

NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ GIẢM SÓNG GÂY BÔI CỦA CỤM CÔNG TRÌNH KÈ MỎ HÀN DẠNG CHỮ T TẠI BÃI BIỂN THỊNH LONG 2, HẢI HẬU, NAM ĐỊNH

Vũ Công Hữu, Doãn Tiên Hà

Phòng TNTĐQH về động lực học sông biển, Viện KHTL

Nguyễn Tiến Đạt

Trung tâm Phát triển công nghệ cao, VAST

Tóm tắt: Tỉnh Nam Định có đường bờ biển trên 72km chạy theo hướng Đông Bắc- Tây Nam (lệch khoảng 45° so với hướng Bắc), là hạ lưu của nhiều sông lớn như: sông Hồng, sông Ninh Cơ, sông Đáy. Đoạn bờ biển từ Văn Lý tới Thịnh Long của Hải Hậu đã và đang bị xói lở mạnh. Trước tình hình đó, các công trình ngăn cát giảm sóng đã được xây dựng nhằm bảo vệ bãi biển. Các công trình này có dạng kè mỏ hàn và kè mỏ hàn dạng chữ T. Các kết quả điều tra của tỉnh Nam Định cho thấy một số khu vực công trình này kém hiệu quả. Nghiên cứu này sử dụng phương pháp mô hình toán để đánh giá hiệu quả của cụm công trình kè mỏ hàn chữ T khu vực Thịnh Long 2. Các kết quả cho thấy vị trí và bố trí sơ đồ công trình chưa hợp lý là nguyên nhân gây ra tính hiệu quả thấp của cụm công trình này đối với việc giảm sóng gây bồi.

Từ khóa: Mô hình Mike21, bãi biển Nam Định, Hiệu quả giảm sóng gây bồi.

Summary: Nam Dinh province is downstream of the Hong-Thai Binh system, with a coastline of over 72km in the northeast-southwest direction (about 45o away from the north). Many coastal areas of Nam Dinh, especially the coastline from Van Ly to Thinh Long of Hai Hau has been strongly eroded. Facing that situation, sand-reducing structures were built to protect the beach. These works are in the form of a groyne embankment and a T-shaped groyne embankment. Mathematical modeling method is used to evaluate the effectiveness of the T-shaped embankment cluster in Thinh Long 2 area. The results showed the cause of the low accretion efficiency on beach.

1. GIỚI THIỆU CHUNG

Đối với vùng ven biển Việt Nam nói chung, hệ thống đê kè biển và các công trình trên bãi nhằm giảm thiểu tác động của sóng và các yếu tố động lực để bảo vệ bờ, bãi biển đã được xây dựng ở nhiều nơi dọc từ Bắc vào Nam. Bước đầu những công trình này đã mang lại hiệu quả giảm sóng và gây bồi. Tuy nhiên, tại một số nơi các công trình đã bộc lộ nhiều nhược điểm, không phát huy được tác dụng chính trị và bảo vệ bờ biển như mong muốn, một số công trình còn có

những tác động bất lợi với môi trường xung quanh, thậm chí còn bị mất ổn định tại chính bản thân công trình dẫn đến đổ vỡ, hư hỏng. Có nhiều nguyên nhân dẫn đến hư hỏng, hạn chế của các công trình bảo vệ bờ biển như: Xây dựng công trình không đúng với chế độ thủy động lực tại nơi xây dựng, thiết kế sai mục đích, thi công xây dựng không đảm bảo yêu cầu kỹ thuật, thời gian phục vụ của công trình quá dài so với tuổi thọ thiết kế.

Bờ biển Hải Hậu có phạm vi từ cửa sông Sò đến

Ngày nhận bài: 25/10/2021

Ngày thông qua phản biện: 15/11/2021

Ngày duyệt đăng: 02/12/2021

cửa sông Ninh Cơ, có tuyến đê biển dài 33,32km. Đây là đoạn bờ xói lở dài nhất, nghiêm trọng nhất ven bờ biển của châu thổ sông Hồng (CTSH) và miền Bắc Việt Nam. Toàn bờ biển Hải Hậu bị xói lở trên chiều dài 17,2km, tốc độ xói lở trung bình 14,5m/năm, lớn nhất đạt 20,5m/năm [2, 3, 4, 5]. Quá trình xói lở, phá hoại đê kè biển tại đây diễn ra rất nghiêm trọng trong mùa mưa bão năm 2005 và đặc biệt là ảnh hưởng của bão số 7 (bão Damrey - tháng 9/2005). Thời gian bão kéo dài tới 14 giờ đã gây thiệt hại nặng nề cho vùng ven biển Hải Hậu, gây xói lở 8,122km đê kè biển, gồm: Đoạn đê kè Hải Thịnh III, Cồn Tàu - Hải Hoà, Táo Khoai - Hạ Trại (Hải Hoà), đoạn đê kè Kiên Chính, đê kè Hải Thịnh II, kè Xuân Hà và đoạn đê Phúc Hải (Hải Lộc). Trong đó, đoạn đê dài hơn 1,0km thuộc khu vực cuối Hải Triều sang Hải Hòa đã bị vỡ hoàn toàn, nước tràn vào phía trong khu dân cư gây ngập lụt trên diện rộng, đây là trận vỡ đê lớn nhất kể từ sau năm 1945.

Trước tình hình nghiêm trọng đó, tỉnh Nam Định cùng các chương trình quốc gia, các nhà khoa học, các cơ quan nghiên cứu trong và ngoài nước đã đầu tư nghiên cứu nhằm xác định các nguyên nhân gây ra và đề xuất giải pháp ngăn ngừa cho phù hợp với thực tế của biển ven bờ Nam Định. Nghiên cứu của nhóm tác giả Trần Anh tú (2007), V. D. Vinh(2014) [1-2] cho thấy rằng do bùn cát bị lắng đọng tại hồ Hoà Bình làm cho tốc độ bồi tụ ven bờ châu thổ sông Hồng giảm từ 27,76 m/năm xuống 16,46 m/năm, tương đương quỹ đất bồi giảm 169 ha/năm. Dự báo sau khi xây hồ Sơn La, tốc độ bồi tụ ra phía biển khu vực CTSH giảm từ 16,46 m/năm xuống còn 13,05 m/năm giảm đi 3,41 m/năm (tương đương với 51,2 ha/năm) so với hiện nay. Khi mực biển hàng năm dâng lên 2,5 mm, thể tích lượng bùn cát đưa ra biển hàng năm sẽ giảm đi.

Dự án VS/RDE-03 và 41/RF2 của Chương trình hợp tác nghiên cứu Việt Nam - Thụy Điển giai đoạn 2004 - 2011 và 2004 - 2007 [6] đã đầu tư nghiên cứu cho một số vùng trọng điểm của

nước ta đã thu được nhiều kết quả đáng tin cậy và nổi bật như:

- Việc gây bồi cửa Ba Lạt có ảnh hưởng đến quá trình xói bãi biển phía Nam của tỉnh Nam Định. Cửa Ba Lạt có vai trò làm khúc xạ, nhiễu xạ sóng Đông Bắc (ĐB) khiến cho độ cao sóng gia tăng từ khu vực cửa Hà Lạn xuống phía Nam và hậu quả là tăng khả năng gây xói bãi biển khu vực đó [3, 4].

- Sự bất đối xứng của trường sóng giữa mùa gió (ĐB) và mùa gió TN là nguyên nhân gây ra sự mất cân bằng bùn cát của khu vực Hải Hậu [4, 5].

- Trầm tích từ cửa Ba Lạt hiếm khi được vận chuyển đến các khu vực xói phía Nam mà chỉ lắng đọng trong phạm vi bán kính 10km ở khu vực cửa Ba Lạt và trầm tích mịn bị vận chuyển ra vùng nước sâu [6 -8].

- Ngoài ra là các kết quả về các đặc điểm về chế độ thủy động lực học khu vực này và vùng liên quan cho thấy xu thế của dòng dư luôn hướng xuống phía Nam, góp phần gây ra hướng của vận chuyển trầm tích ven bờ có xu thế dịch chuyển xuống phía Nam [5, 9].

Theo quan điểm địa chất, đã có khá nhiều kết quả nghiên cứu cho khu vực này nhằm tìm ra nguyên nhân của sự biến đổi đó. Trên cơ sở tổng hợp các kết quả nghiên cứu từ những năm 1973 đến năm 2009 của các tác giả Hoàng Ngọc Kỳ(1989), Ngô Quang Toàn (1995), Yako Funabiki (2012), Trần Nghi (2003, 2002,2000, 1991, 1993), Vũ Quang Lân (1999), Do Minh Duc (2007), Trần Đức Thanh (1996) và dựa trên các kết quả nghiên cứu tiến hóa trầm tích đới bờ CTSH trong mối quan hệ với pha biển thoái Holocen muộn, nhóm tác giả Trần Nghi, 2019 [10] cho thấy nguyên nhân bờ biển Hải Hậu bị xói lở là do cơn lũ 1787 và đắp đập Sông Sò vào năm 1960. Để chấm dứt quá trình xói lở bờ biển Hải Hậu cần phải phá đập Ngõ Đồng và khơi lại Sông Sò. Khi chưa tìm được giải pháp

hữu hiệu hơn, Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn đã đầu tư xây dựng các công trình đê biển từ những năm 1970 nhằm đảm bảo an sinh cho các cộng đồng dân cư của xã Hải Đông, Hải Lý và Hải Thịnh (huyện Hải Hậu). Các công trình kè bảo vệ bờ, đặc biệt là các hệ thống kè chắn cát giảm sóng được áp dụng trên khu vực đê biển Nam Định trước khi xây dựng chưa có điều kiện thí nghiệm trên mô hình vật lý nên có thể coi các công trình này là những thử nghiệm thực tế và cần phải được đánh giá hiệu quả, những ưu nhược điểm của các loại kè đã đang sử dụng ở vùng ven biển Nam Định để có các điều chỉnh hợp lý khi xây dựng mới. Các kết quả điều tra hàng năm của tỉnh Nam Định [23] cho thấy nhiều công trình gây bồi chưa hiệu quả (gây bồi kém), nhiều khu vực vẫn bị xói mạnh làm ảnh hưởng đến sự ổn định của công trình. Hiện trạng các công trình kè mở hàn vùng ven biển Hải Hậu gồm có:

Trên đoạn này, từ K10+752 đến K12+522 tại khu vực Kiên Chính xây dựng 9 mở hàn chữ T và các tường giảm sóng ở chân đê được xây dựng năm 2010. Tại khu vực Táo Khoai Đình Mũi đã xây dựng hệ thống 13 mở hàn: Tại khu vực kè Thịnh Long 2, từ K21+775 đến K22+635 tỉnh đã xây dựng 5 mở hàn từ năm 2005 (Hình 1.1). Sau khi xây dựng, hệ thống công trình này đã phát huy tác dụng tạo bãi giảm sóng, với hệ thống công trình này các đoạn xung yếu nhất trên tuyến có thể đảm bảo chống được bão thiết kế. Công trình chính trị khu vực cửa Ninh Cơ: Các công trình kè bảo vệ bờ, đặc biệt là các hệ thống kè chắn cát giảm sóng được áp dụng trên khu vực đê biển Nam Định, dự án chính trị cửa sông Ninh Cơ được bộ giao thông vận tải triển khai đã hoàn thành vào năm 2015-2016, công trình có hạng mục kè chắn cát bờ Bắc có chiều dài 1.450m hướng ra biển.

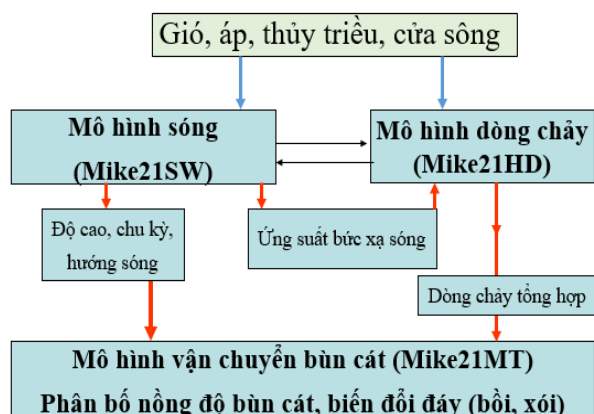


Hình 1.1: Hệ thống kè mở hàn chữ T tại Thịnh Long (05 kè)

Mặc dù đã được xây dựng ở một số nơi nhưng cho đến nay vẫn còn quá ít nhưng nghiên cứu đánh giá về hiệu quả của các công trình loại này. Dẫn đến việc khó khăn triển khai tiếp tục cho các khu vực xung yếu tương tự. Nghiên cứu này sử dụng các mô hình toán thủy thạch động lực trong bộ chương trình Mike của Đan Mạch để tính toán chế độ thủy thạch động lực vùng biển ven bờ Nam Định và đánh giá hiệu quả của các công trình kè bảo vệ bãi biển tại khu vực Hải Hậu.

2. PHƯƠNG PHÁP MÔ HÌNH

Để thực hiện việc đánh giá từ các tác động thủy động lực từ tác động của biển và các cửa sông, phương pháp mô hình toán được lựa chọn và áp dụng nhằm xác định các khu vực bờ biển bị có nguy cơ bị xói. Mô hình MIKE21 FM có khả năng tính toán kết hợp dòng chảy, sóng, vận chuyển trầm tích và chất lượng nước trong sông, hồ, cửa sông, vịnh, các vùng biển ven bờ và biển ngoài khơi. MIKE21 FM cung cấp môi trường thiết kế hoàn chỉnh và hiệu quả cho các ứng dụng kỹ thuật, quản lý và lập quy hoạch đối với vùng biển ven bờ. Sự kết hợp giữa giao diện đồ họa dễ sử dụng với kỹ thuật tính toán hiện đại tạo ra công cụ hữu ích cho các nhà quản lý cũng như nhà thiết kế công trình [25-27].

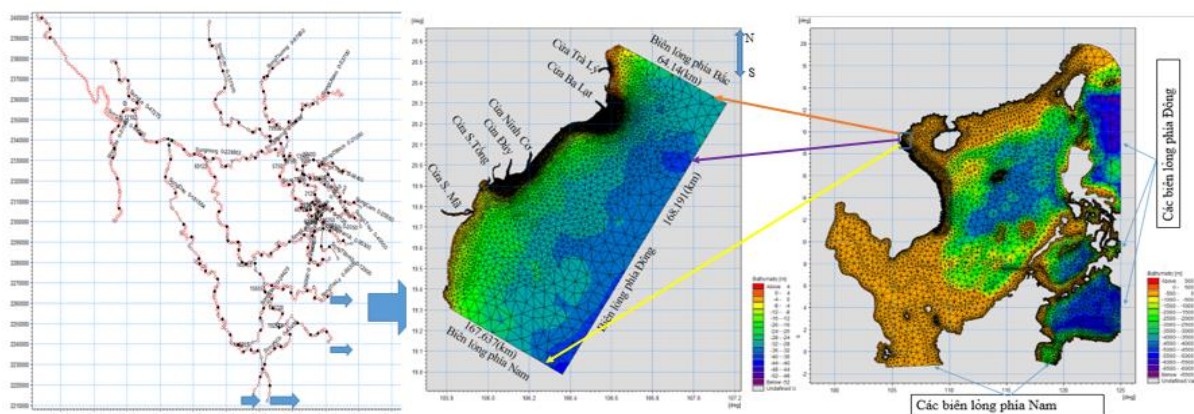


Hình 2.1: Mối liên kết giữa các mô hình (trái), vị trí các điểm khảo sát (phải)

3. THIẾT LẬP MÔ HÌNH

Phương pháp mô hình được áp dụng để xét tổng hợp các tác động của sóng, dòng chảy và các cửa sông. Miền tính gồm các vùng ngoài khơi, cửa sông, ven biển và xung quanh công trình với sự khác biệt về độ phân giải lưới tính nhằm mô

tả chi tiết các quá trình thủy thạch động lực. Lưới tính toán (Hình 3.1) là lưới phân tử hữu hạn với kích thước thay đổi giảm dần từ ngoài biển sâu (2.2km) vào sát bờ và nhỏ nhất xung quanh các công trình (3m). Biên lồng gồm các biên ngoài khơi và biên trong sông.



Hình 3.1: Lưới tính toán khu vực biển ven bờ Nam Định và sơ đồ cung cấp dữ liệu biên

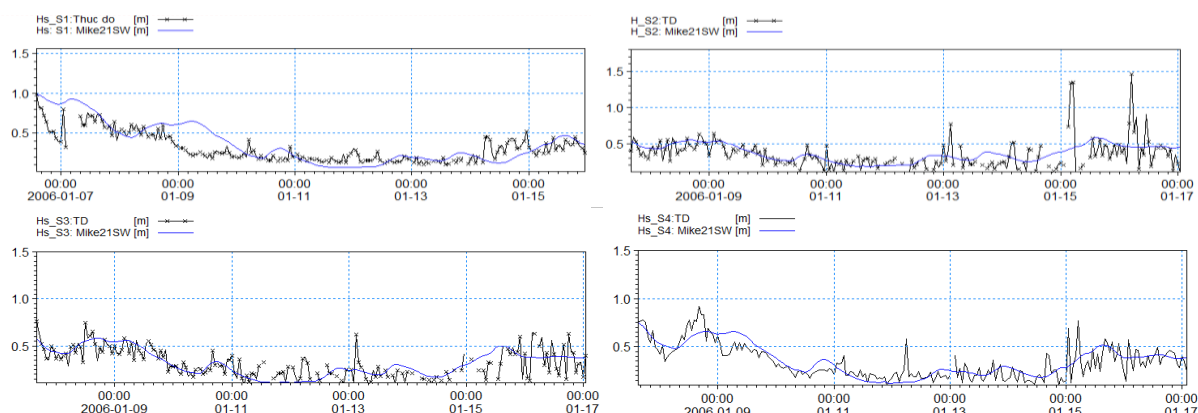
Dữ liệu tại các biên phía biển gồm các tham số sóng và mực nước được trích xuất từ kết quả tính toán sóng và dòng chảy trên mô hình quy mô lớn là cả Biển Đông (Mike21HD FM và Mike21 SW). Dữ liệu tại các biên cửa sông gồm lưu lượng, nồng độ bùn cát trích xuất từ mô hình Mike 11 đã thiết lập cho mạng lưới Sông Hồng-Thái Bình. Mô hình 1 chiều cho mạng sông Hồng và 2 chiều trên quy mô Biển Đông là kết quả được kế thừa từ Đề tài độc lập cấp nhà nước “Nghiên cứu đề xuất giải pháp công nghệ phù hợp, hiệu quả để

tiêu giảm sóng nhằm nâng cao độ an toàn cho đề biển Nam Định” [24]. Các kết quả được trích xuất dữ liệu tại các biên phía biển (sóng, mực nước) và biên tại các cửa sông gồm lưu lượng và nồng độ bùn cát tại cửa Ba Lạt, cửa Đáy, cửa Ninh Cơ và cửa Trà Lý. Ngoài ra, các đặc trưng bùn cát và dữ liệu khảo sát sóng, dòng chảy cũng được kế thừa từ kết quả thu thập và khảo sát của đề tài độc lập nêu trên.

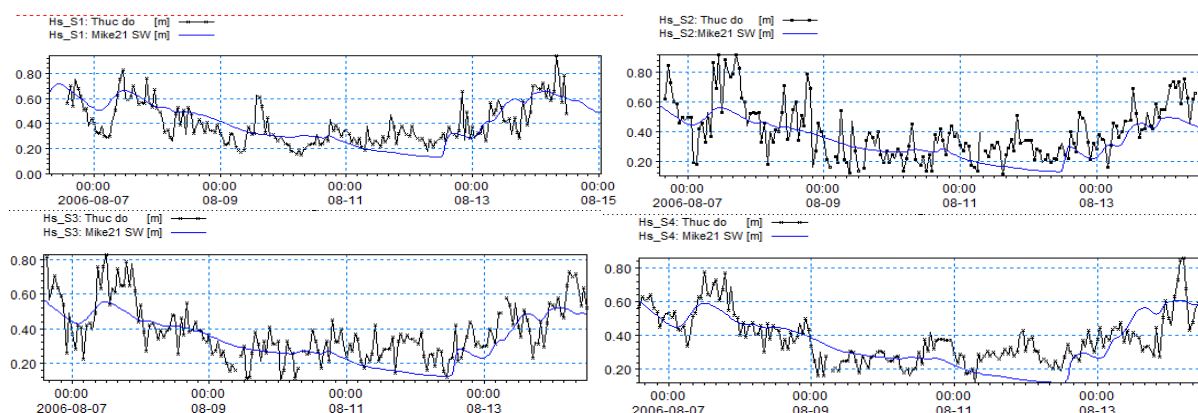
4. CÁC KẾT QUẢ HIỆU CHỈNH VÀ KIỂM ĐỊNH MÔ HÌNH

Bộ dữ liệu đo đồng bộ các yếu tố sóng và dòng chảy của dự án SIDA tại các điểm xung quanh khu vực biển ven bờ Nam Định trong các đợt khảo sát của tháng 1 và tháng 8 năm 2006 tại các điểm S1, S2, S3, S4 đại diện cho các thời kỳ mùa gió (ĐB) và mùa gió TN được sử dụng để hiệu

chỉnh các mô hình. Bộ dữ liệu đo sóng, dòng chảy và bùn cát tại các vị trí TV3 và TV4 (Hình 2.1) thời đoạn từ 31/12/2018 đến 8/1/2019 được sử dụng để kiểm chứng các mô hình. Các kết quả so sánh độ cao sóng tính toán được thể hiện trong các hình 4.2 và hình 4.3:



Hình 4.1: So sánh độ cao sóng (H_s) giữa tính toán và thực đo trong thời đoạn tháng 1/2006

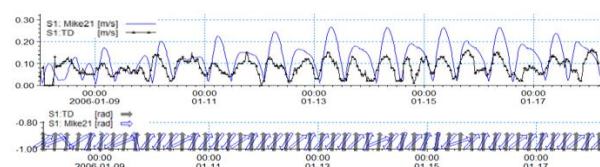


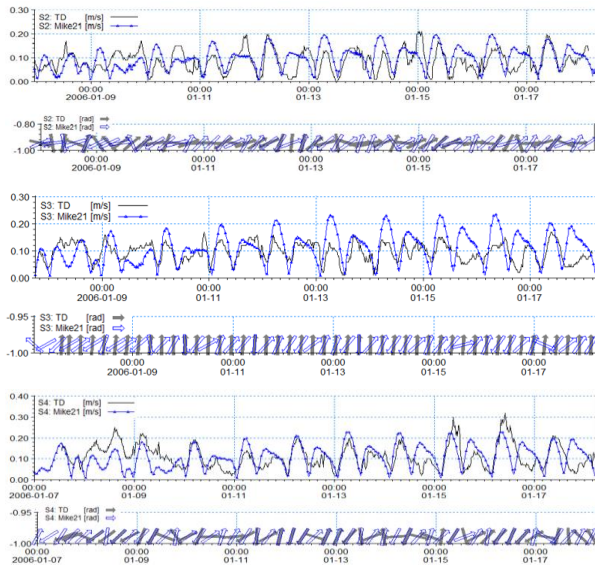
Hình 4.2: So sánh độ cao sóng tính toán và thực đo tại các điểm trong thời đoạn tháng 8/2006

Việc hiệu chỉnh và kiểm tra mô hình sóng được thực hiện với 2 chuỗi số liệu tương đối dài ngày (10 ngày) và độc lập về thời gian. Các kết quả đã cho thấy sự phù hợp về pha và độ lớn của độ cao sóng. Kết quả phân bố trường sóng khá phù hợp với điều kiện địa hình, thể hiện được ảnh hưởng của quá trình khúc xạ, nhiễu xạ, và ma sát đáy. Qua đó, lựa chọn được bộ tham số hiệu chỉnh phục vụ để tính toán các kịch bản.

Mô hình dòng chảy được hiệu chỉnh với số liệu thực đo của dòng chảy tại các điểm S1 đến S4 khu vực ven bờ Nam Định trong thời

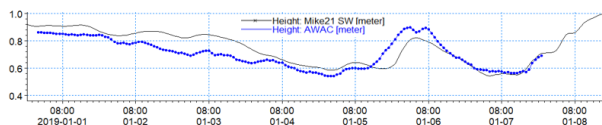
đoạn mùa gió (ĐB), thời gian từ ngày 07/1/2006 đến 18/1/2006 với số liệu thực đo dòng chảy có bước thời gian 5 phút. Các kết quả được trình bày trong hình 4.4 dưới đây cho thấy sự phù hợp khá tốt về pha và độ lớn của dòng chảy giữa tính toán mô hình và thực đo.



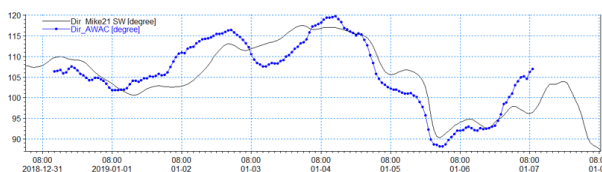


Hình 4.3: So sánh dòng chảy tính toán và thực đo tại các vị trí

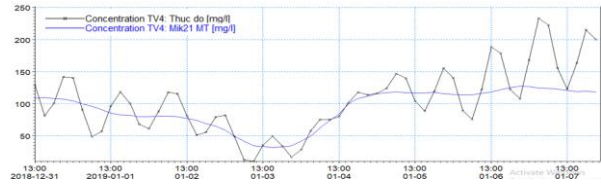
Bộ dữ liệu đo đồng bộ về thời gian từ 31/12/2018 đến 8/1/2019 tại các vị trí nước sâu (TV4) và ven bờ (TV3) đối với các tham số sóng và nồng độ bùn cát lơ lửng được nhóm nghiên cứu tham khảo từ kết quả của đề tài độc lập cấp quốc gia “Nghiên cứu và đề xuất giải pháp công nghệ phù hợp, hiệu quả để tiêu giảm sóng nhằm nâng cao độ an toàn cho đề biển Nam Định” do Viện Khoa học Thủy Lợi đang thực hiện để phục vụ cho nghiên cứu này. Các kết quả tính toán mô hình và thực đo được so sánh như trong các hình sau.



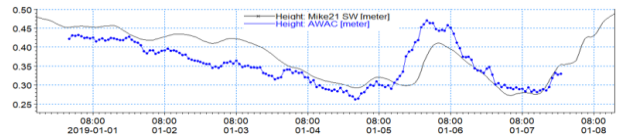
Hình 4.4: So sánh độ cao sóng tính toán và thực đo tại vị trí TV4



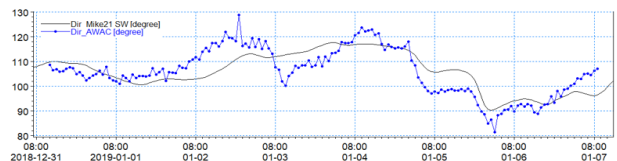
Hình 4.5. So sánh hướng sóng tính toán và thực đo tại vị trí TV4



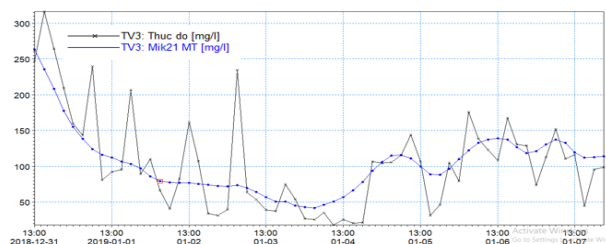
Hình 4.6: So sánh nồng độ bùn cát tính toán và thực đo tại TV4



Hình 4.7: So sánh độ cao sóng tính toán và thực đo tại vị trí TV3



Hình 4.8: So sánh hướng sóng tính toán và thực đo tại vị trí TV3



Hình 4.9: So sánh nồng độ bùn cát tính toán và thực đo tại TV3

Mô hình đã được hiệu chỉnh và kiểm định với các bộ dữ liệu thực đo đồng bộ về thời gian trong các mùa khác nhau. Các kết quả so sánh cho thấy sự phù hợp tốt của mô hình với đặc thù của vùng biển ven bờ Nam Định.

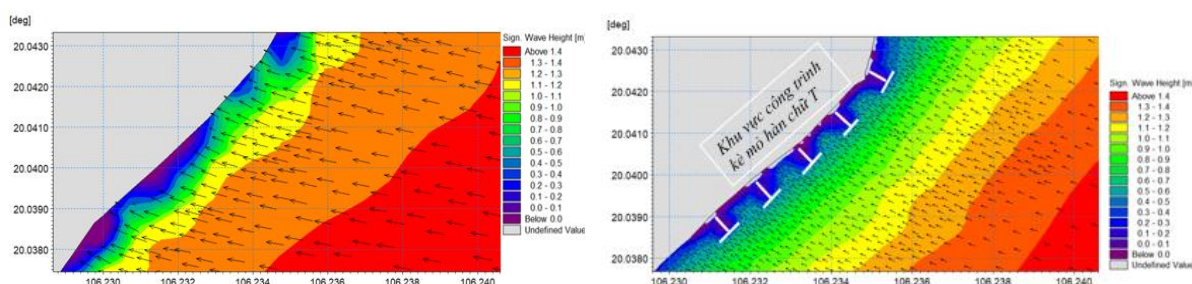
5. HIỆU QUẢ GIẢM SÓNG VÀ GÂY BỒI

Mô hình đã được hiệu chỉnh phù hợp với điều kiện thực tế của khu vực nghiên cứu, tiến hành tính toán mô hình với các kịch bản nhằm đánh giá vai trò, tác dụng của công trình đến việc giảm sóng và quá trình bồi xói và bảo vệ bãi biển. Hệ thống mô hình được mô phỏng trong các thời đoạn của bão điển hình (bão Damrey - tháng 9/2005), mùa gió (ĐB) và mùa gió TN. Mô hình tính toán ở đây được xét đồng thời

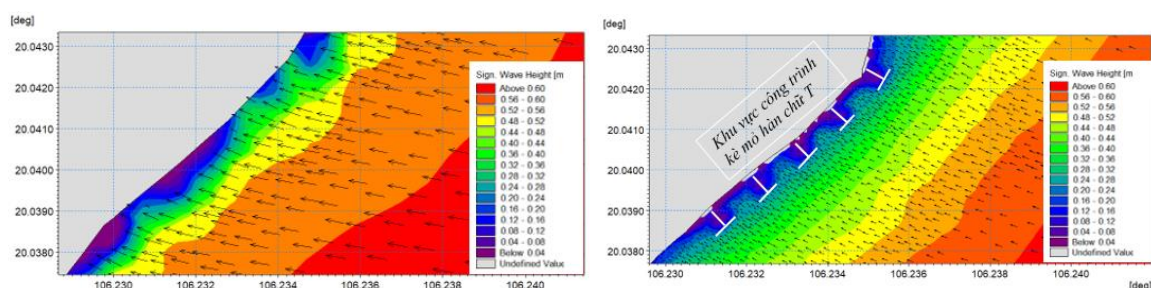
(Mike21FM SW, Mike21HD FM và Mike21 MT FM) hay tính toán đồng thời các trường sóng, dòng chảy và biến đổi đáy.

Các kết quả cho thấy, vào mùa gió ĐB, trường sóng khu vực ven biển Thịnh Long có hướng

biến đổi từ EN đến ES. Trong những đợt gió mùa của mùa gió ĐB, trường sóng có độ cao lớn và có hướng ES là chủ đạo. Vùng sát ven bờ, có độ sâu từ 3m trở vào, trường sóng chủ yếu là hướng vuông góc với bờ.



Hình 5.1: Trường sóng lớn nhất trong mùa gió ĐB, mực nước đỉnh triều (không có công trình- Trái, có công trình-Phải)

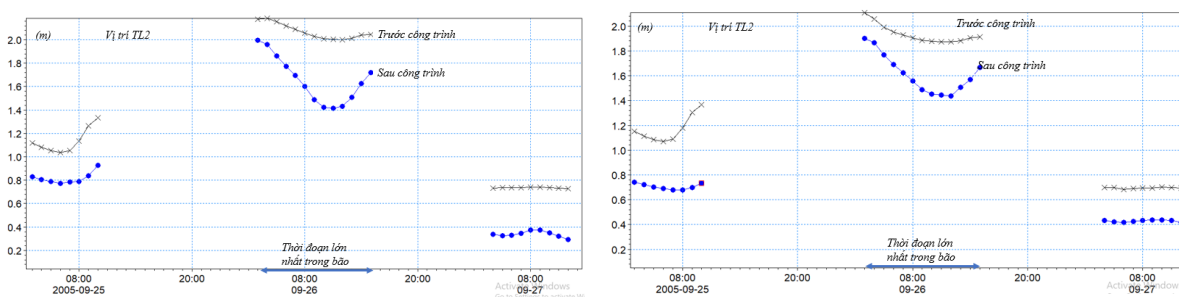


Hình 5.2: Trường sóng lớn nhất trong mùa gió TN, mực nước đỉnh triều (không có công trình- Trái, có công trình-Phải)

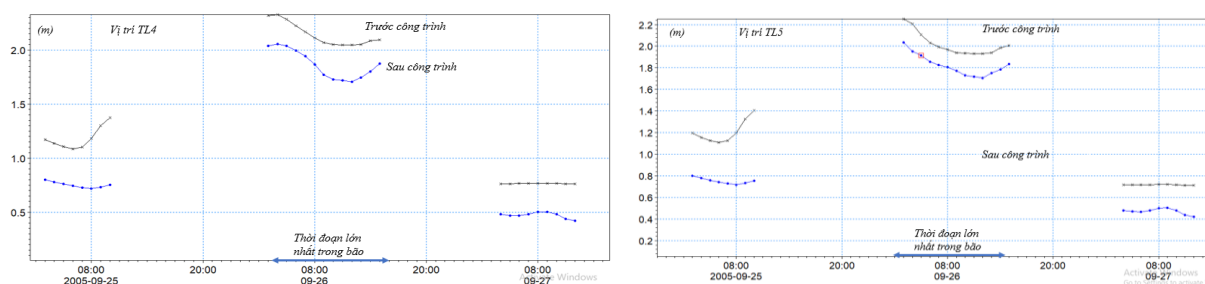
Đề đánh giá mức độ thay đổi về độ lớn của độ cao sóng, các kết quả được trích xuất tại các vị trí trước và sau công trình trong các thời đoạn của gió mùa ĐB, gió mùa TN và điều kiện của bão điển hình. Các kết quả cho thấy, độ cao sóng tại các vị trí sau công trình (giữa công trình và bờ biển) giảm đáng kể. Mức độ giảm độ cao sóng biến đổi theo mực nước. Trong các khoảng

thời gian của mùa gió ĐB và mùa gió TN, công trình đã làm giảm độ cao sóng giảm đáng kể. Tuy nhiên trong thời đoạn có bão, độ cao sóng lớn và trên nền của nước dâng đã làm cho vai trò giảm sóng của các công trình giảm. Các kết quả so sánh được trình bày trong các hình sau.

Thời đoạn của bão điển hình:

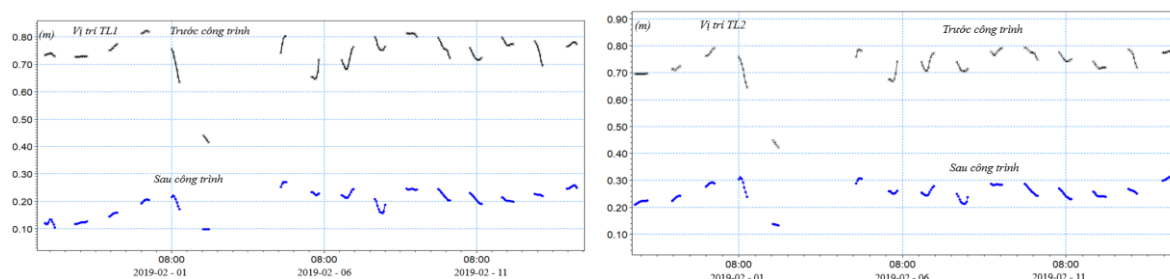


Hình 5.3: So sánh độ cao sóng tại kè TL1 và TL2 (trước và sau công trình trong thời đoạn của bão)

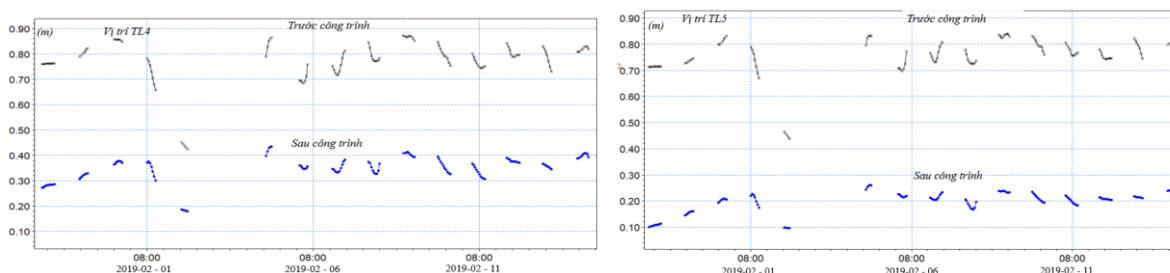


Hình 5.4: So sánh độ cao sóng tại kè TL4 và TL5 (trước và sau công trình trong thời đoạn của bão)

Thời đoạn của gió mùa (ĐB):



Hình 5.5: So sánh độ cao sóng tại kè TL1 (trước và sau công trình trong thời đoạn của mùa gió ĐB)



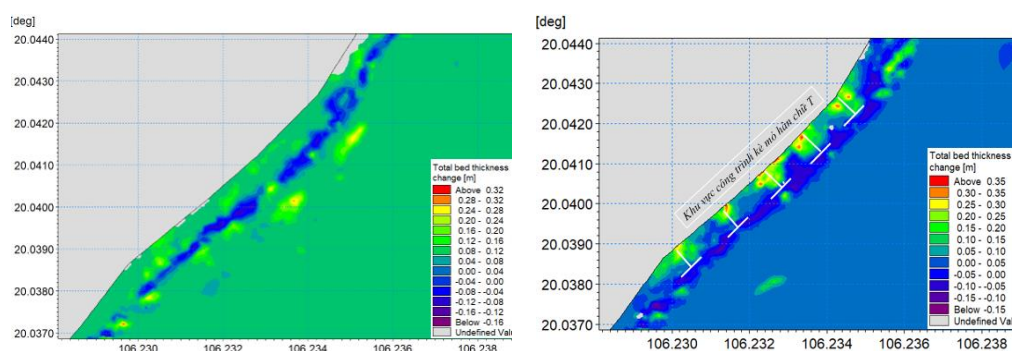
Hình 5.6: So sánh độ cao sóng tại kè TL4 (trước và sau công trình trong thời đoạn của mùa gió ĐB)

Tỷ lệ suy giảm sóng được tính toán theo công thức $100 \times \frac{H_{STrDN} - H_{SSDN}}{H_{STrDN}}$, với: H_{STrDN} là chiều cao sóng trước đê ngầm, H_{SSDN} là chiều cao sóng sau đê ngầm.

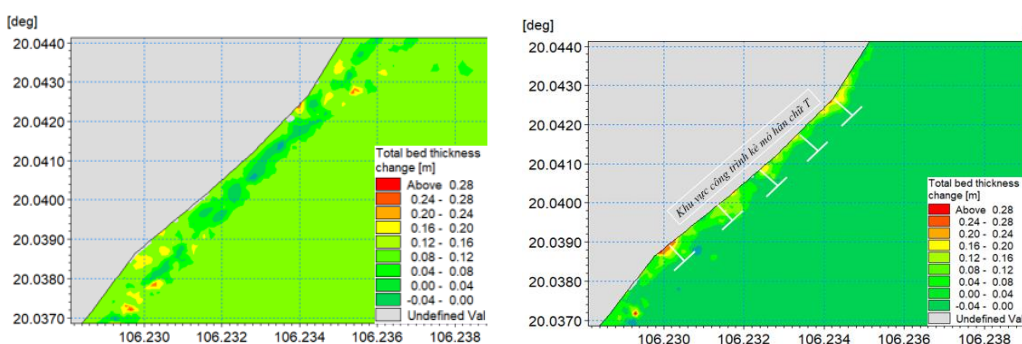
Hiệu quả giảm sóng đạt được giá trị dao động từ 20 đến 50% trong mùa gió ĐB và mùa gió TN.

Tại mỗi mỏ hàn, hiệu quả giảm sóng giảm dần từ giữa ra 2 bên cánh mỏ hàn. Hiệu quả giảm sóng đạt được giá trị dao động từ 10 đến 15% trong thời đoạn bão đổ bộ, dao động từ 10 đến 30% trong mùa gió ĐB và từ 20 đến 50% trong

mùa gió TN. Khu vực cụm công trình kè mỏ hàn Thịnh Long, trường sóng có hướng vuông góc với bờ chiếm ưu thế trong cả mùa gió ĐB và TN. Các kết quả tính toán trong trường hợp không có công trình cho thấy bãi biển bị bồi, xói theo xu thế chạy dọc bờ. Như vậy, các kết quả thể hiện vai trò ảnh hưởng của sóng đến quá trình bồi xói bãi biển. Khi xét với cụm công trình kè mỏ hàn chữ T, các kết quả cho thấy sự hình thành bãi bồi phía sau công trình. Các hình 5.8 đến 5.10 dưới đây so sánh các trường bồi xói trong các trường hợp có công trình và không có công trình trong các mùa và bão điển hình.

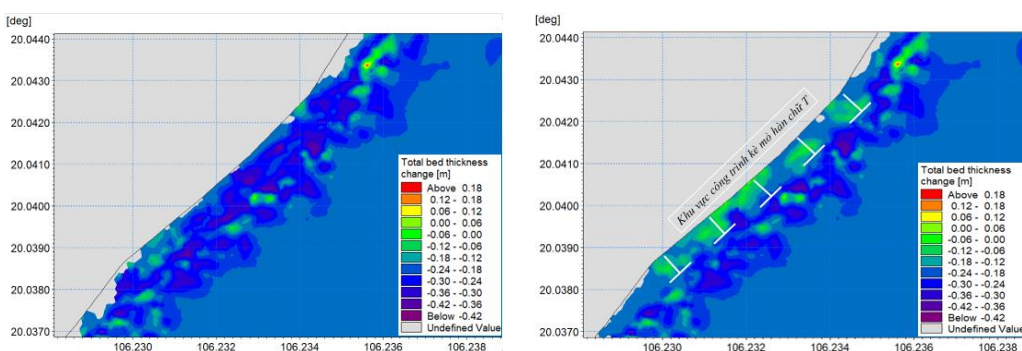


Hình 5.7: Biến đổi địa hình đáy trong mùa gió ĐB khi có công trình



Hình 5.8: Biến đổi địa hình đáy trong mùa gió TN khi có công trình

Trong điều kiện của bão điển hình, phạm vi biến đổi xói xảy ra trên diện rộng và có mức xói lớn.



Hình 5.9: Biến đổi địa hình đáy trong thời đoạn của bão khi có công trình

Như vậy, các kết quả tính toán khi chưa có công trình cho thấy rõ quy luật bồi xói trong các mùa. Vào mùa gió ĐB và trong bão, bãi biển bị xói và vệt xói chạy dọc bờ. Vào mùa gió TN, bãi biển có xu thế bồi lại nhưng với mức nhỏ.

Khi xét với cụm công trình, các kết quả cho thấy vai trò của cụm công trình trong việc gây bồi bãi biển phía sau công trình. Tuy nhiên, vị trí đặt các công trình này chưa hợp lý để phát huy tối đa mức độ giảm xói và gây bồi trong thời đoạn của bão và mùa gió ĐB.

KẾT LUẬN

Mô hình đã được hiệu chỉnh và kiểm định với các bộ dữ liệu thực đo đồng bộ về thời gian trong các mùa khác nhau. Các kết quả so sánh cho thấy sự phù hợp tốt của mô hình với đặc thù của vùng biển ven bờ Nam Định. Các kết quả tính toán cho thấy vai trò của công trình mỏ hàn chữ T trong việc giảm sóng khá hiệu quả. Tuy nhiên, việc bố trí các công trình và khoảng cách giữa các mỏ hàn chưa hợp lý làm xuất hiện hiện tượng xói ở giữa các mỏ hàn và phía trước công trình trong các điều kiện bão

và gió mùa (ĐB) gây sóng lớn.

Lời cảm ơn:

Nhóm tác giả xin được cảm ơn sự hỗ trợ kinh phí thực hiện cũng như các dữ liệu cần thiết từ các đề tài và nhiệm vụ nghiên cứu sau:

- Đề tài độc lập cấp Quốc gia “Nghiên cứu đề

xuất giải pháp công nghệ phù hợp, hiệu quả để tiêu giảm sóng nhằm nâng cao độ an toàn cho đê biển Nam Định” do TS. Doãn Tiến Hà làm chủ nhiệm.

- Nhiệm vụ hỗ trợ Nghiên cứu viên cao cấp năm 2021 của TS. Nguyễn Tiến Đạt, Mã số: NVCC35.01/21-21.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Trần Anh Tú, Đỗ Đình Chiến, Trần Đức Thạnh. Ảnh hưởng của đập Hoà Bình đến quá trình bồi tụ ra phía biển vùng ven bờ sông Hồng. Tuyển tập Tài nguyên và Môi trường biển, tập XII, Tr.133-140. NXB. Khoa học và Kỹ thuật 2007.
- [2] **V. D. Vinh¹, S. Ouillon^{2,3}, T. D. Thanh¹, and L. V. Chu⁴.** Impact of the Hoa Binh dam (Vietnam) on water and sediment budgets in the Red River basin and delta. Hydrol. Earth Syst. Sci., 18, 3987–4005, 2014. <https://doi.org/10.5194/hess-18-3987-2014>.
- [3] Dự án VS/RDE-03, Chương trình hợp tác nghiên cứu Việt Nam-Thụy Điển 2004-2011.
- [4] Vũ Công Hữu, Nguyễn Minh Sơn. Tính toán chế độ sóng và vận chuyển trầm tích vùng nước biển ven bờ Hải Hậu-Nam Định. Tạp chí khoa học-Công nghệ thủy lợi Việt Nam, 2012.
- [5] Hoan.L.X and et., Shoreline Evolution at Hai Hau Beach, Vietnam. Journal of Coastal Research, Vol. 26, No. 1, 2010, DOI: 10.2112/08-1061.1
- [6] Pruszek, Z.; Szmytkiewicz, M.; Hung, N.M., and Ninh, P.V., 2002. Coastal processes in the Red River Delta area, Vietnam. Coastal Engineering Journal, 44(2), 97–126.
- [7] Van Maren, D.S., 2004. Morphodynamics of a Cyclic Prograding Delta: The Red River, Vietnam. Utrecht, the Netherlands: Utrecht University, PhD dissertation, 167p.
- [8] Van Maren, D.S. and Hoekstra, P., 2004. Seasonal variation of hydrodynamics and sediment dynamics in a shallow subtropical estuary: The Ba Lat River, Vietnam. Estuary, Coastal and Shelf Sci- ences, 60(3), 529–540.
- [9] Phạm Văn Ninh, Đỗ Ngọc Quỳnh, Nguyễn Mạnh Hùng, Đinh Văn Mạnh, Nguyễn Thị Việt Liên (2006). Một số kết quả nghiên cứu về thủy thạch động lực và biến đổi đường bờ vùng biển Nam Định. Báo cáo tại Hội thảo về phòng chống thiên tai và bảo vệ bờ biển. Nam Định tháng 5 năm 2006.
- [10] T. Nghi và nnk, Diễn biến bồi tụ - xói lở bờ biển Thái Bình - Nam Định từ Holocen muộn đến nay trong mối quan hệ với tiến hóa các thùy châu thổ và lịch sử sông Sò. Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Các Khoa học Trái đất và Môi trường, Tập 34, Số 4 (2018) 116-130.
- [11] Hoàng Ngọc Kỷ, 1989. Địa tầng và những nét lớn của lịch sử phát triển địa chất miền Bắc Việt Nam trong Đệ tứ. Tóm tắt luận án PTS Khoa học Địa lí – Địa chất; 21tr. Hà Nội: Đại học Tổng hợp Hà Nội.
- [12] Yako Funabiki, Yoshiki Saito, Vu Van Phai, Nguyen Hieu and Shigeko Haruyama, 2012. Natural levees and human settlement in the Song Hong (Red River) delta, northern Vietnam. The Holocene 22(6) 637 –648.
- [13] Ngô Quang Toàn, 1995. Đặc điểm trầm tích và lịch sử phát triển các thành tạo Đệ tứ ở phần Đông Bắc đồng bằng Sông Hồng. Luận án TS Khoa học Địa lí – Địa chất; 20tr, Đại học Tổng hợp Hà Nội.

- [14] Tran Nghi, Mai Trong Nhuan, Chu Van Ngoi, Nguyen Van Dai, Dinh Dinh Xuan Thanh, Nguyen Dinh Nguyen, Nguyen Thanh Lan, Dam Quang Minh and Ngo Quang Toan, 2003. GIS and image analysis to study the process of late Holocene sedimentary evolution in Balat River Mouth, Vietnam. *Geoinformatics*, vol. 14, no. 1, 43-48.
- [15] Tran Nghi, Mai Trong Nhuan, Chu Van Ngoi, P. Hoekstra, Utrecht, T.J. Van Weering, J.H. Van Denbergh, Dinh Xuan Thanh, Nguyen Dinh Nguyen, Vu Van Phai, 2002. Holocene sedimentary evolution, geodynamic and anthropogenic control of the Balat river mouth formation (Red River-delta, northern Vietnam). *Z. geol. Wiss.*, Berlin 30, 3: 157 – 172.
- [16] Trần Nghi, Đinh Xuân Thành và nnk., 2000. Quá trình tích tụ trầm tích Đệ tứ của đáy Sông Hồng trong mối quan hệ với hoạt động nhân sinh. Tuyển tập báo cáo hội thảo khoa học đánh giá tác động của quá trình xói mòn tại lưu vực Sông Hồng. Lưu trữ Viện HLKH&CNVN. Tr. 124-151.
- [17] Trần Nghi, Ngô Quang Toàn, 1991. Đặc điểm các chu kỳ trầm tích và lịch sử tiến hóa địa chất Đệ tứ đồng bằng Sông Hồng, *Tạp chí địa chất* (số 206- 207), tr. 65-69
- [18] Trần Nghi, Nguyễn Thế Tiệp, 1993. Đặc điểm trầm tích trong môi trường tác động lực của vùng tiền châu thổ Sông Hồng. *Tạp chí các khoa học về Trái đất*, số 1, tr. 26-32.
- [19] Vũ Quang Lâm, 1999. Các mặt cắt địa chất chủ yếu của hệ tầng Hải Hưng vùng đồng bằng Sông Hồng. *Tạp chí địa chất*, số 251, tr. 9-13.
- [20] Do Minh Duc, Mai Trong Nhuan, Chu Van Ngoi, Tran Nghi, Dao Manh Tien, Tj. C.E. van Weering, G.D. van den Bergh, 2007. Sediment distribution and transport at the nearshore zone of the Red River delta, Northern Vietnam. *Journal of Asian Earth Sciences* 29, 558–565.
- [21] Trần Đức Thanh, Đinh Văn Huy, Trần Đình Lâm, 1996. Đặc điểm phát triển của vùng đất bồi ngập triều ven bờ châu thổ Sông Hồng. *Tạp chí các Khoa học về Trái đất*, số 1, tr. 50-59.
- [22] Vũ Cao Minh, Nguyễn Khắc Nghĩa, Nguyễn Huy Thịnh, 2006. Biến động cửa Ba Lạt, cửa Hà Lạn trong thời kỳ cận đại và ảnh hưởng của chúng tới diễn biến bồi tụ xói lở khu vực Hải Hậu - Nam Định. *Tạp chí KH&CN Thủy lợi Viện KHTLVN*.
- [23] Nguyễn Văn Hùng (2017), Dự án “Điều tra đánh giá hiện trạng đê kè biển Nam Định, phân tích ưu nhược điểm của các kết cấu bảo vệ bờ biển từ năm 2000 – 2015, đề xuất giải pháp xử lý các hỏng hóc và kết cấu bảo vệ hợp lý cho xây dựng mới. Bộ Nông nghiệp và PTNT, Hà Nội.
- [24] Doãn Tiến Hà. Đề tài độc lập cấp nhà nước “Nghiên cứu đề xuất giải pháp công nghệ phù hợp, hiệu quả để tiêu giảm sóng nhằm nâng cao độ an toàn cho đê biển Nam Định”, Mã số: ĐTDL.CN.40/18.
- [25] MIKE 21HD FM (2014), Hydrodynamic Module-Scientific Documentation, DHI Software.
- [26] MIKE 21 MT FM (2014), Mud Transport Module-Scientific Documentation, DHI Software.
- [27] MIKE 21 SW FM (2014), Spectral Wave Module-Scientific Documentation, DHI Software.
- [28] MIKE 21/3 Coupled Model FM (2014), User Guide, DHI Software.