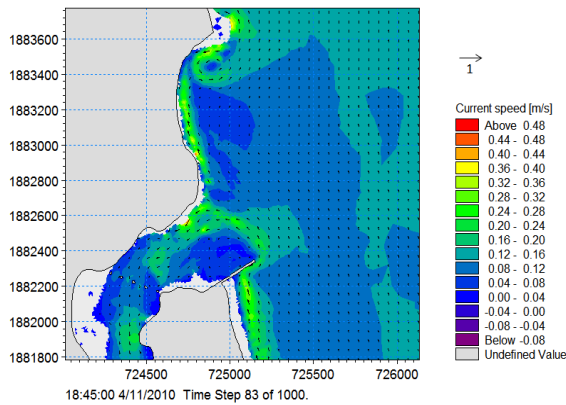


Hình 27. Trường dòng chảy-sóng (NE) theo KB1

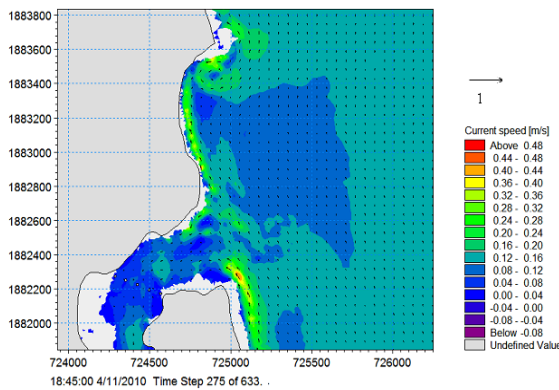
đáng kể. Dòng chảy từ phía nam lên vòng qua đầu kè phía nam sau đó bị chặn lại tại khu vực phía bắc Cửa Tùng, ngay sát chân kè phía bắc. Trong khi đó, sự ảnh hưởng của kè phía bắc đến đến trường dòng chảy trong trường hợp này không đáng kể.



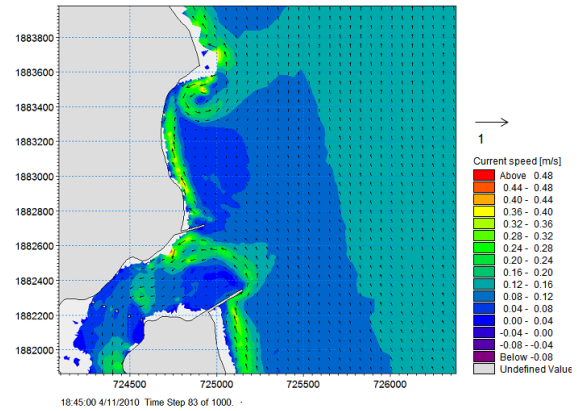
Hình 29. Trường dòng chảy-sóng (NE) theo KB3



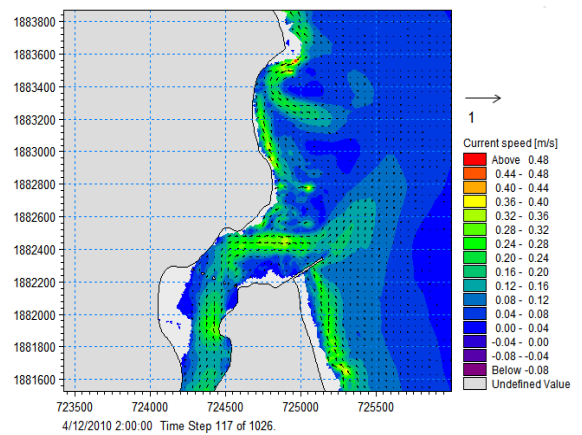
Hình 30. Trường dòng chảy-sóng (E) theo KB1



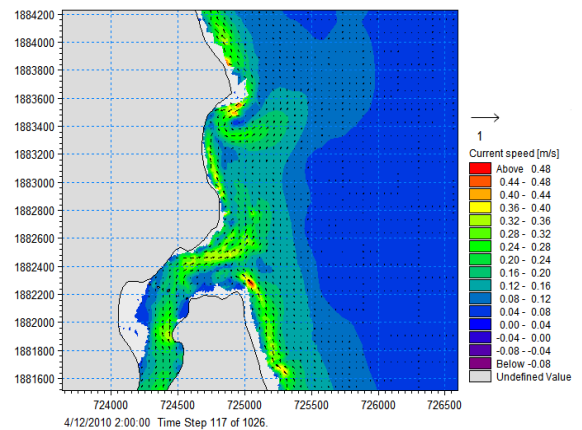
Hình 31. Trường dòng chảy-sóng (E) theo KB2



Hình 32. Trường dòng chảy-sóng (E) theo KB3

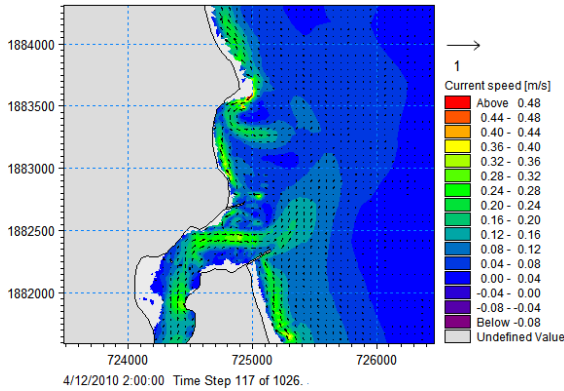


Hình 33. Trường dòng chảy-sóng (SE) theo KB1



Hình 34. Trường dòng chảy-sóng (SE) theo KB2

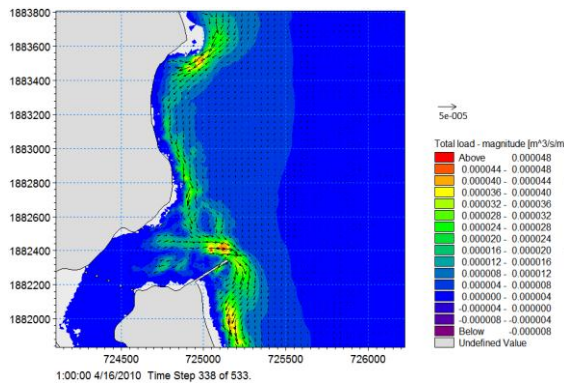
Trong trường sóng SE, hướng dòng chảy chủ đạo là hướng bắc, tốc độ dòng trung bình nhỏ hơn hai trường hợp khi trường sóng có hướng NE, E.



Hình 35. Trường dòng chảy-sóng (SE) theo KB3

Trường dòng chảy sóng SE chịu ảnh hưởng rõ rệt của công trình kè phía nam. Kết quả mô phỏng theo KB1 và KB3 nhận thấy, dòng chảy ven bờ từ phía nam lên gặp dòng chảy sông đổ ra tạo nên một dòng có hướng ra biển tại khu vực đầu kè. Vận tốc dòng giảm đáng kể tại khu vực chân kè phía nam, đây là một trong những nguyên nhân gây nên hiện tượng bồi lấp tại khu vực này.

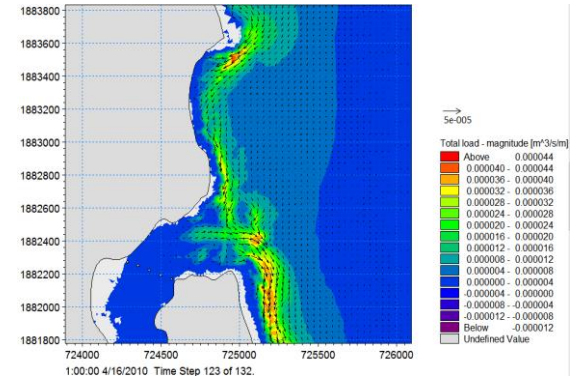
Kết quả vận chuyển trầm tích



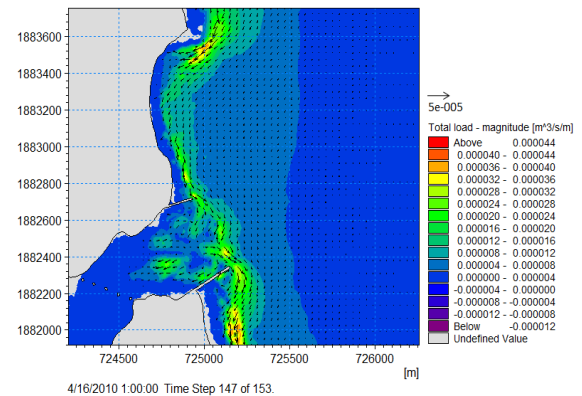
Hình 36. Vận chuyển tổng cộng trong trường sóng NE (KB1)

Trong điều kiện hướng sóng NE, dòng chảy do sóng tạo ra có vận tốc tương đối lớn (0,5 - 0,6 m/s). Dòng trầm tích được vận chuyển theo hướng bắc-nam ép sát bờ bãi phía sau mũi Si gây xói nhưng giảm dần về phía cửa sông. Dưới tác động phản xạ, khúc xạ sóng kết hợp với dòng trong sông đổ ra, tại khu vực phía trước Cửa Tùng xuất hiện các xoáy cục bộ, nguồn bùn cát được vận chuyển

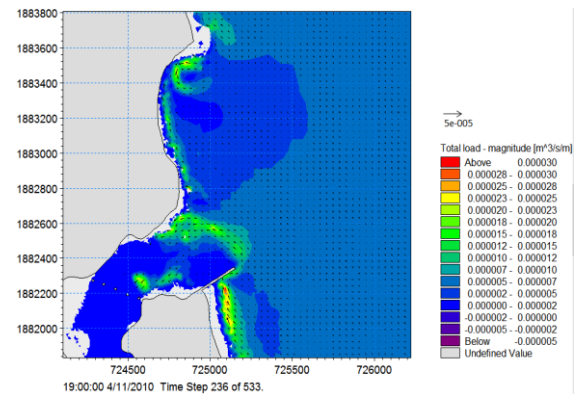
từ bãi tắm xuống sẽ bị giữ lại tại khu vực này và gây nên hiện tượng bồi lắng. Ngoài ra, trong trường sóng NE, nhận thấy khu vực đầu kè phía nam có hiện tượng xói lở do tác động trực tiếp của sóng.



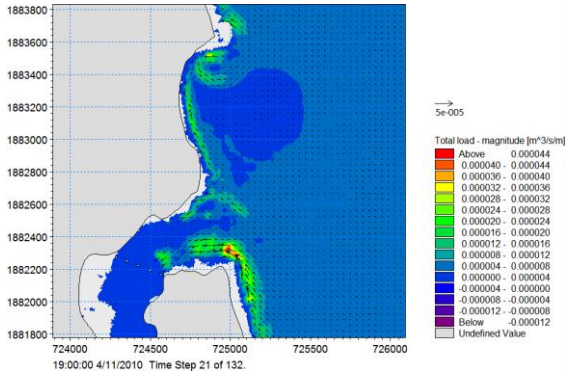
Hình 37. Vận chuyển tổng cộng trong trường sóng NE (KB2)



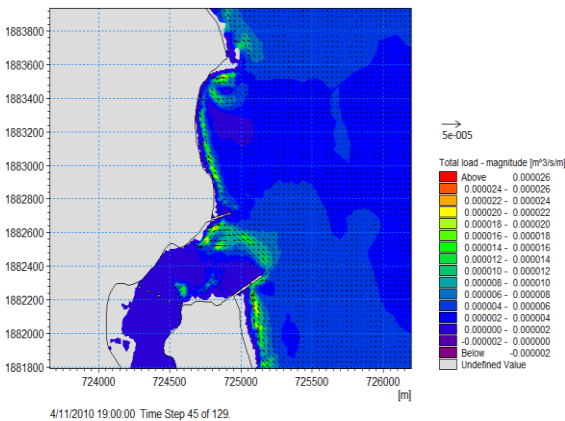
Hình 38. Vận chuyển tổng cộng trong trường sóng NE (KB3)



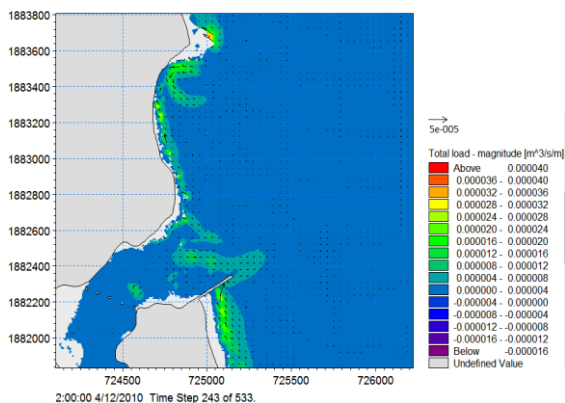
Hình 39. Vận chuyển tổng cộng trong trường sóng E (KB1)



Hình 40. Vận chuyển tổng cộng trong trường sóng E (KB2)



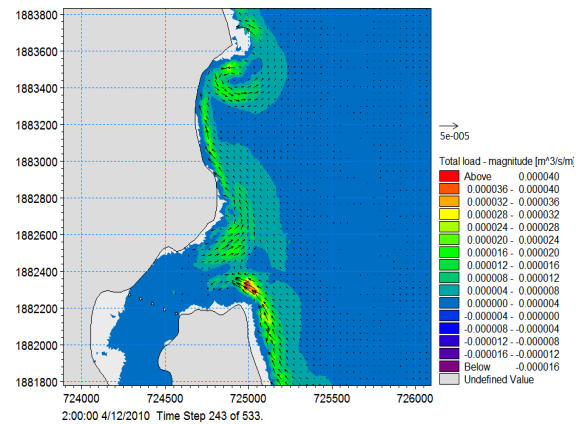
Hình 41. Vận chuyển tổng cộng trong trường sóng E (KB3)



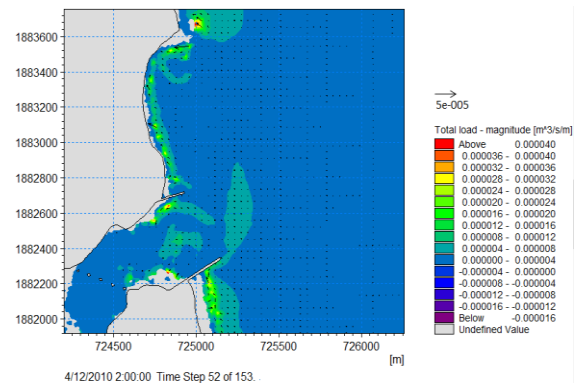
Hình 42. Vận chuyển tổng cộng trong trường sóng SE (KB1)

Trong trường sóng đông, sóng có xu hướng hội tụ tại trung tâm khu vực bãi tắm, hình thành lên dòng kéo trầm tích đi xa bờ. Khi có sự xuất hiện của công trình kè (KB1 và KB3), đặc biệt

là sự có mặt của kè phía nam dẫn phần lớn lượng trầm tích hướng nam-bắc bị giữ lại ngay sát chân kè, hạn chế sự tiếp cận nguồn trầm tích này tới khu vực cửa sông. Tuy nhiên, trong trường sóng E kết hợp pha triều lên, một phần nhỏ trầm tích từ phía nam lên được đây qua đầu kè phía nam và lắng đọng tại khu vực cửa sông sát chân kè phía bắc.



Hình 43. Vận chuyển tổng cộng trong trường sóng SE (KB2)



Hình 44. Vận chuyển tổng cộng trong trường sóng SE (KB3)

Trong điều kiện sóng hướng SE, kè phía nam giữ lại phần lớn lượng trầm tích đi vào cửa sông, một phần nhỏ theo dòng chảy sóng dịch chuyển theo hướng ra xa bờ (tại khu vực đầu kè phía nam).

Dựa trên kết quả mô phỏng theo các kịch bản có thể lý giải được sự mất cân bằng trong cân vận chuyển trầm tích là do sự tác động lớn của trường sóng cũng như sự xuất hiện của

công trình kè phía nam Cửa Tùng. Trong trường sóng NE, với tốc độ dòng chảy khá lớn, nguồn trầm tích tại khu vực bãi tắm dịch chuyển xuống phía nam gây hiện tượng bồi lắng tại khu vực cửa sông. Trong trường sóng E và SE, do sự che chắn của công trình kè, đặc biệt là kè phía nam, giữ lại phần lớn lượng trầm tích từ phía nam lên, hạn chế sự bổ sung gây thiếu hụt bùn cát cho khu vực bãi tắm. Đây cũng chính là một trong các nguyên nhân dẫn đến tình trạng bãi tắm ngày càng bị thu hẹp.

KẾT LUẬN

Bài báo đã trình bày các kết quả tính toán thủy động lực và quá trình vận chuyển trầm tích tại khu vực Cửa Tùng, Quảng Trị bằng mô hình Mike 21. Các kết quả cho thấy vai trò không đáng kể của dòng triều trong trường dòng chảy tổng hợp ven bờ, dòng chảy do sóng chiếm ưu thế.

Dòng chảy sông Bến Hải tương đối nhỏ, lưu lượng trung bình năm khoảng $16 \text{ m}^3/\text{s}$ (trạm Gia Vòng) [6] nên dòng chảy do sóng không đáng kể với quy mô bài toán vận chuyển trầm tích (nồng độ trầm tích lơ lửng dao động trong khoảng $40 \text{ mg/l} = 40 \text{ g/m}^3$ [1]). Sóng là yếu tố chính tạo nên dòng chảy và dòng vận chuyển trầm tích tại khu vực này. Trong đó hướng sóng NE tạo ra dòng vận chuyển có hướng bắc-nam, còn hai hướng sóng E và SE tạo ra dòng chảy theo hướng ngược lại.

Bên cạnh đó, dựa trên kết quả tính toán theo từng kịch bản cho thấy sự xuất hiện của kè phía nam Cửa Tùng làm thay đổi khá lớn các đặc trưng của trường thủy động lực. cũng như quá trình vận chuyển trầm tích trong khi sự ảnh hưởng của kè phía bắc là không đáng kể. Kết quả mô phỏng theo KB1 và KB3 phần nào giải thích được hiện trạng bồi lấp tại khu vực cửa sông cũng như sự thu hẹp độ rộng bãi ngày càng nghiêm trọng tại bãi tắm Cửa Tùng. Bởi vậy, việc xây dựng và phân tích kết quả theo từng kịch bản tính toán có ý nghĩa định hướng và đánh giá cho các giải pháp chính trị tại khu vực biển Cửa Tùng, Quảng Trị.

Do số liệu khảo sát, đo đạc tại khu vực này còn rất hạn chế nên bài báo chưa thể đi sâu định lượng và phân tích lượng vận chuyển trầm tích chi tiết. Mặc dù vậy, các kết quả có được

về trường thủy động lực đảm bảo độ tin cậy và có ý nghĩa tham khảo cho các nghiên cứu tiếp theo về bài toán vận chuyển trầm tích cũng như đánh giá cho các giải pháp công trình tại khu vực này.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Khoa học tự nhiên trong đề tài mã số TN.17.17 “Đánh giá suất vận chuyển dọc bờ và ngang bờ dưới tác động dòng chảy-sóng bằng mô hình số trị”. Tác giả xin gửi lời cảm ơn đến đề tài cũng như các ý kiến đóng góp của thầy, cô, các anh chị đồng nghiệp Khoa Khoa Khí tượng, Thủy văn và Hải dương học, Trường Đại học Khoa học tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Thọ Sáo, 2010. Dự án “Điều tra, đánh giá xâm thực bãi tắm Cửa Tùng tỉnh Quảng Trị”.
2. Trần Thanh Tùng, Lê Đức Dũng, 2013. Nghiên cứu chế độ thủy động lực, vận chuyển bùn cát và đánh giá hiệu quả giải pháp nuôi bãi khu vực bãi biển Cửa Tùng, Quảng Trị. *Tạp chí Khoa học Thủy lợi và Môi trường*, số 41.
3. Trung tâm dự báo hạn vừa Châu Âu (ECMWF): <http://www.ecmwf.int/>.
4. Cơ quan Quản lý Khí quyển và Đại dương Quốc gia Hoa Kỳ - National Oceanic and Atmospheric Administration <http://polar.ncep.noaa.gov/pub/history/waves>.
5. DHI, 2012. “MIKE21. User’s Manual”. Denmark.
6. Trần Thanh Xuân, 2007. Đặc điểm thủy văn và nguồn nước sông Việt Nam. *Nxb. Nông Nghiệp*.
7. Nguyễn Thọ Sáo, Nguyễn Minh Huân, Ngô Chí Tuấn, Đặng Đình Khá, 2010. Biến động trầm tích và diễn biến hình thái khu vực cửa sông ven bờ Cửa Tùng, Quảng Trị. *Tạp chí Khoa học, Đại học Quốc gia Hà Nội*.
8. Cổng thông tin điện tử tỉnh Quảng Trị: <https://www.quangtri.gov.vn/portal/pages/http--webthunghiemqt-quangtri-gov-vn-portal-Pages-.aspx>.

Nguyễn Thị Trang

9. Trung tâm KTTVB, 2005. “Số tay tra cứu địa Việt Nam”. Hà Nội.
các đặc trưng khí tượng thủy văn thêm lục

SIMULATION OF HYDRODYNAMIC REGIME AND LONGSHORE SEDIMENT TRANSPORT IN CUA TUNG, QUANG TRI

Nguyen Thi Trang

Faculty of Meteorology, Hydrology and Oceanography, VNU University of Science

ABSTRACT: This article presents simulation results, calculation of characteristics of wave-currents and sediment transport in Cua Tung, Quang Tri with different scenarios. Title of the topic “*Evaluation of longshore and transversal transportation rates by the total impact of current - wave interaction using numerical model*”. The results have been described in detail the hydrodynamic picture, the trend of erosion as well as the reasons for the imbalance in sediment balance in Cua Tung beach.

Keywords: Cua Tung, hydrodynamic, sediment transport.