

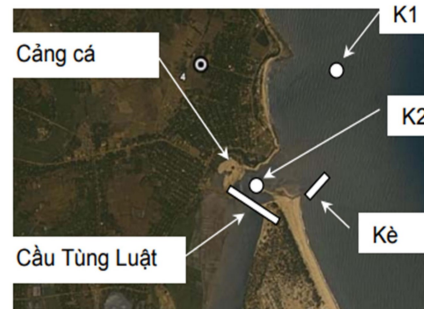
1. *Journal of the American Medical Association*, 2000; 284: 1039-1044.



0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99

[illegible]

Đến năm 2013, Trần Thanh Tùng đã nghiên cứu chế độ thủy động lực, vận chuyển bùn cát và đánh giá hiệu quả giải pháp nuôi bãi tại đây [2]. Nghiên cứu cho thấy, mỗi năm bãi biển bắc Cửa Tùng bị thiếu hụt một lượng bùn cát vào khoảng 31 600 m³, với hướng vận chuyển bùn cát chủ đạo là từ Bắc và Nam. Lượng bùn cát bị thiếu hụt này gây ra hiện tượng xói lở cho bãi biển khu vực bắc Cửa Tùng với chiều dày xói lở trung bình khoảng 0,3 m/năm. Tổng lượng bùn cát cần để tính toán nuôi bãi 95 000 m³ và chu kỳ nuôi bãi là 3 năm. Tuy nhiên, sau 3 năm nuôi, bãi biển vẫn sẽ bị thoái lui 11 m và tốc độ xói lở bờ sẽ giảm dần theo thời gian [2].



Hình 2. Sơ đồ bố trí công trình khu vực nghiên cứu

Nhằm đáp ứng nhu cầu giao thông thương mại giữa 2 bờ Nam - Bắc sông Bến Hải cũng như hoạt động đánh bắt thủy sản, giao thương với huyện đảo Cồn Cỏ, vào năm 2014, có xây dựng một số công trình xây dựng như: Cầu Tùng Luật, cảng cá Cửa Tùng, 2 kè phía Nam và phía Bắc Cửa Tùng (Hình 2).

Sau khi các công trình trên được xây dựng đã có nhiều tác động tới bức tranh thủy động lực và môi trường biển tại khu vực Cửa Tùng. Hiện nay, bãi biển phía Bắc đang bị xói lở nghiêm trọng so với thời điểm trước khi các công trình được xây dựng, gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến hoạt động kinh doanh du lịch của người dân nơi đây (Hình 3).



Hình 3. Một số hình ảnh xói lở bãi biển Cửa Tùng

Nghiên cứu sự thay đổi trường sóng và trường dòng chảy trong vùng dưới tác động của các công trình bằng mô hình toán sẽ mô phỏng, dự đoán và từ đó đưa ra biện pháp cần thiết để khắc phục những ảnh hưởng xấu này.

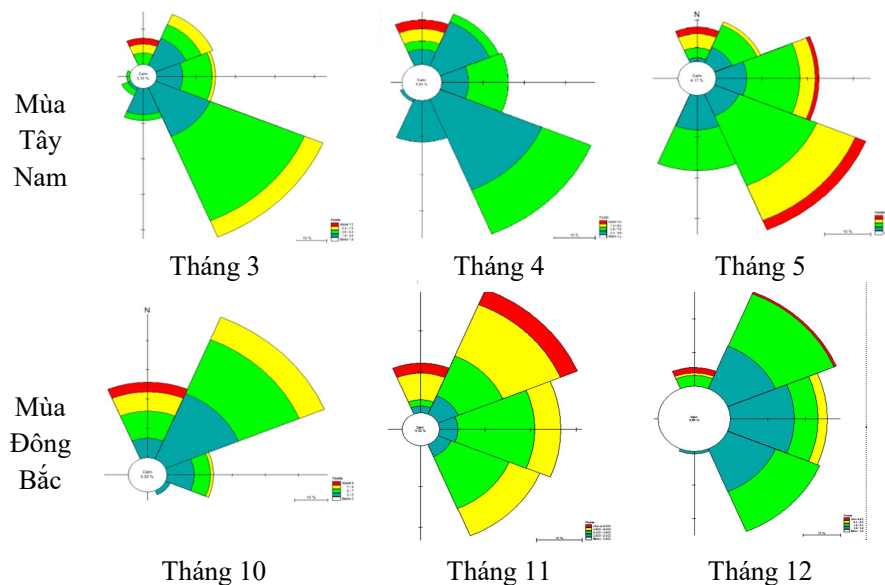
2. TÀI LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đặc điểm khí hậu

Quảng Trị nằm trong vùng khí hậu nhiệt đới gió mùa, có nền nhiệt cao, chế độ ánh sáng và mưa, ẩm dồi dào... là tỉnh có khí hậu khá khắc nghiệt: Từ tháng 3 đến tháng 9 chịu ảnh hưởng của gió Tây Nam khô nóng thổi mạnh, thường gây nên hạn hán; từ tháng 10 đến tháng 2 năm sau chịu ảnh hưởng của gió mùa Đông Bắc kèm theo mưa lớn, thường xảy ra lũ lụt [3].

2.1.1. Chế độ gió

Tốc độ gió lớn nhất có thể đạt hơn 13m/s vào mùa hè (tháng 4) và gần 10m/s vào mùa đông (tháng 12). Theo số liệu đo gió tại Trạm Cồn Cỏ (17°10'N - 107° 21'E), hướng gió Tây Nam được thể hiện rõ trong ba tháng 3, 4, 5 và hướng gió Đông Bắc được thể hiện rõ trong ba tháng 10, 11, 12 (Hình 4), cụ thể hóa gió như sau:



Hình 4. Hoa gió một số tháng tại trạm Cồn Cỏ năm 2009

2.1.2. Nhiệt độ

Nhiệt độ trung bình năm từ 23°C - 25°C. Mùa lạnh có 3 tháng (tháng 12, 01 và 02 năm sau) nhiệt độ xuống thấp, tháng lạnh nhất nhiệt độ xuống dưới 20°C. Mùa nóng nhiệt độ cao (trung bình 28°C - 30°C), tháng nóng nhất là tháng 6, 7, nhiệt độ cao có thể lên tới 40°C - 42°C. Biên độ nhiệt trung bình giữa các tháng trong năm chênh lệch 7°C - 9°C.

2.1.3. Lượng mưa

Lượng mưa bình quân khá cao khoảng từ 2.100 - 2.400 mm (riêng năm 2005 đạt 3.032 mm). Mùa mưa kéo dài từ tháng 9 năm trước đến tháng 2 năm sau, lượng mưa tập trung chủ yếu vào các tháng 9, 10, 11 (chiếm 70% lượng mưa cả năm).

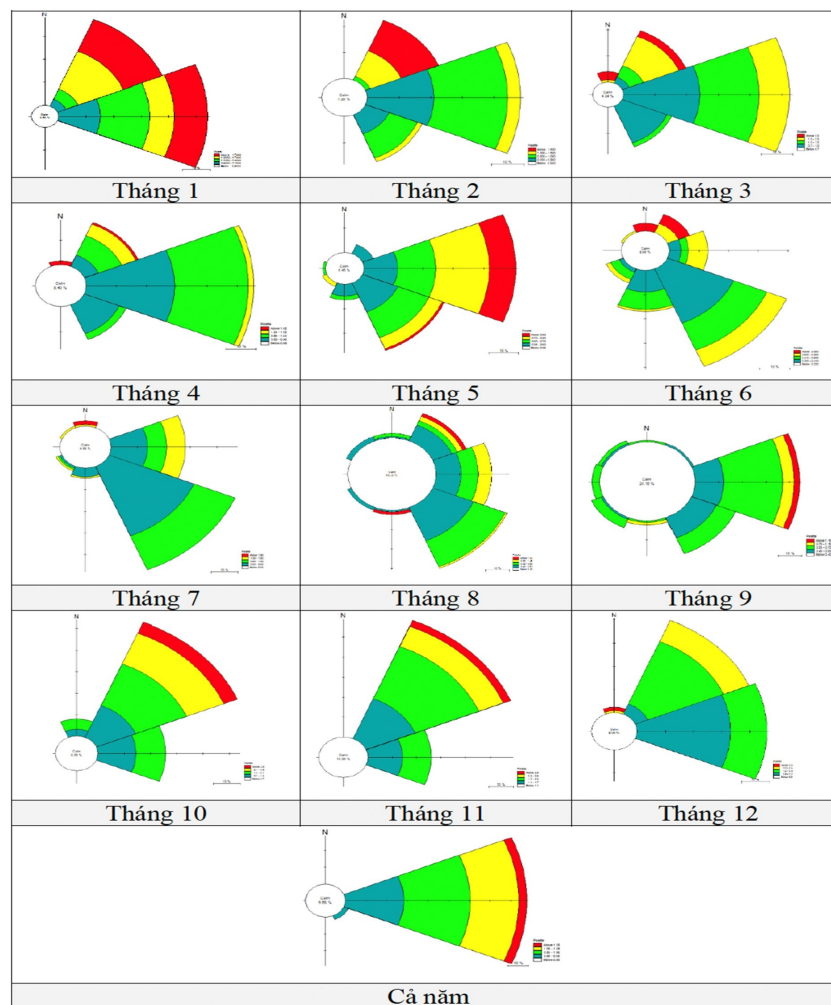
2.1.4. Độ ẩm

Trung bình năm khoảng 83 - 84%. Trong những tháng mùa mưa, độ ẩm trung bình thường trên 85%, có khi lên đến 90%.

2.2. Đặc điểm hải văn

2.2.1. Chế độ sóng

Theo số liệu sóng của Trạm Cồn Cỏ ($17^{\circ}10'N$ - $107^{\circ}21'E$) trong năm 2009 sóng theo các hướng Đông, Đông Bắc, Đông Nam chiếm ưu thế hơn, cả về độ cao lẫn tần suất xuất hiện (Hình 5), cụ thể hóa sóng các tháng trong năm 2009 như sau:



Hình 5. Hoa sóng 12 tháng tại trạm Cồn Cỏ năm 2009

Sóng hướng Đông Bắc có tần suất xuất hiện thấp hơn so với 2 hướng sóng còn lại nhưng có độ cao và năng lượng lớn hơn gấp gần 2 lần hướng Đông và hơn 4 lần hướng Đông Nam.

2.2.2. Thủy triều

Khu vực này có chế độ bán nhật triều không đều, gần một nửa số ngày hàng tháng có 2 lần nước lớn, 2 lần nước ròng. Mức nước đỉnh triều tương đối lớn từ tháng 8 đến tháng 12 và nhỏ hơn từ tháng 1 đến tháng 7. Độ lớn triều lên lớn nhất hàng tháng trong các năm không lớn, dao động từ 59 - 116 cm [3].

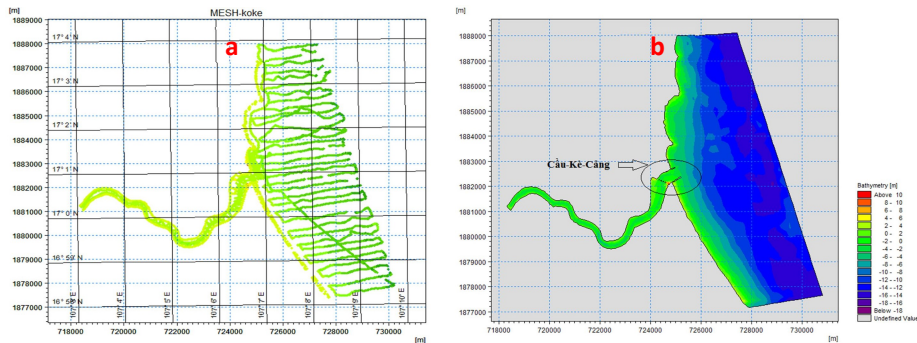
2.3. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu sử dụng mô hình Mike 21/3 Couple FM với 2 module chính, bao gồm module phổ sóng Spectral Wave (SW) [4] và module thủy lực Flow Hydrodynamic (FM - HD) [5] để tính toán, mô phỏng trường thủy động lực và sự lan truyền của sóng, dòng chảy tại khu vực Cửa Tùng - Quảng Trị.

2.3.1. Thiết lập địa hình miền tính và lưới tính

Dữ liệu độ sâu đáy biển cập nhật đến năm 2014 bởi Đoàn Đo đạc biên vẽ hải đồ và Nghiên cứu biển (Hình 6a), như sau:

Trung tâm miền tính được xác định là khu vực cửa sông tập trung các công trình. Miền tính được tính từ tâm ra biên phía đông hơn 4 km, mở theo 2 hướng Bắc-Nam dọc đường bờ biển các tâm miền tính 6 km. Phía tây dọc theo sông Bến Hải lên phía thượng lưu 8 km (Hình 6b).

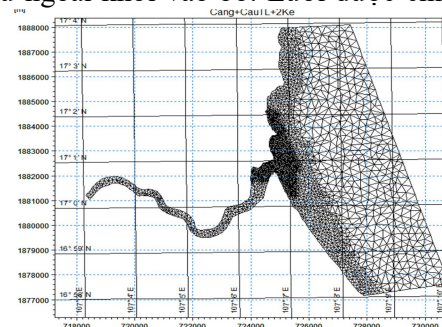


Hình 6. Phân bố điểm độ sâu (trái) và địa hình miền tính Cửa Tùng (phải)

Lưới tính toán có kích thước giảm dần từ ngoài khơi vào bờ. Lưới được chia chi tiết nhất ở vùng cửa sông có 2 tuyến kẻ Bắc - Nam Cửa Tùng (kích thước 10 - 30 m), chia lưới theo đường đồng mức độ sâu 10 m (kích thước 30 - 50 m) và thô dần khi ra ngoài khơi (kích thước 100 - 300 m) (Hình 7).

2.3.2. Số liệu đầu vào

Để tính toán bức tranh thủy động lực khu vực Cửa Tùng, nghiên cứu đã sử dụng các số liệu làm điều kiện biên và điều kiện ban đầu như sau:



Hình 7. Lưới tính toán Cửa Tùng

- Số liệu gió: Thu thập tại trạm quan trắc Côn Cỏ ($17^{\circ}10'N$ - $107^{\circ}21'E$) trong năm 2009 và từ 20/4 đến 28/4/2010;

- Số liệu sóng, dòng chảy: Thu thập từ số liệu đo đạc thực tế bằng máy AWAC trong 2 đợt từ 12/8 đến 18/8/2009 tại trạm K1 có tọa độ $107^{\circ}06'51'' E$; $17^{\circ}01'18'' N$ và từ 21/4 đến 28/4/2010 tại trạm K2 có tọa độ $107^{\circ}06'42'' E$; $17^{\circ}00'54'' N$ (Hình 2);

- Điều kiện biên mực nước: Sử dụng mực nước từ phân tích hằng số điều hòa toàn cầu của mô hình Mike 21.

2.3.3. Thời gian mô phỏng, tính toán

Thời gian mô phỏng không liên tục theo các kịch bản công trình qua các giai đoạn. Cụ thể, có 3 chuỗi thời gian đã chọn để mô phỏng:

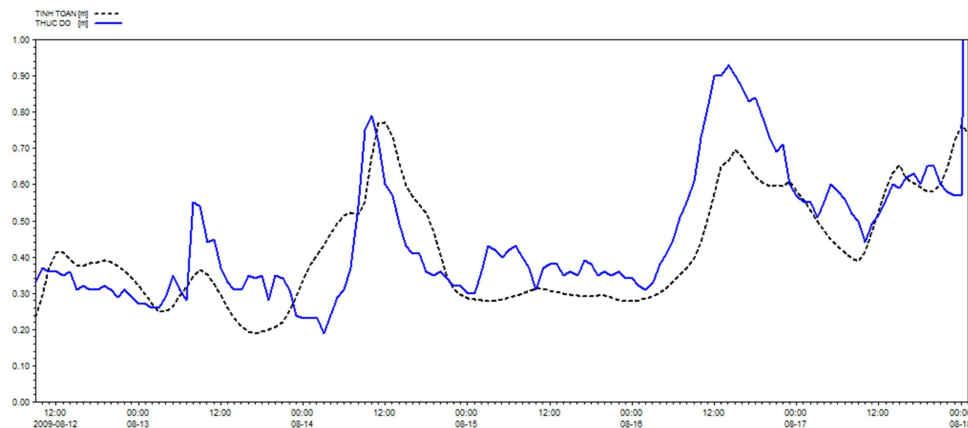
- Từ ngày 12/8/2009 đến 18/8/2009 mô phỏng, hiệu chỉnh mô hình toán;

- Từ ngày 21/4/2010 đến ngày 28/4/2010 kiểm định mô hình và tính trường sóng, trường dòng chảy dưới ảnh hưởng của các công trình được xây dựng tính đến năm 2010 (gồm Cảng Cá, Cầu Tùng Luật và Kè phía Nam Cửa Tùng);

- Từ ngày 10/01/2018 đến ngày 14/01/2018 tính toán trường sóng và trường dòng chảy dưới ảnh hưởng của các công trình tính đến năm 2018 (gồm Cảng Cá, Cầu Tùng Luật, Kè phía Nam và Kè phía Bắc Cửa Tùng).

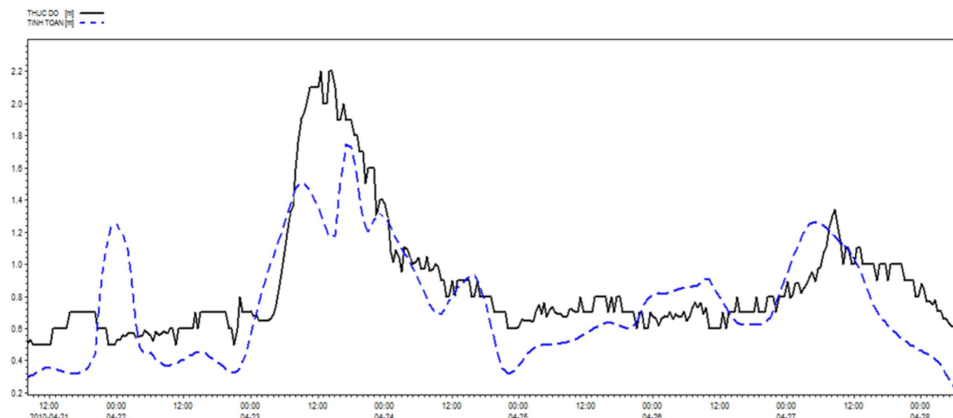
2.3.4. Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình

Thời gian hiệu chỉnh từ 12/8/2009 đến 18/8/2009. Độ cao sóng tính toán trung bình là 0,42 m trong khi độ cao sóng thực đo trung bình là 0,46 m, hệ số hiệu quả Nash = 70,5% (Hình 8). Hơn nữa, sóng được tính toán và sóng thực đo có xu hướng khá giống nhau. Đối với các mô hình toán hiện nay, kết quả hiệu chỉnh này là khá tốt.



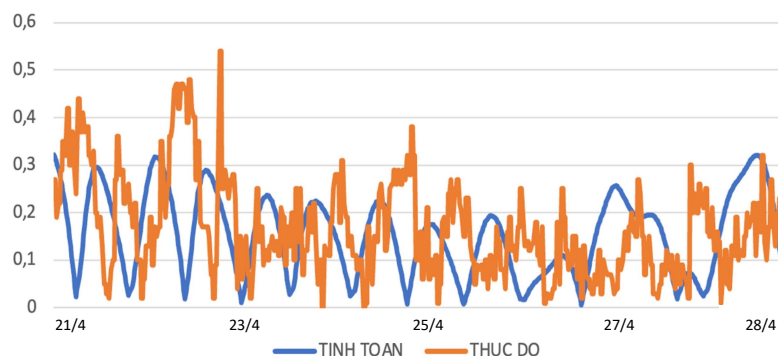
Hình 8. So sánh độ cao sóng tính toán và thực đo năm 2009

Thời gian kiểm định từ ngày 21/4/2010 đến ngày 28/4/2010. Độ cao sóng tính toán trung bình là 0,73 m thấp hơn so với độ cao sóng thực đo trung bình 0,86 m, hệ số hiệu quả Nash = 73,6% (Hình 9). Nhưng nhìn chung, xu hướng của sóng tính toán khá giống với sóng thực đo.



Hình 9. So sánh độ cao sóng tính toán và thực đo

Vận tốc dòng chảy trung bình tính toán được là 0,154 m/s trong khi vận tốc dòng chảy trung bình thực đo là 0,167 m/s, hệ số hiệu quả Nash = 55,2%. Sự biến thiên vận tốc tính toán và thực đo là gần chung xu hướng (Hình 10). Như vậy, kết quả kiểm định mô hình cho thấy sóng và dòng chảy đã tính toán được là phù hợp và đạt yêu cầu để mô phỏng, tính toán.



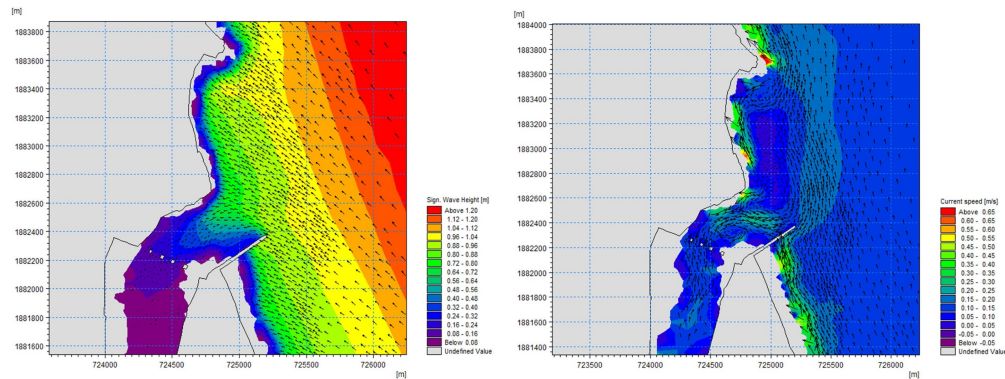
Hình 10. So sánh tốc độ dòng chảy tính toán và thực đo

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả trường sóng, trường dòng chảy khi chưa có kè phía Bắc (2010)

Hiện trạng khu vực nghiên cứu năm 2010 gồm có các công trình Cầu Tùng Luật, Cảng Cá và Kè phía Nam.

Vào tháng 4 năm 2010, sóng hướng Đông Nam chiếm ưu thế hơn các hướng sóng khác. Sóng ngoài khơi có độ cao 1,2 m nhưng khi lan truyền vào bờ chỉ còn 0,4 m và thấp hơn khi lan truyền vào trong cửa sông Bến Hải. Phía trong cửa sông, do có các công trình nên sóng lan truyền vào không được xa khoảng tối đa 1 km và độ cao sóng cũng chỉ dưới 0,2 m. Kè phía Nam Cửa Tùng đã chắn được khá tốt sóng Đông Nam khi lan truyền vào cửa sông. Tại 2 bên kè, tuy cùng độ sâu nhưng độ cao sóng chênh lệch nhau rõ rệt (Hình 11).



Hình 11. Trường sóng (*trái*) và trường dòng chảy (*phải*) với hiện trạng các công trình tháng 4 năm 2010

Dòng chảy trong khu vực có xu hướng ép sát bờ biển, tốc độ dòng chảy không lớn chỉ đạt 0,1 m/s ở ngoài khơi và lớn hơn ở ven bờ lên tới 0,4 m/s, có vùng lên tới trên 0,6 m/s. Ở ven bờ, dòng chảy mạnh hơn có thể gây ra xói lở bờ biển, đặc biệt các mũi đất nhô ra phía biển thường có tốc độ dòng chảy lớn gây xói mòn bờ mạnh hơn.

3.2. Kết quả trường sóng, trường dòng chảy với hiện trạng các công trình năm 2018 và đề chắn sóng

3.2.1. Kịch bản mô phỏng

Xây dựng 2 kịch bản với các hiện trạng công trình như sau:

- Kịch bản 1: Hiện trạng khu vực nghiên cứu năm 2018 có các công trình gồm Cầu Tùng Luật, Cảng Cá, Kè phía Nam và Kè phía Bắc Cửa Tùng.

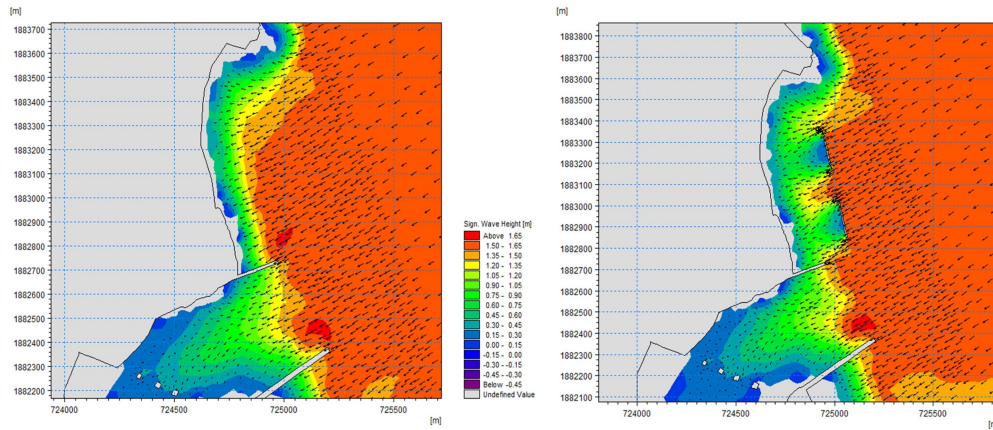
- Kịch bản 2: Hiện trạng khu vực nghiên cứu năm 2018 và thiết kế đề chắn sóng ngoài khơi bãi biển Cửa Tùng.

Đê chắn sóng ngoài khơi bãi biển Cửa Tùng được tác giả thiết kế gồm 2 đoạn, mỗi đoạn đê có kích thước 150 m x 4 m và cách nhau 100 m. Đê cách bờ 250 m, nằm ở độ sâu 4,5 m và song song với bờ biển.

3.2.2. Kết quả tính toán, mô phỏng

Vào tháng 01 năm 2018, sóng hướng Đông Bắc chiếm ưu thế trên toàn miền và có độ cao khá lớn. Độ cao sóng ở ngoài khơi khoảng 1,7 m và giảm dần khi lan truyền vào bờ chỉ còn khoảng 0,3 m và có những điểm cao hơn lên tới 0,8 m; sóng Đông Bắc có thể lan truyền sâu vào phía trong Cảng Cá thậm chí ảnh hưởng cả đến phía thượng lưu cầu Tùng Luật (Hình 12). Sự hiện diện của Kè phía Bắc đã phần nào chắn được sóng lan truyền vào bên trong cửa sông nhưng không đáng kể.

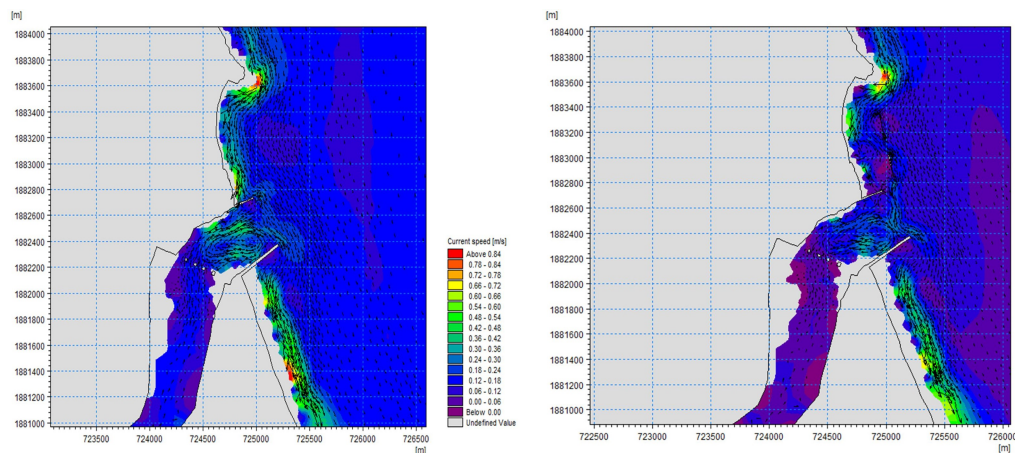
Phía bãi biển Cửa Tùng, khoảng không gian biển sau kè phía trong đất liền được chắn sóng khá nhiều. Dễ nhận thấy sự chênh lệch độ cao sóng qua 2 hình ảnh có đê chắn và không có đê. Trong điều kiện bình thường, khi chưa có đê chắn độ cao sóng lan truyền vào bờ có thể đến 0,9 m nhưng khi có đê thì độ cao sóng lan truyền vào bờ giảm chỉ còn dưới 0,6 m (Hình 12).



Hình 12. Trường sóng với hiện trạng công trình tháng 01 năm 2018 (*trái*) và khi có đê chắn sóng ngoài khơi (*phải*)

Dòng chảy dưới ảnh hưởng của trường sóng Đông Bắc có xu hướng ép sát bờ, tốc độ chỉ khoảng 0,2 m/s ở ngoài khơi nhưng vào càng gần bờ thì tốc độ dòng chảy lớn hơn lên tới 0,5 m/s; có vùng lên trên 0,8 m/s. Kè Bắc đã chắn khá tốt dòng chảy ven bờ, ngăn cản sự xói mòn di chuyển trầm tích khỏi bãi biển Cửa Tùng. Cụ thể, dòng chảy càng tiến sát kè thì vận tốc càng giảm (từ 0,5 m/s xuống còn 0,1 m/s) và bị bẻ cong ra phía ngoài khơi. Trong cửa sông giữa 2 kè, do dòng chảy sông không đồng nhất về hướng với dòng chảy ven biển nên hình thành xoáy có thể gây lắng đọng trầm tích trong cửa sông (Hình 13).

Khi có đê chắn, dòng chảy trong phía đê bị ảnh hưởng cả tốc độ và hướng. Tốc độ dòng chảy đã bớt siết hơn ở ven bờ so với khi chưa có đê chắn, tốc độ còn đạt khoảng 0,2 - 0,3 m/s ở vùng sau đê chắn (Hình 13). Nhìn chung, dòng chảy khi có đê có bị ảnh hưởng nhưng vẫn ở mức thấp.



Hình 13. Trường dòng chảy với hiện trạng công trình tháng 01 năm 2018 (*trái*) và khi có đê chắn sóng ngoài khơi (*phải*)

4. KẾT LUẬN

- Bài báo này trình bày các kết quả tính toán bức tranh trường sóng và trường dòng chảy khu vực Cửa Tùng dưới tác động của các công trình theo các kịch bản thực tế được xây dựng.

- Khi chưa có các công trình, bờ biển và vùng trong cửa sông sẽ phải hứng chịu nhiều đợt sóng với độ cao lớn từ ngoài khơi lan truyền tới. Với độ cao sóng lớn như vậy khi đi vào bờ dẫn đến sự xói lở đường bờ, đặc biệt là các bãi biển có trầm tích là cát. Hơn nữa, dòng chảy cũng là một nguyên nhân gây ra hiện tượng vận chuyển và lắng đọng trầm tích.

- Với 2 công trình đã được xây dựng là Kè phía Nam và Kè phía Bắc thì bờ biển vẫn chưa được bảo vệ một cách hiệu quả mà chủ yếu là chắn sóng lan truyền vào trong cửa sông, bờ biển vẫn chịu ảnh hưởng khi có sóng lớn làm xói lở và bị phá hủy.

- Khi có công trình đê chắn sóng ngoài khơi bãi biển Cửa Tùng, đã có tác dụng lớn trong việc chắn sóng và bảo vệ bờ biển. Độ cao sóng đã giảm rõ rệt ở phía sau của đê chắn. Ngoài ra, đê chắn cũng khiến trầm tích khi di chuyển từ bờ ra khơi sẽ bị lắng lại phía trong đê và giữa đê chắn có khoảng trống là nơi đi vào của trầm tích ngoài khơi.

- Kết quả nghiên cứu góp phần đánh giá hiện trạng đới bờ và làm cơ sở cho việc bảo đảm ổn định môi trường nước, giảm thiểu xói lở bờ biển nhằm phát triển du lịch, thúc đẩy phát triển kinh tế - xã hội và là cơ sở quan trọng cho quy hoạch và xây dựng các công trình biển, ven biển nhằm phòng chống xói lở, sụt lún, gây ô nhiễm môi trường biển.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

9. Nguyễn Thọ Sáo, Trần Ngọc Anh, Nguyễn Thanh Sơn, Đào Văn Giang, *Đánh giá tác động công trình đến bức tranh thủy động lực khu vực cửa sông ven bờ Bến Hải, Quảng Trị*, Tạp chí Khoa học ĐHQGHN, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, 2010, **26**(3S):435-442.
10. Trần Thanh Tùng, Lê Đức Dũng, *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, 2013, **41**:21-29.
11. Cổng thông tin điện tử, UBND Tỉnh Quảng Trị, www.quangtri.gov.vn.
12. DHI Water & Environment, MIKE 21/3, *Spectral Waves & Hydrodynamic Module - Scientific Documentation*, Denmark, 2017.
13. DHI Water & Environment, MIKE 21/3, *User Guide*, Denmark, 2017.

SUMMARY

RESEARCH ON THE EFFECT OF THE CONSTRUCTIONS TO THE WAVE, CURRENT FIELD IN CUA TUNG BEACH - QUANG TRI BY MODEL

For many years, Cua Tung area has suffered from the effects of rising water and waves, especially during storms. That situation leads to changes in water environment and coastal erosion, directly affecting people's lives and properties; affect the development of tourism, economy - society. The presence of the works here has led to a change in the hydrodynamic regime (waves, currents) and negatively affects the coast and water environment. Confirmed results show that wave height and flow rate are 73.6% and 55.2% according to Nash criteria, at a satisfactory level or higher. Before and after two constructions, the Southern Embankment and the North Embankment of Cua Tung, have shown a clear change in wave regime and flow, causing the waves to be strengthened and causing severe coastal erosion important. The author has proposed a breakwater construction measure off Cua Tung beach, through simulations, it has been shown that the breakwater has a great effect on breaking waves and protecting the coast. Wave height has decreased markedly at the rear of the breakwater. In addition, the barrier dyke also causes the sediment moving from the shore to the sea to be deposited inside the dyke and in the middle of the dyke there is a gap where the offshore sediment enters. The research results contribute to the assessment of the current status of the coastal zone and serve as a basis for ensuring the stability of the water environment, minimizing coastal erosion in order to develop tourism and promote socio-economic development.

Keywords: Wave field, current field, Cua Tung, MIKE 21/3 model, trường sóng, trường dòng chảy, Cửa Tùng, mô hình MIKE 21/3.

Nhận bài ngày 31 tháng 7 năm 2022

Phản biện xong ngày 04 tháng 11 năm 2022

Hoàn thiện ngày 07 tháng 11 năm 2022

⁽¹⁾ Đoàn Đo đạc biên vẽ hải đồ và Nghiên cứu biển, Bộ Tham mưu Hải quân

Liên hệ: Lê Văn Tuấn

Đoàn Đo đạc biên vẽ hải đồ và Nghiên cứu biển, Bộ Tham mưu Hải quân

Số 03 Mạc Quyết - Anh Dũng - Dương Kinh - Hải Phòng

Điện thoại: 0396.963.242; Email: leetuan300596@gmail.com