Tạp chí Khoa học và Công nghệ Biển; Tập 17, Số 4; 2017: 433-444
DOI: 10.15625/1859-3097/17/4/11053
http://www.vjs.ac.vn/index.php/jmst

ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG CỦA KÈ CHẮN SÓNG TỚI QUÁ TRÌNH BỒI -XÓI TẠI KHU VỰC CỬA TAM QUAN, BÌNH ĐỊNH

Vũ Tuấn Anh

Viện Hải dương học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam
E-mail: reoldfriend@yahoo.com

Ngày nhận bài: 13-7-2016

TÓM TẮT: Năm 2009 đê chắn sóng tại cửa Tam Quan được hoàn thành, khu vực này bị bồi một cách nhanh chóng, đặc biệt là vào mùa mưa (trùng hợp với gió mùa Đông Bắc). Các quá trình thủy thạch động lực và xói lở, bồi tụ tại cửa Tam Quan thay đổi theo mùa rõ rệt. Vào mùa mưa (từ tháng 9 tới tháng 12): Gió thịnh hành theo hướng đông bắc (NE), bắc - đông bắc (NNE), bắc (N) và tây bắc (NW). Hầu hết tốc độ gió tập trung từ cấp 2 đến cấp 5. Sóng hình thành bởi gió NE, N có ảnh hưởng lớn nhất đến khu vực cửa Tam Quan. Khi truyền vào trong luồng dẫn sóng giảm nhanh chóng và có xu thế đẩy vật liệu từ ngoài biển vào, gây nên quá trình bồi - xói xen kẽ ở khu vực cửa và trong luồng dẫn. Dòng chảy có xu thế làm vật liệu đáy di chuyển từ sông ra biển gây ra sự bồi, xói xen kẽ ở khu vực luồng dẫn. Phía ngoài cửa vật liệu được bồi trên một khu vực có dạng vòng cung xung quanh cửa. Vào mùa khô (từ tháng 1 tới tháng 8): Hướng gió chủ đạo là đông nam (SE), nam - đông nam (SSE) và nam (S) với tốc độ gió khá nhỏ, từ cấp 2 đến cấp 4. Gió hướng đông (E) có tần suất nhỏ nhưng tạo ra sóng gây tác động trực tiếp tới khu vực nghiên cứu. Độ cao sóng giảm nhanh khi truyền vào trong luồng dẫn. Tác động của sóng do gió SE có xu thế đẩy vật liệu đáy từ ngoài biển và khu vực mũi nhô Trường Xuân vào lắng đọng ở khu vực cửa. Dòng chảy sóng hình thành bên bờ bắc làm vật liệu di chuyển vào khu vực trung tâm luồng làm nông hóa khu vực này. Dòng chảy chỉ làm vật liệu đáy di chuyển vào thời điểm triều rút mạnh và lắng đọng trên một khu vực rộng, đều ở cửa nhưng với cường độ không đáng kể. Kết quả tính toán những thay đổi địa hình đáy từ 15/12/2014 đến 20/5/2015 khá phù hợp với kết quả đo đạc. Đây chính là cơ sở để đưa ra các giải pháp ổn định luồng dẫn lâu dài.

Từ khóa: Cửa Tam Quan, luồng dẫn, lưu lượng, vật liệu đáy, lắng đọng, bồi - xói.

MỞ ĐẦU

Cửa Tam Quan, nơi ra vào thường xuyên của hơn 1.400 tàu thuyền của các huyện phía bắc tỉnh Bình Định và các vùng lân cận, là một trong những cảng cá tấp nập nhất miền Trung. Năm 2003 cảng đã được xây dựng kiên cố, trong đó có một kè chắn sóng dài 850 m vươn ra biển và đưa vào sử dụng cuối năm 2009. Trước khi xây kè chắn sóng, tàu có công xuất từ 90 - 400 CV ra vào rất dễ dàng. Tuy nhiên sau khi xây kè chắn sóng khu vực này bị bồi lấp mạnh gây khó khăn cho tàu thuyền ra vào. Rất nhiều tàu bị mắc cạn, sóng đánh chìm, bị gãy chân vịt, bánh lái khi ra vào cửa. Giữa năm 2011 đã nạo vét, khơi sâu luồng lạch, tuy nhiên chỉ vài tháng sau cửa biển lại bị bồi lấp nghiêm trọng hơn. Hiện tượng này xảy ra chủ yếu từ tháng 9 - 12, mùa mưa và cũng là mùa gió mùa Đông Bắc. Từ tháng 1 tới tháng 8, trùng với mùa khô, địa hình đáy ở khu vực cửa ít bị biến động hơn. Năm nào địa phương cũng phải chi 1 - 1,5 tỉ đồng để nạo vét luồng ra vào nhưng đều bị bồi lấp trở lại sau vài tháng, đây chỉ là giải

pháp tình thế. Có thể nói đây là một trong những công trình đã để lại những hậu quả không mong muốn nhất. Muốn đưa ra những giải pháp nhằm ổn định luồng lạch lâu dài thì việc xác định nguyên nhân và cơ chế vận chuyển vật liệu gây nên sự biến động địa hình đáy là cần thiết. Rõ ràng, kè chắn sóng sau khi xây dựng đã làm thay đổi các quá trình thủy - thạch động lực, gây nên sự bồi lấp cửa ở đây.

Bài viết đưa ra kết quả tính toán bằng mô hình toán mô phỏng các trường thủy động lực và tác động của chúng tới quá trình di chuyển - lắng đọng vật liệu gây nên sự biến đổi địa hình tập trung vào khu vực luồng dẫn và cửa Tam Quan. Đây sẽ là những cơ sở để đưa ra giải pháp nhằm ổn định lâu dài luồng lạch ra vào cửa.

TÀI LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

Tài liệu

Để đảm bảo yêu cầu tính toán bằng mô hình toán, địa hình đáy biển khu vực nghiên cứu đã được lấy từ các tờ hải đồ tỉ lệ 1:200.000 xuất bản năm 2011 bởi Hải quân Nhân dân Việt Nam, bao gồm các tờ:

Từ cửa Đại tới cửa Mỹ Á:

Tỉ lệ: 1:200.000 tại vĩ tuyến 16. Phép chiếu Mercator. Hệ quy chiếu VN2000.

Phần biển: Biên tập theo tài liệu đo đạc năm 2008, 2009 của Đoàn Đo đạc biên vẽ Hải đồ và Nghiên cứu biển, Quân chủng Hải Quân.

Từ cửa Mỹ Á đến vụng Quy Nhơn:

Tỉ lệ: 1:200.000 tại vĩ tuyến 16. Phép chiếu Mercator. Hệ quy chiếu VN2000.

Phần biển: Biên tập theo tài liệu IA-200(07+08), IA-25-40 của HQND Việt Nam xuất bản năm 2010, tài liệu đo đạc năm 2007 của Đoàn Đo đạc biên vẽ Hải đồ và Nghiên cứu biển, Quân chủng Hải Quân.

Bản đồ độ sâu đáy biển vùng biển Bình Sơn (Quảng Ngãi) - Quy Nhơn (Bình Định) 0 - 60 m nước. Tờ số 1, tờ số 2. Tỉ lệ 1:100.000, năm 2014. Dự án "Điều tra đặc điểm địa chất, địa động lực, địa chất khoáng sản, địa chất môi trường và dự báo tai biến địa chất vùng biển Thừa Thiên-Huế - Bình Định (0 - 60 m nước). Tỉ lệ 1:100.000 (Trung tâm Địa chất và Khoáng sản biển).

Tại khu vực cửa Tam Quan, địa hình còn được sử dụng từ:

Bản đồ địa hình khu vực cửa Tam Quan (Bình Định) tháng 12/2014, tháng 5/2015. Tỉ lệ 1:10.000.

Ngoài địa hình đáy được lấy từ các tờ bản đồ nêu trên, số liệu đầu vào cần thiết cho mô hình còn có:

Số liệu lưu lượng nước sông, đợt khảo sát 12/2014 và tháng 5/2015.

Kết quả phân tích cơ học trầm tích khu vực cửa Tam Quan, đợt khảo sát 12/2014 và tháng 5/2015.

Số liệu gió trạm Lý Sơn (1994 - 2013).

Phương pháp

Khảo sát thực địa:

Đo dòng chảy trên 2 nhánh sông chính (hình 1b) để xác định lưu lượng nước sông Tam Quan vào mùa mưa (12/2014) và mùa khô (5/2015). Lấy mẫu trầm tích đáy xác định kích thước và thành phần vật liệu đáy.

Đo địa hình vào tháng 12/2014 và 5/2015, xác định sự biến đổi địa hình giữa 2 lần đo nhằm kiểm chứng kết quả tính toán bằng mô hình.

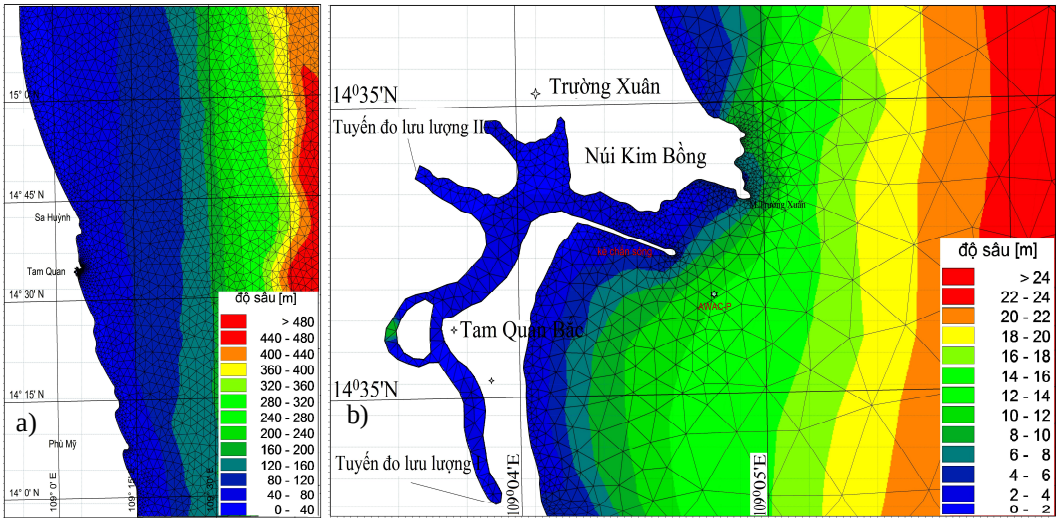
Mô hình hóa:

Phương pháp mô hình toán nhằm mô phỏng các quá trình thủy thạch động lực thông qua việc ứng dụng mô hình MIKE 21 SW (sóng), MIKE 21 FM (dòng chảy), MIKE 21 ST (di chuyển trầm tích bở rời). MIKE 21 là một hệ thống mô hình cho các cửa sông, ven biển và biển [1] phát triển bởi DHI (Danish Hydraulic Institute) được sử dụng khá phổ biến ở Việt Nam và trên thế giới và được đánh giá là cho kết quả đáng tin cậy. Bản thân DHI đã có nhiều dự án để kiểm chứng các mô hình của mình. Có thể kể đến: Mô phỏng các trường thủy động lực ở vịnh Mele và cảng Vila, Vanuatu [2]; Xác định tốc độ lắng đọng trong cảng Bakkafjõru cũng như độ sâu ổn định trong và ngoài cửa luồng dẫn vào cảng [3]; Cài đặt MIKE 21 để mô phỏng sóng bão gần bờ, dòng

chảy và di chuyển trầm tích tại Brackley Bight phía bắc đảo Prince Edward [4]; Tính toán bồi xói luồng tàu do tác dụng của dòng chảy và sóng [5]…

Trong nghiên cứu này phương pháp mô hình hóa với kỹ thuật phần tử hữu hạn được sử dụng. Trong đó các module Hydrodynamic (dòng chảy), Spectral Wave FM (sóng) và Non-Cohesive Sediment Transport (di chuyển vật liệu không dính kết) trong MIKE 21 FLOW MODEL FM được dùng để tính toán trường dòng chảy và dịch chuyển vật liệu đáy. Cơ sở toán của mô hình tính được trình bày kỹ trong các phần "tài liệu khoa học" của các module [6-9].

Với phương pháp mô hình hóa thì điều kiện biên rất quan trọng. Tại các biên lỏng ngoài biển, A-B, B-C và C-D (hình 1a) điều kiện biên cho module Hydrodynamic (tính dòng chảy) là mực nước triều - được tính toán bởi công cụ Tide Pridiction Heights trong MIKE 21 Toolbox. Công cụ này cho phép tính toán thủy triều toàn cầu với ô lưới 0,25^o hoặc 0,5^o. Vói 2 biên lỏng trong sông là tuyến đo lưu lượng I và tuyến đo lưu lượng II (hình 1b) là lưu lượng mùa mưa và mùa khô thực đo (bảng 1).



Hình 1. Độ sâu và lưới tính: a) Vùng tính mở rộng, b) Vùng nghiên cứu chi tiết

Bảng 1. Lưu lượng nước sông Tam Quan

Tháng 12/2014 (mùa mưa)		Tháng 5/2015 (mùa khô)	
Tuyến đo lưu lượng I	Tuyến đo lưu lượng II	Tuyến đo lưu lượng I	Tuyến đo lưu lượng II
16,8 m^3/s	37,9 m^3/s	5,8 m^3/s	0,04 m^3/s

Với module Spectral Wave FM (tính sóng) các biên lỏng ngoài biển được được xác định là biên bên (lateral boundary) và trong sông là biên đóng (closed boundary).

Các kết quả đo đạc, phân tích cho thấy hàm lượng trầm tích lơ lửng trong nước sông, ngay cả vào thời kỳ mùa mưa (12/2014) không đáng kể. Vì vậy, chỉ tính toán quá trình di chuyển vật liệu đáy không dính kết. Các kết quả phân tích cho thấy vật liệu đáy ở khu vực cửa Tam Quan chủ yếu là cát với đường kính hạt giảm dần từ trong sông ra biển. Trong module Non-Cohesive Sediment Transport, thành phần cấp hạt trầm tích đáy (d_{50}) được lấy thay đổi, bằng 0,25 mm ở khu vực trong sông, khu vực cửa lấy bằng 0,2 mm. Bên ngoài cửa từ độ sâu 2,5 m trở ra bằng 0,15 mm.

Quá trình hiệu chỉnh mô hình tính thông qua việc thay đổi hệ số Manning trên toàn vùng tính.

KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Để đảm bảo kết quả tính được chính xác cho vùng nghiên cứu, khu vực tính toán được mở rộng tới vĩ độ 15^{o}13'N về phía bắc và 13^{o}56'N xuống phía nam. Về phía biển vùng tính toán được mở rộng ra tới kinh tuyến

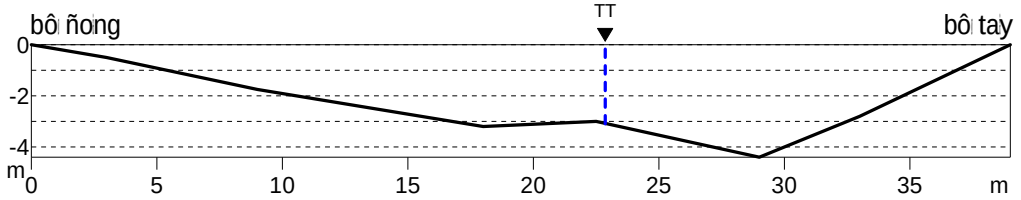
109°50'E. Với vùng tính đó, đã thiết lập lưới tính với 7333 phần tử tam giác (hình 1a).Với những khu vực ngoài khơi hay vùng ven bờ có đường bờ đơn giản, phần tử lưới được làm thô. Cửa Tam Quan (khu vực nghiên cứu) và những vùng có đường bờ phức tạp phần tử lưới sẽ được làm mịn hơn (hình 1b). Do lưới tính tam giác tại khu vực nghiên cứu rất dày và không đều nhau, kết quả biểu diễn sẽ gây khó khăn cho người đọc. Vì vậy, các kết quả biểu diễn dòng chảy được chuyển sang lưới vuông cho rõ ràng.

Xác định cơ chế, cường độ của quá trình di chuyển vật liệu gây nên quá trình bồi - xói ở khu vực cửa Tam Quan nhằm đưa ra những giải pháp ổn định cửa lâu dài thì việc đánh giá tác động của từng yếu tố thủy động lực là cần thiết. Tuy nhiên, sự biến đổi địa hình đáy biển lại là kết quả tổng hợp của các quá trình thủy động lực. Việc đánh giá mức độ chính xác của kết quả tính bằng mô hình, do đó, phải được so sánh với kết quả đo thực tế. Vì vậy, ngoài việc tính toán sự biến động này dưới tác động riêng rẽ của từng yếu tố thủy thạch động lực, cần thiết phải tính toán tác động tổng hợp các quá trình thủy động lực tới quá trình di chuyển vật liệu gây nên biến đổi địa hình. Để có thể so sánh kết quả tính toán với số liệu đo, thời gian tính sẽ từ 15/12/2014 (bắt đầu khảo sát lần 1) tới 21/5/2015 (kết thúc lần khảo sát thứ 2).

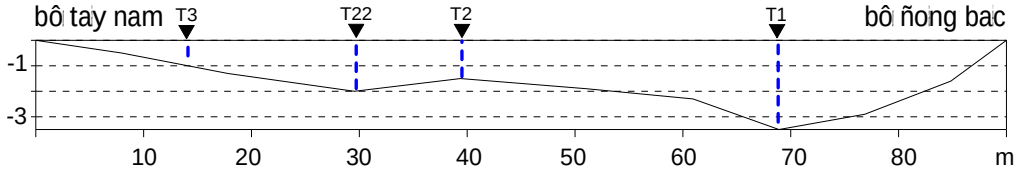
Các kết quả tính vào mùa mưa

Kết quả tính dòng chảy

Dòng chảy tính toán ở đây là tổng hợp của dòng triều và dòng chảy sông. Với 2 tuyến đo lưu lượng tại 2 nhánh chính, tuyến đo lưu lượng I (hình 1b và hình 2) và tuyến đo lưu lượng II (hình 1b và hình 3) được thực hiện vào tháng 12/2014 cho thấy lưu lượng nước sông vào thời gian này không lớn (bảng 1), tổng lưu lượng nước sông chảy ra biển chỉ xấp xỉ 55 m^3/s. Tuy nhiên, cần lưu ý rằng, mùa mưa năm 2014 ở hầu hết các tỉnh Nam Trung Bộ có lượng mưa rất thấp đã gây nên hiện tượng hạn hán khá nghiêm trọng vào mùa khô năm 2015.



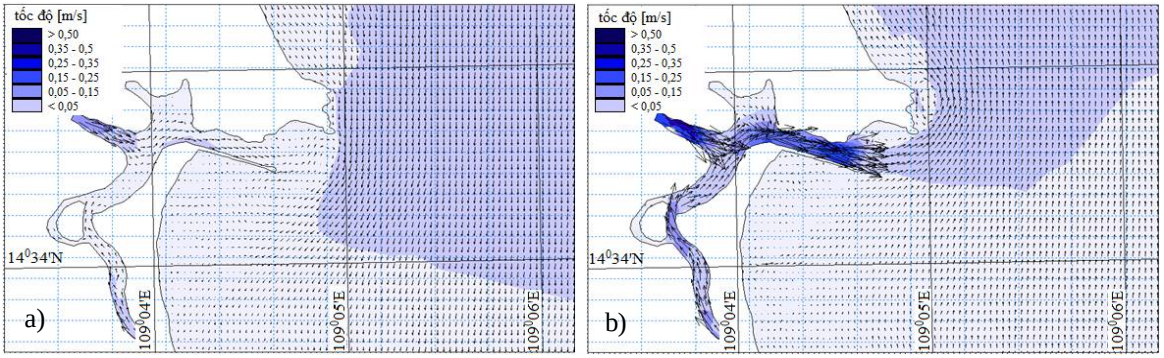
Hình 2. Tuyến đo lưu lượng I và thủy trực



Hình 3. Tuyến đo lưu lượng I và các thủy trực

Kết quả tính cho thấy vào thời thời kỳ triều có biên độ cực đại, dòng chảy trong sông đạt giá trị lớn nhất ở thời điểm triều xuống mạnh ở nhánh sông có bố trí tuyến đo lưu lượng II (hình 4a), xấp xỉ 0,6 m/s. Ở khu vực luồng dài 850 m, giữa kè và núi Kim Bồng, dòng chảy có thể đạt cực đại khoảng 0,4 m/s tại vị trí hẹp nhất gần đầu kè. Vào thời điểm triều lên mạnh, dòng chảy tại 2 khu vực này giảm xuống. Giá trị cực đại ở khu vực luồng chỉ còn khoảng 0,15 m/s và còn 0,3 m/s ở nhánh sông bố trí tuyến đo lưu lượng II. Dòng chảy trung bình theo độ sâu tại các điểm tính trong sông luôn có hướng chảy từ sông ra biển. Khu vực ngoài cửa khi triều lên dòng chảy có hướng chủ đạo từ bắc xuống nam và khi triều rút dòng chảy có hướng ngược lại. Tốc độ dòng triều không lớn, thường từ 0,06 - 0,08 m/s vào các thời điểm

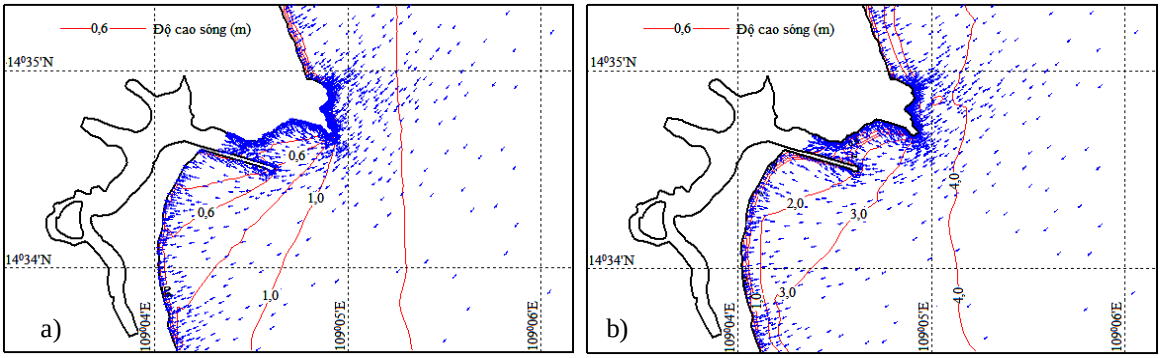
triều lên và xuống mạnh ở phần phía bắc và thường nhỏ hơn 0,05 m/s ở phần phía nam. Tại khu vực đầu kè chắn sóng và đầu mũi nhô ra biển của núi Kim Bồng (mũi Trường Xuân) có hiện tượng tạo ra những xoáy cục bộ. Dải gần bờ phía nam kè chắn sóng dòng chảy yếu và thường không có hướng chủ đạo (hình 4a, 4b). Dòng chảy thường đạt giá trị lớn vào các thời gian triều rút mạnh. Vào thời kỳ triều có biên độ nhỏ, trường dòng chảy phân bố tương tự nhưng với tốc độ nhỏ hơn.



Hình 4. Trường dòng chảy tính toán, mùa mưa thời điểm triều lên mạnh (a); thời điểm triều xuống mạnh (b)

Kết quả tính sóng

Mùa mưa trùng với thời kỳ gió mùa Đông Bắc. Kết quả thống kê gió từ 1994 - 2013 cho thấy: Vào thời gian này gió thịnh hành là hướng NE (10,88%), NNE (8,92%), N (7,61%) và NW (12,10%). Phần lớn tốc độ gió tập trung trong khoảng cấp 2 tới cấp 5 (theo thang Beaufort). Gió NE, N, NNE cực đại đạt cấp 8 riêng gió hướng NW đạt cực đại tới cấp 10. Do đặc điểm địa hình khu vực, sóng do gió NE, N và NNE có tác động mạnh tới khu vực.



Hình 5. Trường sóng do gió NE, tốc độ 9,3 m/s tạo ra (a); do gió NE, tốc độ 19,3 m/s tạo ra (b)

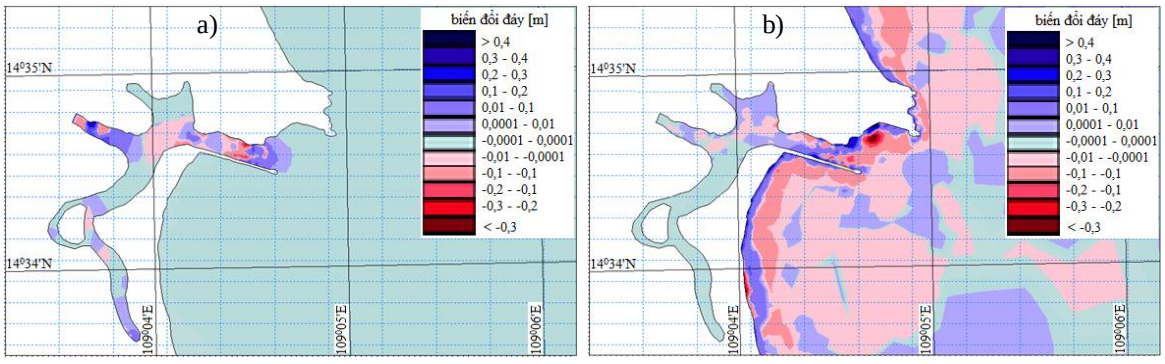
Kết quả tính cho thấy: Với gió NE có tốc độ 9,3 m/s (cấp 5) đã tạo ra trường sóng hiệu dụng ở phần phía bắc có độ cao 1,0 m, đặc biệt ở phần núi Kim Bồng nhô ra biển. Ở khu vực phía bắc, sóng hầu như giữ nguyên hướng khi tiến vào bờ. Tác dụng che chắn của mũi nhô Trường Xuân là rất lớn không những cho khu vực cửa luồng dẫn mà còn cả một phần của dải ven bờ phía nam vùng nghiên cứu. Sau khi vượt qua mũi Kim Bồng, sóng chuyển hướng nhanh từ NE sang E. Khi tới cửa, do sự hiện diện của kè đã làm sóng tiếp tục chuyển hướng sang ESE vào trong luồng và sự suy giảm độ cao sóng nhanh, chỉ còn 0,2 m ở khu vực trung tâm luồng. Sự hiện diện của kè còn có tác dụng che chắn cho dải bờ phía nam. Phần sát kè sóng

có hướng ESE, càng về phía nam, ảnh hưởng che chắn của mũi Trường Xuân và kè càng giảm dần làm cho sóng chuyển dần sang hướng chủ đạo là NE (hình 5a). Toàn bộ vùng ngoài khơi, sóng có độ cao trên 1,2 m. Đây là độ cao sóng hiệu dụng do gió hướng N, tốc độ 9,3 m/s tạo ra ở khu vực tương tự trường sóng do gió NE tạo ra. Sóng có độ cao 0,8 m áp sát bờ ở khu vực phía bắc tới mũi Kim Bồng. Phần lớn khu vực cửa luồng sóng có độ cao nhỏ hơn 0,5 m và giảm rất nhanh xuống còn 0,2 m khi tiến vào trong luồng với hướng chủ đạo là E. Mũi nhô Trường Xuân còn có tác dụng che chắn khá tốt cho dải bờ khu vực phía nam vùng nghiên cứu. Độ cao sóng cho dải ven bờ ở đây nhỏ hơn 0,8 m với hướng NE. Toàn bộ phía ngoài khơi, sóng có độ cao trên 1,0 m hướng NNE là chủ đạo. Với gió NE cấp 8 tạo ra sóng cao hơn 4,0 m ở ngoài khơi, từ 2 - 3 m ở khu vực cửa và suy giảm rất nhanh xuống còn 0,4 m ở trung tâm luồng (hình 5b).

Kết quả tính biến đổi địa hình đáy

Biến đổi địa hình đáy do dòng chảy

Dòng chảy tới một giá trị đủ lớn sẽ làm di chuyển vật liệu đáy. Do dòng chảy không đồng nhất theo cả không gian và thời gian trên toàn bộ khu vực nên sự di chuyển của vật liệu đáy cũng không đồng nhất và kết quả là đã tạo ra những khu vực xói - bồi xen kẽ. Khu vực luồng giữa kè và núi Kim Bồng xảy ra quá trình bồi xói xen kẽ trên toàn bộ diện tích, trong đó phía ngoài cửa quá trình xói - bồi diễn ra mạnh mẽ hơn. Kết quả tính sau 15 ngày cho thấy: Xuất hiện một khu vực xói từ bờ bắc sang bờ nam với 2 tâm xói ở sát bờ bắc và gần kè bên bờ nam. Vật liệu được di chuyển về phía cửa tạo ra một khu vực bồi ở phía bắc và một khu vực bồi gắn với kè bên bờ nam có hình dạng tam giác. Nằm kẹp giữa hai khu vực bồi này là một dải xói hẹp hình vòng cung và phía bên ngoài là một khu vực bồi có diện tích tương tự. Kết quả tính sau một tháng cho thấy: Khu vực xói là 0,021 km^2, chủ yếu ở bên bờ nam và về phía trong sông, tốc độ xói là -0,11 m/30 ngày. Tốc độ xói cực đại tại tâm xói bên bờ bắc -0,41 m/30 ngày, bên bờ nam tâm xói phát triển thành một rãng trũng song song với kè, đạt giá trị cực đại xấp xỉ -0,25 m/30 ngày. Khu vực bồi phía bắc phát triển hơn, có hình dạng đẳng hướng, rộng 0,013 km^2, tốc độ bồi không tăng so với 15 ngày trước đó, đạt +0,08 m/30 ngày, giá trị bồi cực đại +0,37 m/30 ngày. Tuy nhiên, quá trình bồi đã hình thành một dạng tuyến dài khoảng 80 m, rộng 25 m vuông góc với bờ bắc, chắn ngang luồng. Tốc độ bồi trung bình của dải này +0,21 m/30 ngày, cực đại +0,37 m/30 ngày. Khu vực bồi phía nam phát triển gắn với khu vực bồi phía bắc và với khu vực bồi phía ngoài để tạo ra một vòng cung nối liền kè và bờ bắc. Diện tích của khu vực này khoảng 0,028 km^2 với tốc độ bồi xấp xỉ +0,09 m/30 ngày. Phần sát kè được bồi nhiều hơn với những tâm bồi đạt cực +0,31 m/30 ngày (hình 6a).



Hình 6. Biến đổi địa hình đáy gây ra bởi dòng chảy mùa mưa (a); bởi sóng do gió NE, tốc độ 9,3 m/s (b)

Biến đổi địa hình đáy do song

Sóng gây ra sự di chuyển vật liệu đáy thông qua việc tạo ra các dòng chảy ổn định như dòng dọc bờ, dòng sóng dội… Sự bất đối xứng của vận tốc dưới đỉnh và chân sóng cũng là một nguồn khác của vận chuyển trầm tích [8].

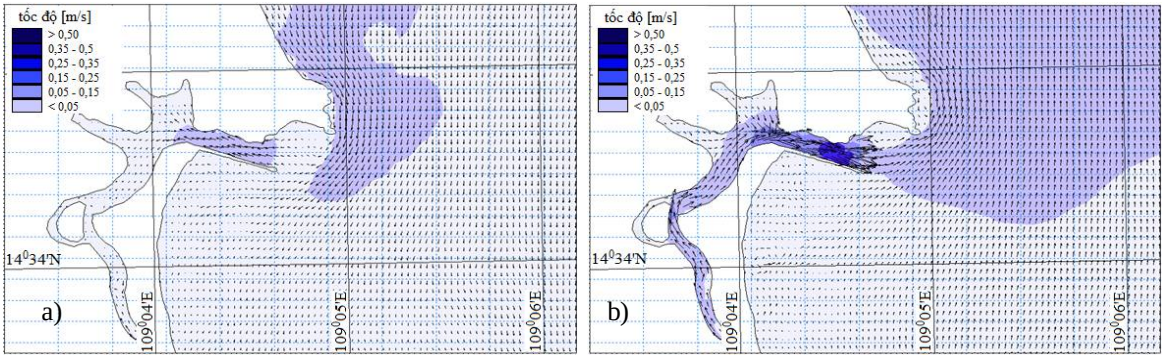
Phân bố bồi - xói do tác động của sóng do gió NE, N hay NW tương tự nhau. Trong đó, sóng do gió NE gây nên quá trình biến đổi địa hình đáy mạnh mẽ hơn cả. Kết quả tính sự di chuyển vật liệu đáy gây nên bồi - xói gây ra bởi sóng do gió NE, cấp 5, thời gian 15 ngày cho thấy: Ở phía bờ bắc vùng xói cực đại đạt -0,48 m/15 ngày, trung bình -0,02 m/15 ngày; điểm bồi cực đại là +0,91 m/15 ngày, trung bình +0,10 m/15 ngày. Đáng chú ý là dòng chảy do sóng gây ra ở dải ven bờ phía ngoài núi Kim Bồng sau khi vượt qua mũi Trường Xuân đi dọc bờ phía bắc vào trong luồng. Tốc độ dòng khá mạnh có xu thế mang vật liệu từ phía ngoài vào lắng đọng ở dải sát bờ bắc và trong luồng. Bên bờ nam điểm xói cực đại -0,48 m/15 ngày, trung bình -0,04 m/15 ngày và điểm bồi cực đại là +0,80 m/15 ngày, trung bình +0,10 m/15 ngày. Khu vực luồng bồi, xói cực đại đều đạt giá trị tuyệt đối là khoảng 0,70 m/15 ngày, xói trung bình -0,12 m/15 ngày, bồi trung bình +0,18 m/15 ngày. Quá trình xói xảy ra mạnh ở khu vực ngoài cửa, vật liệu được đưa vào tạo ra dải bồi liên tục bên bờ phía bắc và bên bờ kè phía nam. Sóng còn đưa vật liệu đi sâu vào trong luồng dẫn tạo ra 1 dải bồi theo hướng đông tây, chéo ngang luồng làm nông hóa luồng (hình 6b).

Các kết quả tính vào mùa khô

Kết quả tính dòng chảy

Kết quả đo đạc tháng 5/2015 cho thấy lưu lượng của sông Tam Quan rất nhỏ. Tại nhánh bố trí tuyến đo lưu lượng II hầu như không có nước sông (bảng 1).

Biên độ triều vào thời kỳ triều cường trong các tháng mùa khô cũng thường nhỏ hơn so với giá trị này vào thời gian mùa mưa (các tháng cuối năm). Tốc độ dòng chảy thời điểm triều xuống mạnh cũng ít khi vượt giá trị 0,2 m/s tại khu vực luồng (hình 7a), vào các thời điểm triều lên mạnh chảy còn nhỏ hơn (hình 7b). Trong sông dòng chảy bên nhánh sông có bố trí tuyến đo lưu lượng I dòng chảy lớn hơn bên nhánh kia nhưng cũng chỉ đạt cực đại khoảng 0,09 m/s. Do lưu lượng nước sông nhỏ nên dòng chảy trong sông thường có hướng ngược nhau (vào - ra) theo pha triều. Khu vực ngoài biển, tương tự như trong thời kỳ mùa mưa, dòng chảy chủ đạo là dòng triều, có hướng từ bắc xuống nam khi triều lên và ngược lại khi triều rút. Tốc độ dòng triều nhỏ hơn giai đoạn mùa mưa, từ 0,03 - 0,06 m/s vào các thời điểm triều lên và xuống mạnh ở phần phía bắc và thường nhỏ hơn 0,03 m/s ở phần phía nam.

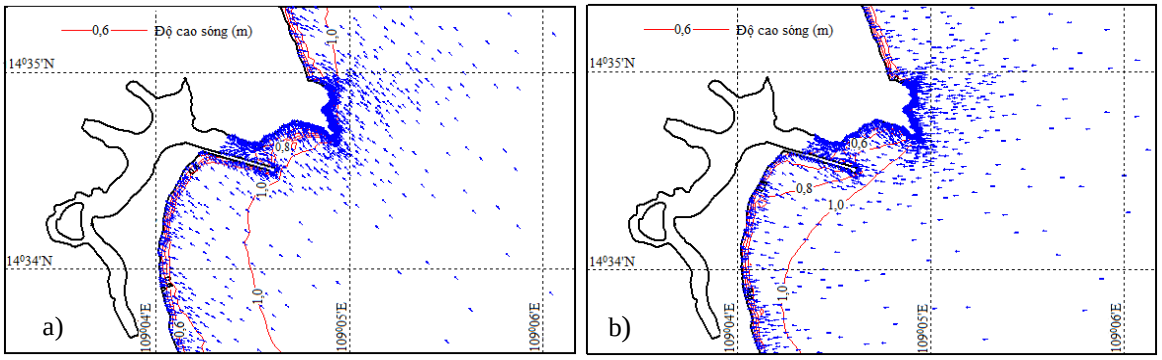


Hình 7. Trường dòng chảy tính toán, mùa khô thời điểm triều lên mạnh (a); thời điểm triều xuống mạnh (b)

Kết quả tính sóng

Với gió SE, có tốc độ 9,3 m/s (cấp 5) tạo ra trường sóng hiệu dụng có độ cao 0,8 m áp sát dải bờ toàn bộ khu vực nghiên cứu với hướng sóng chủ yếu là SE. Trong khi đó, sóng có độ

cao từ 1,0 m trở lên nằm cách bờ khoảng 800 - 900 m ở khu vực phía nam, khoảng 200 - 300 m ở phía bắc và áp sát bờ khu vực núi Kim Bồng nhô ra biển. Tại khu vực cửa luồng, sóng suy giảm rất nhanh, độ cao sóng từ 1,0 m ở ngoài đầu kè xuống còn 0,2 m trên một quãng đường khoảng 150 - 180 m khi tiến vào luồng và hầu như không đổi hướng. Tác dụng che chắn của mũi nhô Trường Xuân với khu vực luồng dẫn không đáng kể, còn kè chắn sóng chỉ có tác dụng che chắn với sóng có độ cao nhỏ hơn 1,0 m (hình 8a). Với gió E, có tốc độ 9,3 m/s (cấp 5) tạo ra trường sóng hiệu dụng có độ cao 1,0 m áp sát dải bờ toàn bộ dải bờ phía bắc tới mũi Trường Xuân. Ở khu vực cửa luồng sóng truyền trực tiếp vào trong luồng. Tuy nhiên, sóng suy giảm khá nhanh, xuống còn 0,2 m ở khu vực trung tâm luồng. Ở phần phía nam, tác dụng che chắn của mũi Trường Xuân và kè không nhiều. Do đáy biển nông và thoải hơn nên khi áp sát bờ độ cao sóng bị suy giảm còn 0,8 m với hướng sóng hầu như không thay đổi, chủ yếu vẫn là hướng E (hình 8b).

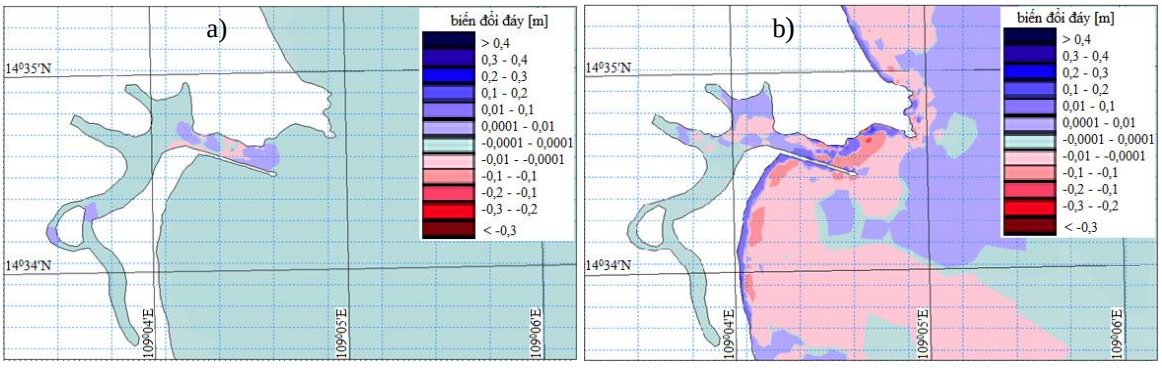


Hình 8. Trường sóng do gió SE, tốc độ 9,3 m/s (a); do gió E, tốc độ 9,3 m/s (b)

Kết quả tính biến đổi địa hình đáy

Biến đổi địa hình đáy do dòng chảy

Do lưu lượng sông vào mùa khô không đáng kể, dòng chảy cả ở trong sông và ngoài biển chủ yếu là dòng triều, tốc độ không lớn. Vì thế, quá trình di chuyển vật liệu đáy gây nên quá trình xói - bồi trong mùa khô không đáng kể.



Hình 9. Biến đổi địa hình đáy gây ra bởi dòng chảy mùa khô (a); bởi sóng do gió SE, tốc độ 9,3 m/s (b)

Tác động của dòng chảy làm di chuyển vật liệu đáy chỉ xảy ra vào thời điểm triều rút mạnh và ở khu vực luồng. Vật liệu được di chuyển ra phía cửa lắng đọng trên một khu vực rộng và đều quanh cửa hơn so với mùa lũ. Sau 15 ngày mức xói cực đại đạt -0,02 m/15 ngày và bồi cực đại +0,02 m/15 ngày. Sau một tháng các giá trị này lần lượt là -0,03 m/30 ngày và +0,03 m/30

ngày (hình 9a). Như vậy, quá trình xói bồi do dòng chảy xảy ra vào mùa khô ở khu vực luồng không đáng kể.

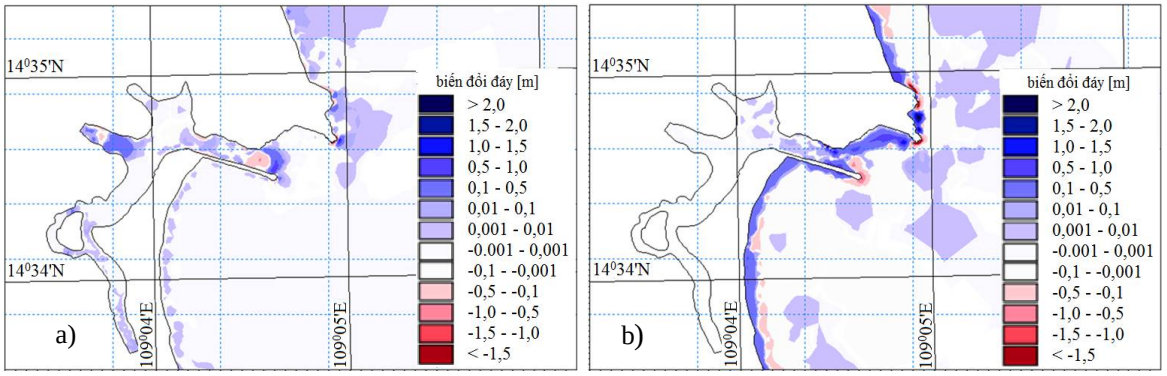
Biến đổi địa hình đáy do sóng

Sóng do gió SE, S và E tạo ra đều tác động trực tiếp tới khu vực và cho bức tranh phân bố bồi - xói tương tự nhau. Kết quả tính toán tác động của sóng SE, cấp 5 tới quá trình di chuyển vật liệu đáy gây nên bồi - xói ở khu vực trong thời gian 15 ngày cho thấy: Sóng có xu thế đẩy vật liệu đáy từ ngoài và khu vực mũi nhô Trường Xuân vào lắng đọng ở cửa làm cho toàn bộ khu vực cửa được bồi với tốc độ cực đại đạt +1,06 m/15 ngày, trung bình +0,18 m/15 ngày. Vật liệu còn được dòng chảy do sóng hình thành bên bờ bắc đưa vào lắng đọng ở khu vực trung tâm luồng trên một diện tích 0,012 km^2 với tốc độ bồi cực đại đạt xấp xỉ +1,9 m/15 ngày, trung bình đạt +0,29 m/15 ngày với xu thế mở rộng ra giữa luồng làm nông hóa khu vực trung tâm luồng. Nằm giữa 2 khu vực bồi này là một khu vực xói khá rộng với tốc độ xói cực -0,49 m/15 ngày, trung bình -0,24 m/15 ngày. Ngoài ra, xung quanh đầu kè chắn sóng bị xói với với vị trí xói lớn nhất -1,37 m/15 ngày, trung bình -0,67 m/15 ngày (hình 9b).

Kết quả tính biến đổi địa hình đáy từ 15/12/2014 tới 21/5/2015 dưới tác động của sóng - dòng chảy

Với số liệu đo địa hình, lưu lượng sông Tam Quan trong đợt khảo sát mùa mưa (12/2014) và mùa khô (5/2015) và số liệu gió của trạm Lý Sơn đã mô phỏng các trường thủy - thạch động lực ở khu vực. Kết quả tác động riêng rẽ cũng như tổng hợp của các trường thủy động lực với quá trình di chuyển vật liệu đáy gây nên bồi xói ở khu vực cũng được mô phỏng lại cho thấy:

Dòng chảy có xu thế đẩy vật liệu từ sông ra và lắng đọng thành một dải có diện tích 0,043 km^2 hình vòng cung ngay ngoài cửa luồng dẫn. Giá trị bồi trung bình +0,23 m và vị trí bồi lớn nhất +1,5 m gần đầu kè. Trong luồng dẫn, ngay bên trong dải bồi này là một khu vực xói rộng 0,022 km^2 với tâm xói cực đại -0,55 m và giá trị xói trung bình là -0,28 m (hình 10a).



Hình 10. Biến đổi địa hình đáy từ 15/12/14 - 20/5/15 gây ra bởi dòng chảy (a); bởi sóng (b)

Trong khi đó tác động của sóng tạo ra một dải bồi liên tục bên bờ bắc rộng 0,086 km^2 với mức bồi trung bình đạt +0,13 m, vị trí bồi nhiều nhất đạt 2,2 m ở phía trong mũi Trường Xuân. Sóng có xu thế đưa vật liệu đáy từ khu vực ngoài cửa, bên ngoài đầu kè phía nam và khu vực mũi Trường Xuân vào làm nông hóa một dải rộng 0,012 km^2 bên bờ bắc và 0,014 km^2 dọc theo kè bên bờ nam với tốc độ trung bình +0,65 m (hình 10b).

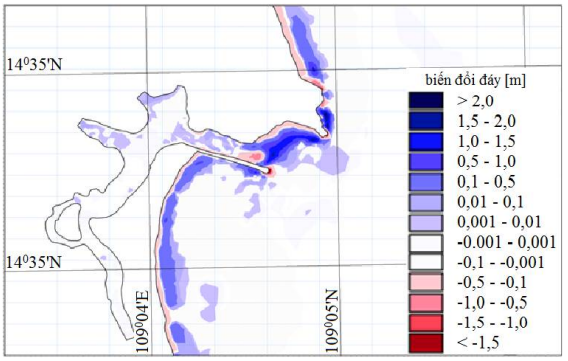
Tác động tổng hợp của dòng chảy và sóng tới quá trình di chuyển vật liệu đáy mạnh mẽ hơn tác động riêng rẽ của từng yếu tố. Bức tranh bồi xói ở khu vực như sau:

Toàn bộ khu vực ngoài cửa, nơi có độ sâu từ 1 - 5 m, trên diện tích 0,14 km^2 được bồi với giá trị trung bình tới +0,59 m. Tại khu vực gần đầu kè phía nam, do độ sâu không lớn nên vật liệu lắng đọng ở đây đã tạo ra một cồn cát cát với điểm bồi cực đại tới +1,94 m, nếu không

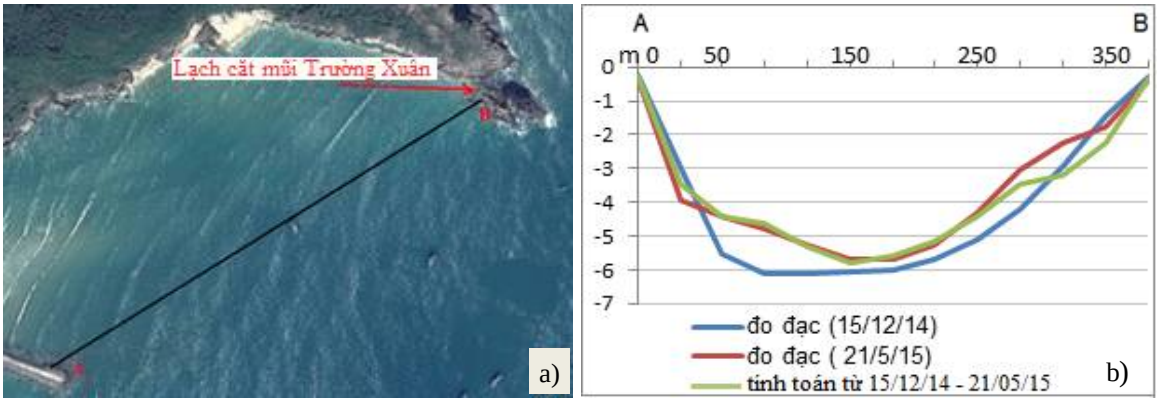
được nạo vét sẽ nổi hẳn lên khỏi mặt nước (hình 11). Khu vực bồi mạnh nhất nằm gần mũi Trường Xuân với giá trị cực đại +2,56 m. Một dải hẹp sát bờ bắc, độ sâu < 1 m với diện tích 0,022 km^2 bị xói với giá trị xói cực đại -0,52 m. Bên bờ nam tồn tại 2 khu vực xói là khu vực bên trong luồng sát kè với diện tích 0,023 km^2, giá trị xói lớn nhất đạt -0,89 m và khu vực đầu kè có diện tich 0,008 km^2, nhưng bị xói mạnh hơn với giá trị xói cực đại -1,58 m (hình 12).

Hình 11. Cồn cát phía trong đầu kè chắn sóng nổi lên khỏi mặt nước (chụp ngày 25/6/2014)

Để đánh giá mức độ tin cậy của kết quả tính đã so sánh sự biến đổi địa hình đáy qua mặt cắt A B (hình 8a) dài 600 m. Kết quả so sánh cho thấy sự phù hợp khá tốt giữa kết quả tính và đo đạc ở phần mặt cắt dài 450 m tính từ đầu kè (vị trí A), 150 m còn lại của mặt cắt có sự sai khác giữa tính toán và đo đạc (hình 13b). Kết quả này được lý giải như sau: Trong thực tế mũi nhô Trường Xuân được tách ra khỏi núi Kim Bồng bởi một lạch rộng từ 10 - 17 m, nước có thể lưu thông qua lạch này (hình 13a), đặc biệt vào mùa gió Đông Bắc dòng chảy qua lạch này rất mạnh. Tuy nhiên trong mô hình tính lạch này không được đưa vào và đây là lý do gây ra sự sai khác giữa kết quả tính và đo đạc.



Hình 12. Biến đổi địa hình đáy từ 15/12/2014 - 21/5/2015 gây ra bởi tác động tổng hợp của sóng và dòng chảy



Hình 13. Mặt cắt A B: vị trí mặt cắt (a), biến đổi địa hình đáy theo thời gian (b)

KẾT LUẬN

Dòng chảy ở trong sông, luồng dẫn và khu vực cửa là tổng hợp của dòng chảy sông và dòng triều, dòng do sóng, hoàn lưu ven bờ... Dòng chảy có xu thế đưa vật liệu đáy từ sông ra biển tạo nên quá trình bồi xói xen kẽ trong khu vực luồng và lắng đọng trên một khu vực hình vòng cung xung quanh cửa.

Vào mùa mưa, khu vực cửa Tam Quan chịu ảnh hưởng mạnh của sóng hình thành bởi gió

NE, NNE và N. Trong khi đó, vào mùa khô, sóng hình thành bởi gió SE, S và E tác động trực tiếp tới khu vực. Sóng luôn có xu thế đưa vật liệu đáy từ ngoài biển vào lắng đọng khu vực cửa bên bờ bắc. Dòng chảy dọc bờ bên bờ bắc gây ra do sóng còn đưa vật liệu đáy vào trong luồng và lắng đọng ở đó.

Xu thế di chuyển vật liệu đáy do dòng chảy và sóng ngược hướng nhau khi triều rút nên tác động tổng hợp của 2 nhân tố động lực này làm gia tăng quá trình lắng đọng vật liệu đáy, nhất là phía ngoài cửa ở khu vực có độ sâu từ 1 - 5 m.

Như vậy, muốn ổn định luồng dẫn phải đưa ra những giải pháp nhằm làm giảm thiểu dòng chảy dọc bờ do sóng tạo ra bên bờ bắc.

***Lời cảm ơn*:** Bài báo là một phần kết quả nghiên cứu của đề tài VAST05-04/14-15. Tác giả xin chân thành cám ơn sự giúp đỡ nhiệt tình của các đồng nghiệp phòng Vật lý biển, Địa chất - địa mạo biển, Viện Hải dương học đã cộng tác và giúp đỡ trong quá trình hoàn thành công trình này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Warren, I. R., and Bach, H., 1992. MIKE 21: a modelling system for estuaries, coastal waters and seas. *Environmental Software*, **7**(4), 229-240.
2. Klein, R., 1998. Hydrodynamic Simulation with Mike21 of Mele Bay and Port Vila, Vanuatu. *SOPAC Technical Report* 263.
3. Jensen, J. H., Viggósson, G., Elfrink, B., and Brøker, I., 2007. Bakkafjara: sediment transport and morphology: phase 2. *By DHI for Siglingastofnun.*
4. Manson, G. K., 2012. Configuration of Mike21 for the Simulation of Nearshore Storm Waves, Currents and Sediment Transport-Brackley Bight, Prince Edward Island. *Natural Resources Canada, Geological Survey of Canada.* Open File 6736, 33 p. doi:10.4095/291980)
5. Đào Văn Tuấn, 2010. Ứng dụng Mike 21 trong tính toán bồi xói luồng tàu do tác dụng của dòng chảy và sóng. Tạp chí Khoa học Công nghệ Hàng hải, Số 21.
6. MIKE 21 Flow Model FM. Hydrodynamic Module. User Guide. DHI Software 2009.
7. MIKE 21 & MIKE 3 Flow model FM. Hydrodynamic and Transport Module. Scientific Documentation. DHI Software 2009.
8. MIKE 21 Flow Model FM. Sand Transport Module. User Guide. DHI Software 2009.
9. MIKE 21 & MIKE 3 Flow Model FM. Sand Transport Module. Scientific Documentation. DHI Software 2009.

ASSESSMENT OF THE IMPACT OF BREAKWATER ON EROSION-DEPOSITION PROCESSES IN TAM QUAN RIVER MOUTH, BINH DINH PROVINCE

Vu Tuan Anh

Institute of Oceanography, VAST

ABSTRACT: After the establishment of breakwater at Tam Quan river mouth in 2009, this area has been deposited quickly, especially in the rainy season (coinciding with northeast monsoon). The processes of litho-hydrodynamics and erosion-deposition change clearly over seasons. In the rainy season (September to December) prevailing wind directions are NE, NNE, N and NW. Most wind speeds range from level 2 to level 5. Waves generated by NE, N winds have the most impact on the Tam Quan river mouth. During propagation into the channel the waves reduce rapidly and tend to push the bed material from the sea to the channel that causes the alternate deposition and

erosion in the river mouth and channel. Currents carry bed material from the river to the sea and cause the alternate deposition and erosion in the channel. Bed materials are accumulated in an arc-shaped area around the mouth. In the dry season (January to August) prevailing wind directions are SE, SSE and S, and wind speeds are rather small, from level 2 to level 4. The E wind has a low frequency but generates waves that cause direct impacts on the studied area. The wave height reduces rapidly during transmitting into the channel. The waves generated by the SE wind tend to push bed material from the sea and around Truong Xuan cape to the channel, then accumulating in the mouth. Wave-currents formed along the northern shore bring the materials to accumulate in the channel center. Currents just cause bed materials to move at the time of strong ebb-tide and then accumulate on a large area at the mouth, but with negligible intensity. Calculation results of the bed evolution from 15/12/2014 to 20/5/2015 fairly correspond with the measured results. This is the scientific basis of the solutions for long-term stability of channel.

Keywords: Channel, significant wave, discharge, bed materials, accumulate, erosion-deposition.