

ỨNG DỤNG MÔ HÌNH TOÁN NGHIÊN CỨU BIẾN ĐỘNG ĐỊA HÌNH ĐÁY VÙNG VEN BỜ CHÂU THỔ SÔNG HỒNG

Vũ Duy Vĩnh¹, Phạm Hải An¹

Tóm tắt: Bài viết này trình bày một số kết quả ứng dụng mô hình tổng hợp (thủy động lực- sóng- vận chuyển bùn cát) trên cơ sở hệ thống mô hình Delft3D để nghiên cứu các đặc điểm thủy động lực, vận chuyển bùn cát và biến động địa hình đáy vùng ven bờ châu thổ sông Hồng (CTSH). Mô hình toán đã được kiểm chứng với số liệu đo đạc và được thiết lập các nhóm kịch bản khác nhau để đánh giá đặc điểm biến động địa hình đáy cũng như vai trò của một số yếu tố như gió, sóng, dao động mực nước (DĐMN) ở khu vực nghiên cứu. Các kết quả tính toán từ mô hình cho thấy nguồn cung cấp trầm tích quyết định đến tốc độ bồi, vào mùa mưa tốc độ bồi tụ lớn nhất khá lớn (trung bình 2.215cm/tháng) so với 0.03cm/tháng trong mùa khô. Hướng sóng- gió cũng có những ảnh hưởng khác nhau đến quá trình vận chuyển bùn cát cũng như biến động địa hình ở vùng ven bờ CTSH. Trong mùa khô, tác động của sóng- gió phần lớn làm xuất hiện và tăng cường xu thế xói. Vào mùa mưa, sóng-gió NE làm giảm tốc độ bồi ở phía ngoài cửa Đáy, ven bờ Hải Hậu và tăng tốc độ bồi ở cửa Văn Úc. Trong khi gió- sóng hướng SE là tăng tốc độ bồi ở khu vực cửa Đáy, ven bờ Hải Hậu, giảm mạnh tốc độ bồi ở cửa Văn Úc. Gió – sóng trong mùa mưa ở tất cả các hướng làm giảm tốc độ bồi ở cửa Ba Lạt và tăng tốc độ bồi ở cửa Trà Lý. Trong mùa khô, DĐMN là yếu tố làm giảm tốc độ bồi, tăng tốc độ xói phía ngoài ở khu vực cửa Ba Lạt và Văn Úc, đồng thời tăng tốc độ bồi sát bờ ở các mặt cắt này. Ngược lại ở các mặt cắt phía nam (Đáy), DĐMN là yếu tố làm tăng tốc độ bồi cả ở sát bờ và phía ngoài. Riêng ở khu vực ven bờ Hải Hậu, DĐMN cùng với sóng thúc đẩy quá trình xói ở vùng sát bờ.

Từ khóa: mô hình toán, trầm tích lơ lửng, biến động địa hình đáy, châu thổ sông Hồng.

1. MỞ ĐẦU

Vùng ven bờ châu thổ sông Hồng (CTSH) là nơi có chế độ động lực phức tạp với sự tác động và ảnh hưởng của các yếu tố như sóng, dòng chảy, thủy triều và dòng nước ngọt từ sông đưa ra. Khu vực này cũng có một vị trí và ý nghĩa rất quan trọng đối với sự phát triển kinh tế xã hội của các tỉnh duyên hải Bắc Bộ. Trong những năm gần đây vấn đề bồi tụ xói lở của khu vực này là một trong những vấn đề được quan tâm nhiều vì nó không những ảnh hưởng trực tiếp đến cuộc sống của người dân trong khu vực mà còn liên quan đến quy hoạch phát triển bền vững của vùng. Trong đó có một số nghiên cứu dựa trên cách tiếp cận bằng mô hình toán học thông qua đó đánh giá các đặc điểm vận chuyển bùn cát và biến động địa hình ở khu vực Văn Lý [Nguyễn Mạnh Hùng và Nguyễn Văn Ninh

(2005); Trần Đức Thanh và nnk (2001), Nam Định (Vũ Thanh Ca và Nguyễn Quốc Trinh, 2008. Vấn đề này cũng đã được quan tâm nghiên cứu bởi một số tác giả nước ngoài như Häglund M. and P. Svensson (2002), Steven te Slaa, (2009), van Maren D.S. (2004), Wijdeven B. (2002). Mặc dù có nhiều nghiên cứu liên quan nhưng có hai vấn đề còn hạn chế trong những nghiên cứu này: các mô hình sử dụng chưa kết nối để tính toán đồng thời: thủy động lực (TĐL)-sóng-và vận chuyển bùn cát mà mới chỉ tính toán rời rạc từng yếu tố (như TĐL và sóng riêng) sau đó kết hợp lại; phạm vi khu vực của mô hình chỉ giới hạn trong một vùng nhỏ nên chưa đánh giá được sự vận chuyển bùn cát giữa các khu vực nhỏ trong vùng cũng như bức tranh tổng quan về sự di chuyển bùn cát của toàn vùng ven bờ CTSH. Bài viết này sẽ trình bày một số kết quả nghiên cứu về biến động địa hình đáy cho toàn bộ vùng ven bờ CTSH dựa

¹ Phòng Vật lý Biển, Viện Tài nguyên và Môi trường biển

trên việc thiết lập mô hình tổng hợp (TĐL - sóng- vận chuyển bùn cát) cũng như ảnh hưởng của một số yếu tố hải văn đến biến động địa hình đáy ở khu vực này.

2. TÀI LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

Tài liệu

Số liệu độ sâu và đường bờ của khu vực ven bờ CTSH được số hóa từ các tài liệu bản đồ địa hình UTM hệ tọa độ địa lý VN 2000 tỷ lệ 1: 50000 do Cục Đo đạc Bản đồ xuất bản năm 2005. Độ sâu và địa hình của khu vực phía ngoài và lân cận cũng như vùng vịnh Bắc Bộ sử dụng cơ sở dữ liệu GEBCO -1/8. Đây là số liệu địa hình có độ phân giải 0.5 phút được xử lý từ ảnh vệ tinh kết hợp với các số liệu đo sâu (Merri T Jone và nnk, 2009).

Trong nghiên cứu này, các số liệu gió quan trắc trong nhiều năm ở trạm hải văn Hòn Dấu, Văn Lý và Bạch Long Vỹ đã được thu thập và xử lý. Đây là những chuỗi số liệu được đo đạc bởi Trung tâm Khí tượng thủy văn Quốc gia với tần suất 6giờ/lần trong những năm gần đây.

Số liệu đo mực nước tại Hòn Dấu được dùng để hiệu chỉnh mô hình. Số liệu thủy triều tại các biên mở phía biển là những hằng số điều hoà thủy triều (HSDHTT). Các HSDHTT được tính toán từ chuỗi số liệu quan trắc mực nước ở khu vực này. Tại những điểm biên lồng phía biển không có số liệu quan trắc thì số liệu từ cơ sở dữ liệu FES2004 (Lefevre F. và nnk, 2002; Lyard F. và nnk, 2006) của LEGOS và CLS.

Các số liệu đo đạc lưu lượng nước sông, nhiệt độ, độ muối, dòng chảy đo đạc tại một số vị trí khảo sát trong khu vực nghiên cứu được thu thập từ các đề tài liên quan đã thực hiện ở khu vực này, trong đó đáng chú ý là số liệu đo và tính toán gần đây ở các sông Bạch Đằng, Cẩm, Lạch Tray, Văn Úc, Thái Bình, Trà Lý, Ba Lạt (Nguyễn Đức Cự và nnk, 2011; Vũ Duy Vĩnh và nnk, 2012). Ngoài ra, để sử dụng cho mô hình tính ở phía ngoài cho các điều kiện biên mở phía biển được thu thập từ cơ sở dữ liệu WOA09 (World Ocean Atlas, 2009) cho khu vực biển Đông. Dòng bùn cát từ các sông đưa ra có vai trò hết sức quan trọng trong quá trình vận chuyển bùn cát ở vùng ven bờ cũng

như đặc điểm tiến hóa của khu vực. Vì vậy chúng tôi cũng đã tiến hành thu thập và phân tích số liệu liên quan đến dòng bùn cát từ các sông đưa vào khu vực nghiên cứu từ đề tài liên quan (Nguyễn Đức Cự và nnk, 2011; Vũ Duy Vĩnh và nnk, 2012).

Phương pháp

Để đánh giá đặc điểm biến động địa hình ở khu vực nghiên cứu, ngoài phương pháp chính là thiết lập hệ thống mô hình tổng hợp, các phương pháp sau cũng đã được sử dụng như:

Phương pháp GIS để số hóa và xử lý số liệu địa hình từ các bản đồ địa hình.

Phương pháp tính toán thống kê để xử lý số liệu, tạo các file số liệu đầu vào cho mô hình thủy động lực – sóng và vận chuyển trầm tích.

Phương pháp phân tích và tính toán tốc độ lắng đọng trầm tích từ các mẫu khoan

Phương pháp khai thác số liệu từ Cơ sở dữ liệu nhiệt muối WOA09 và cơ sở dữ liệu thủy triều FES2004. Các cơ sở dữ liệu này cùng cấp số liệu cần thiết để xác định các điều kiện biên mở cho mô hình tính toán TĐL vùng ngoài khơi (với lưới tính thô).

Phương pháp lưới lồng (phương pháp NESTING trong Delf3d) được sử dụng trong nghiên cứu này để tạo ra các điều kiện biên mở phía biển của mô hình với lưới tính chi tiết từ một mô hình khác ở phía ngoài với lưới tính thô hơn.

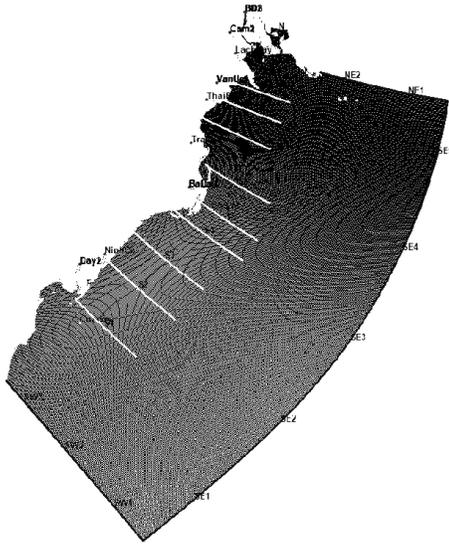
Thiết lập mô hình

Trong nghiên cứu này, các điều kiện TĐL - sóng và vận chuyển trầm tích, biến động địa hình đáy được mô hình hóa bằng hệ thống mô hình tổng hợp Delft3d của Hà Lan. Đây là hệ thống mô hình có thể mô phỏng tốt điều kiện TĐL -sóng, vận chuyển bùn cát cũng như biến động địa hình đáy ở các vùng cửa sông ven bờ (Delft Hydraulics, 2003).

Lưới tính của mô hình là hệ lưới cong trực giao. Miền tính trải dài từ vùng phía bắc cửa Bạch Đằng đến phía nam cửa Đáy với kích thước khoảng 223 km theo chiều đông bắc - tây nam và 113 km theo chiều tây bắc - đông nam, với diện tích mặt nước khoảng 18357km², với 617 x 235 điểm tính, các ô lưới biến đổi từ 187

đến 750m (hình 1). Theo chiều thẳng đứng, toàn bộ cột nước được chia làm 4 lớp độ sâu theo hệ tọa độ σ .

Mô hình tổng hợp cho vùng ven bờ CTSH được thiết lập và chạy với thời gian là các mùa đặc trưng trong năm (mùa mưa và mùa khô) của các kịch bản khác nhau. Trong đó hai kịch bản hiện trạng được thiết lập để hiệu chỉnh và kiểm chứng mô hình gồm: mùa mưa (tháng 7-8-9 năm 2009); mùa khô (tháng 2- 3 năm 2009). Bước thời gian chạy của mô hình TĐL là 0,5 phút.



Hình 1. Phạm vi miền và lưới tính của mô hình

Biên mở phía biển gồm các biên phía bắc, đông bắc, đông nam và tây nam miền tính (hình 1). Các biên sông bao gồm toàn bộ 9 sông chính trong khu vực là Bạch Đằng, Cẩm, Lạch Tray, Văn Úc, Thái Bình, Trà Lý, Ba Lạt, Ninh Cơ và Đáy.

- Tại các biên mở biển, số liệu để cung cấp cho các biên mở này là kết quả tính toán từ mô hình phía ngoài sau đó sử dụng phương pháp NESTHD để tạo các file số liệu nhiệt độ, độ muối, mực nước tại các điểm biên. Đây là các số liệu dạng chuỗi thời gian với tần suất 1h/lần.

- Đối với các biên sông, số liệu độ muối, nhiệt độ, hàm lượng trầm tích lơ lửng (TTLL) sử dụng cho các điều kiện biên sông ở khu vực nghiên cứu là các giá trị trung bình mùa được tính toán từ số liệu khảo sát.

Trong nghiên cứu này, chỉ xét tới ảnh hưởng

của gió, các yếu tố khí tượng khác như độ ẩm, lượng mưa, bức xạ, nhiệt độ không khí không tính đến trong mô hình. Số liệu gió đưa vào mô hình tính là các số liệu quan trắc tại Bạch Long Vỹ và Hòn Dấu trong tháng 2-3 và tháng 7-8-9 năm 2009 với tần suất 6h/lần.

- Tham số nhám đáy (bottom roughness) trong nghiên cứu này lựa chọn sử dụng các hệ số Manning (n) biến đổi theo không gian với giá trị 0.018-0.023 $m^{-1/3}s$ (Simons, D.B., and Senturk, F., 1992).

- Các giá trị liên quan đến điều kiện rôi có thể được xác định do người với cách tiếp cận HLES theo lý thuyết của Uittenbogaard (1998) và Van Vossen (2000). Trong nghiên cứu này, hệ số khuếch tán rôi và nhớt rôi nền theo phương ngang được lựa chọn là $10m^2/s$. Các hệ số này theo phương thẳng đứng là $10^{-5}m^2/s$. Mô hình khép kín rôi 2 chiều là mô hình HLES và mô hình khép kín rôi 3 chiều là mô hình k- ϵ .

- Vận tốc lắng đọng của TTLL được chọn là 0.1mm/s. Đây là giá trị vận tốc lắng đọng trong nước ngọt ($w_{s,f}$). Trong quá trình tính toán, vận tốc lắng đọng w_s sẽ tính đến cả những ảnh hưởng do độ mặn.

- Tiêu chuẩn ứng suất cho quá trình xói của trầm tích ($\tau_{c,e}$) biến đổi trong khoảng từ 0.1-1.0 N/m^2 (Van Rijn, L., 1993). Trong nghiên cứu này sau các lần hiệu chỉnh, tiêu chuẩn xói được lựa chọn là 0.25 N/m^2 . Tiêu chuẩn ứng suất cho quá trình bồi lắng của trầm tích ($\tau_{c,d}$) biến đổi trong khoảng từ 0.005-0.25 N/m^2 (Van Rijn, L., 1993). Trong nghiên cứu này sau các lần hiệu chỉnh, tiêu chuẩn xói được lựa chọn là 0.1 N/m^2 .

- Tốc độ xói trong tự nhiên đo đạc được biến đổi trong khoảng 10^{-5} - $10^{-3}kg/m^2.s$. Với tỷ trọng bùn cát đáy là $2650kg/m^3$, tỷ trọng trầm tích lơ lửng gần lớp biên đáy là $500kg/m^3$, tốc độ xói ban đầu được giả thiết là $10^{-3}kg/m^2.s$.

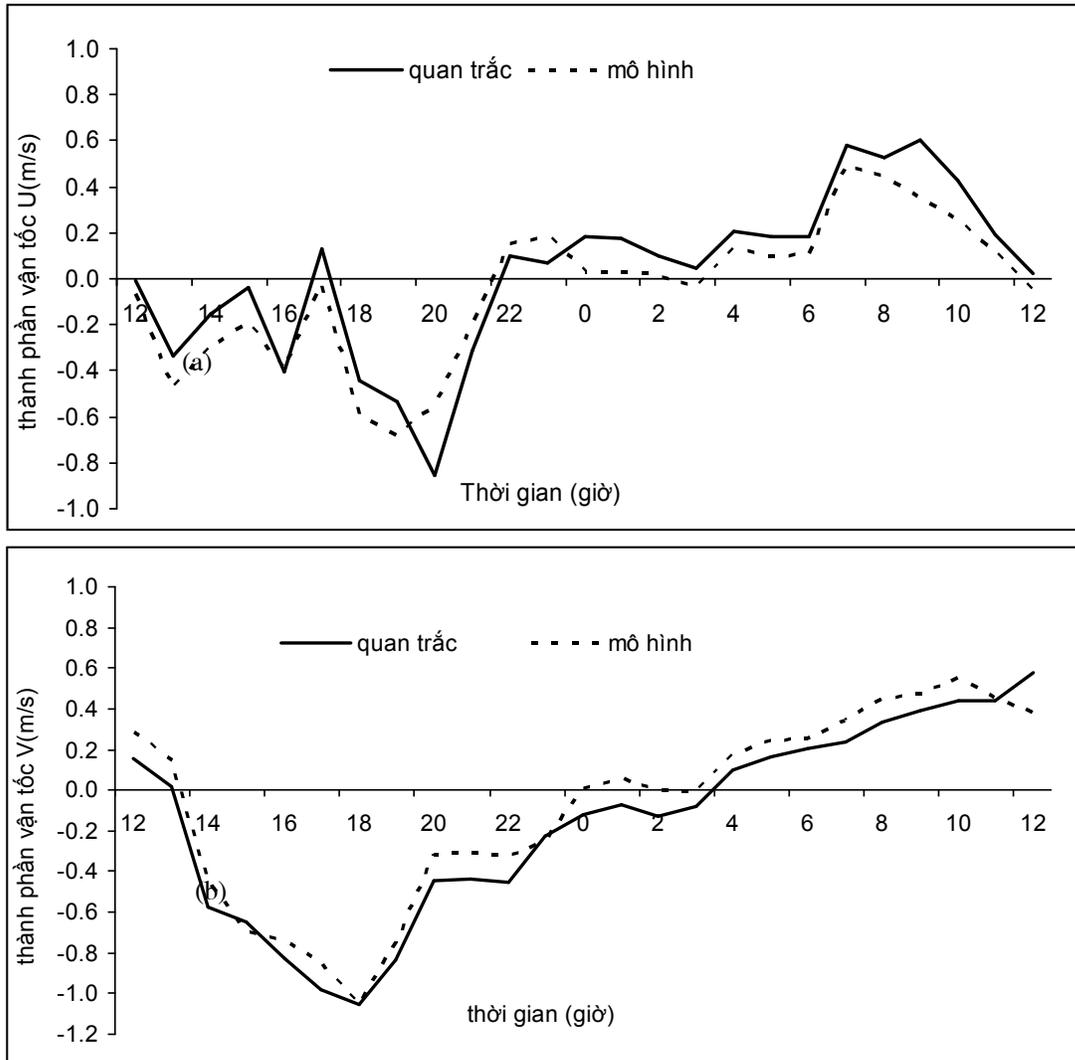
Mô hình sóng trong nghiên cứu này được thiết lập chạy đồng thời (online coupling) với mô hình thủy động lực và mô hình vận chuyển trầm tích. Tại mỗi thời điểm tính toán (1h), mô hình sóng sẽ sử dụng lưới tính, trường gió, các kết quả tính độ sâu, mực nước, dòng chảy của

mô hình thủy động lực.

- Điều kiện biên mở của mô hình sóng cho mô hình lưới thô phía ngoài sử dụng kết quả dự báo sóng của wave climate ở vùng vịnh Bắc Bộ (BMT Argoss, 2011) trong năm 2009.

- Kiểu ma sát đáy trong mô hình sóng ở

nghiên cứu này được lựa chọn là phổ JONSWAP với hệ số ma sát đáy có giá trị 0.067 (Delft Hydraulics, 2003). Mô hình B&J (Battjes, J. and J. Janssen, 1978) được lựa chọn để tính ảnh hưởng của nước nông nơi diễn ra quá trình sóng đổ (Delft Hydraulics, 2003).



Hình 2. So sánh kết quả quan trắc dòng chảy và tính toán từ mô hình tại phía ngoài cửa Ba Lạt (17/8-18/8/2009; a- thành phần vận tốc U; b- thành phần vận tốc V)

Hiệu chỉnh, kiểm chứng và các kịch bản tính của mô hình

Các số liệu để hiệu chỉnh kiểm chứng kết quả tính của mô hình gồm:

- Số liệu mực nước đo đạc với tần suất 1h/lần do Trung tâm khí tượng thủy văn quốc gia thực hiện tại trạm Hải văn Hòn Dấu trong năm 2009.

- Số liệu đo đạc dòng chảy (được đo 2 tầng)

và hàm lượng TTLL (lấy mẫu 2 tầng) tại vùng cửa Nam Triệu và phía ngoài khu vực Đồ Sơn vào mùa khô từ 18/3-19/3/2009 mùa mưa từ 30/8-02/9/2009.

Đối với kết quả tính toán ĐDMN của mô hình, sau lần hiệu chỉnh cuối kết quả so sánh cho thấy đã có sự phù hợp cả về pha và biên độ giữa số liệu quan trắc và tính toán. Tính toán hệ

số tương quan giữa mực nước quan trắc và tính toán trong mùa khô và mùa mưa lần lượt là 0.96 và 0.98. Sai số bình phương trung bình tương ứng lần lượt là 0.22m và 0.20m.

Các giá trị quan trắc dòng chảy được phân tích thành các thành phần kinh hướng (u) và vĩ hướng (v) trước khi so sánh với các kết quả tính toán từ mô hình. Sau lần hiệu chỉnh cuối cùng, các kết quả so sánh cho thấy giữa quan trắc và tính toán dòng chảy ở khu vực này có sự phù hợp (hình 2).

Kết quả so sánh tính toán hàm lượng TTLL từ mô hình với số liệu quan trắc cho thấy mặc dù còn chưa thực sự trùng khớp giữa hai chuỗi số liệu trên nhưng ở đây cũng có sự phù hợp nhất định giữa hàm lượng TTLL tính toán và quan trắc cũng như sự phù hợp của các chuỗi số liệu này với biến đổi của mực nước trong thời gian phân tích.

Để đánh giá đặc điểm biến động địa hình và ảnh hưởng của một số yếu tố khí tượng hải văn đến biến động địa hình đáy biển ven bờ CTSH, các kịch bản tính toán khác nhau đã được thiết lập:

- Các kịch bản hiện trạng với điều kiện thực của tháng 2-3 và tháng 7-8-9 năm 2009, có tính đến tất cả các yếu tố như thủy triều, sóng, gió, nhiệt, muối và ảnh hưởng của sông.

- Kịch bản đánh giá ảnh hưởng do thủy triều: thiết lập như các kịch bản hiện trạng nhưng không có ĐDMN.

- Kịch bản đánh giá ảnh hưởng của gió, 2 nhóm kịch bản: thiết lập như các kịch bản hiện trạng nhưng không có gió-sóng, thiết lập như các kịch bản hiện trạng với gió vận tốc trung bình và hướng không đổi (NE, E, SE).

- Kịch bản đánh giá ảnh hưởng của gió kết hợp với sóng: thiết lập như các kịch bản hiện trạng với điều kiện sóng và gió trung bình và hướng không đổi (NE, E, SE).

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Đặc điểm vận chuyển trầm tích lơ lửng

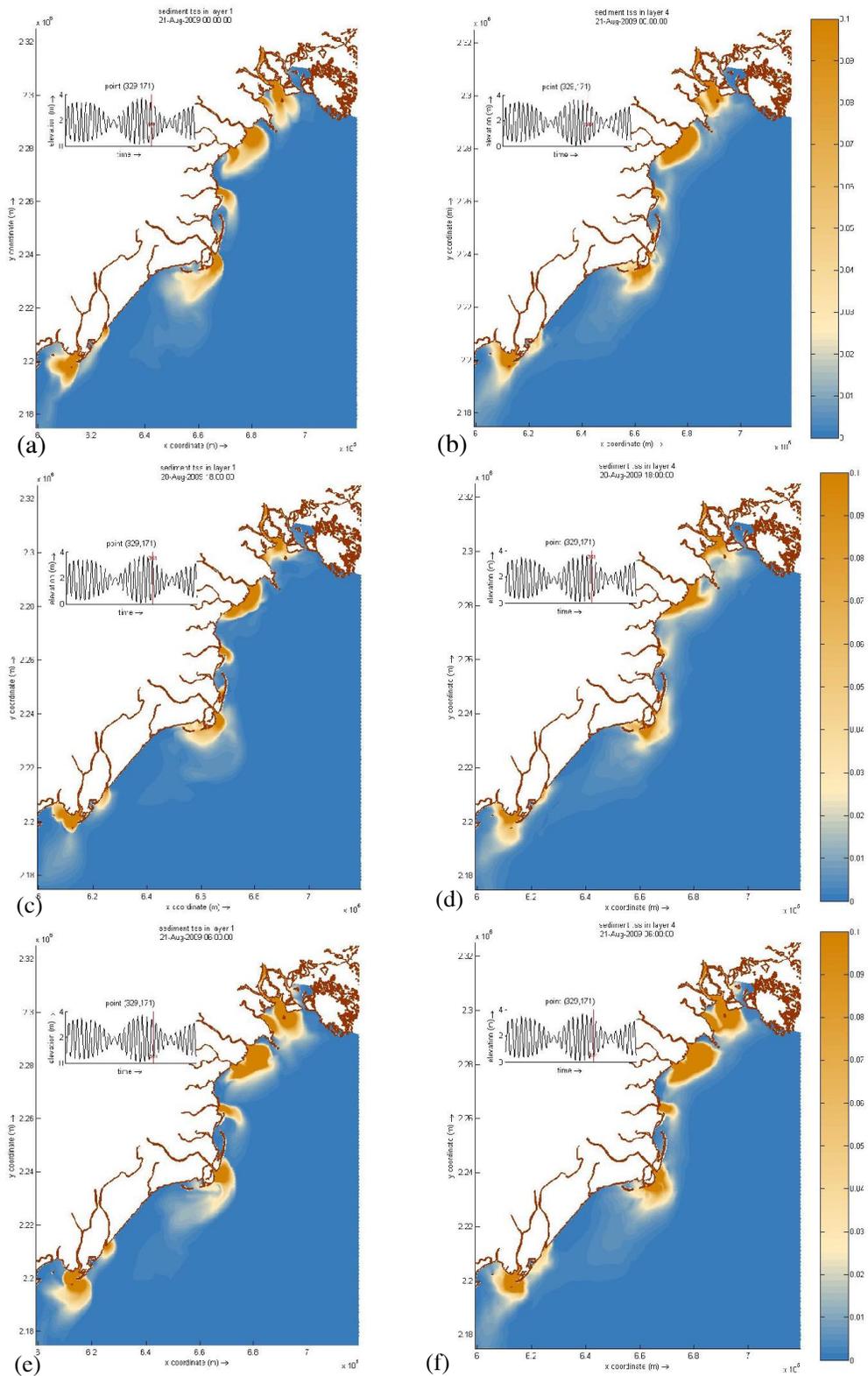
Đặc điểm vận chuyển và lan truyền của TTLL có liên quan chặt chẽ đến chế độ TĐL và nguồn cung cấp trầm tích và là yếu tố trực tiếp

tác động đến biến động địa hình đáy ở khu vực nghiên cứu. Vào mùa khô hàm lượng TTLL của các sông thường có giá trị không lớn hơn 0.12kg/m^3 . Tuy nhiên giữa các sông khác nhau cũng có sự phân tán lớn, một số sông có hàm lượng trầm tích cao hơn các sông còn lại như sông Cẩm và Văn Úc, Ba Lạt và Đáy. Cũng trong mùa khô, do tải lượng nước từ sông đưa ra khá nhỏ nên phạm vi phát tán của TTLL ra vùng biển phía ngoài cũng rất hạn chế.

Trong mùa mưa, xu thế biến động TTLL theo pha triều cũng tương tự như mùa khô nhưng tải lượng nước từ các sông đưa ra lớn hơn nên sự phát tán của TTLL từ lục địa ra phía ngoài cũng mạnh mẽ hơn. Trong pha triều lên, khối nước với hàm lượng TTLL (lớn hơn 0.1kg/m^3) bị dồn lại ở khu vực phía ngoài các cửa Nam Triệu, Văn Úc, Ba Lạt và Đáy. Ở phía ngoài xa hơn, hàm lượng TTLL giảm dần. Ở pha triều xuống của mùa mưa, dòng bùn cát lơ lửng từ sông có điều kiện phát triển ra phía ngoài, ảnh hưởng đến một phần khu vực ven bờ CTSH, đặc biệt là phía nam và tây nam các cửa sông với giá trị hàm lượng phổ biến trong khoảng $0.07-0.1\text{kg/m}^3$ (hình 3-a,b).

Vào thời điểm nước lớn của mùa mưa, sự xâm nhập của các khối nước biển đã đẩy vùng nước có hàm lượng TTLL cao vào sát phía trong các cửa sông nhưng không sâu được vào phía trong do lưu lượng nước từ sông đưa ra vẫn lớn. Ở khu vực phía ngoài, hàm lượng TTLL chỉ có giá trị khoảng $0.05-0.09\text{kg/m}^3$ (hình 3-c,d). Trong thời điểm nước ròng của mùa mưa, các khối nước sông với hàm lượng TTLL cao có điều kiện phát triển mạnh ra phía ngoài hơn (khoảng 5-10km từ các cửa sông). Tuy nhiên vùng nước có hàm lượng TTLL cao vẫn chủ yếu ở sát và phía nam- tây nam các cửa sông (hình 3-e,f).

Chênh lệch về hàm lượng TTLL giữa các tầng nước là không lớn. Trong cả hai mùa hàm lượng TTLL lớn đều xuất hiện ở khu vực gần bờ, gần các cửa sông nơi có độ sâu khá nhỏ. Trong khi ở phía ngoài nơi có độ sâu lớn hơn chênh lệch về giá trị hàm lượng TTLL lớn nhưng giá trị tuyệt đối khá nhỏ.



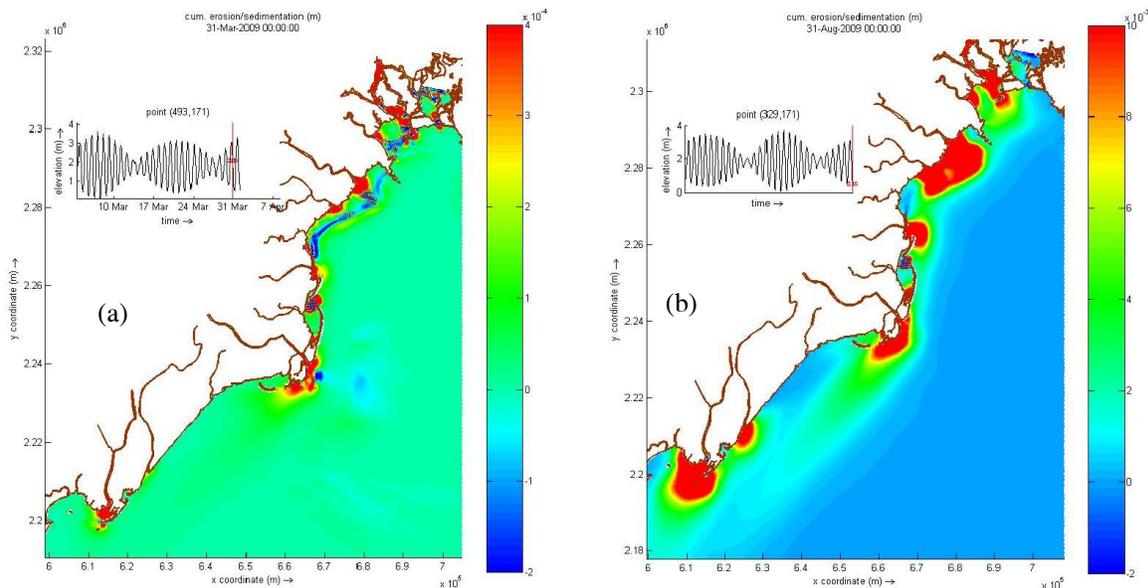
Hình 3. Phân bố TTL (kg/m^3) vùng ven bờ CTSH trong mùa mưa (a- triều xuống tầng mặt; b- triều xuống tầng đáy; c- nước lớn tầng mặt; d- nước lớn tầng đáy; e- nước ròng tầng mặt; f- nước ròng tầng đáy)

Từ những phân tích trên có thể thấy, phân bố của dòng TTLL luôn biến động theo dao động của mực nước triều. Đây là yếu tố làm tăng cường hoặc hạn chế sự phát tán trầm tích từ các sông đưa ra vùng ven bờ. Vào mùa khô dòng trầm tích đưa ra vùng ven bờ không đáng kể. Trong khi vào mùa mưa, phạm vi tập trung của dòng trầm tích từ các sông đưa ra chủ yếu là ở gần các cửa sông và di chuyển về phía nam – tây nam ngay sát các cửa sông. Các kết quả này cũng phù hợp với các nghiên cứu liên quan về vận chuyển TTLL ở khu vực này (Trần Đức Thanh và nnk (2001), Häglund M. và P. Svensson, (2002); Steven te Slaa (2009), van Maren D.S., (2004) và Van den Bergh và nnk (2007).

Đặc điểm biến động địa hình đáy biển ven bờ châu thổ sông Hồng

Biến động địa hình đáy biển vùng ven bờ CTSH phụ thuộc vào các điều kiện TĐL và nguồn cung trầm tích từ hệ thống sông đưa ra. Các kết quả tính toán mô phỏng cho thấy biến động địa hình đáy biển ở khu vực nghiên cứu có sự khác biệt lớn giữa mùa mưa và mùa khô.

Vào mùa khô, địa hình đáy ở khu vực biến động rất nhỏ với giá trị dao động phổ biến trong khoảng -0.2-0.4mm/tháng. Một số khu vực có xu hướng bồi là vùng sát các cửa Nam Triệu, Lạch Tray, Văn Úc, Ba Lạt và Đáy. Những vùng bồi này khá nhỏ và có xu hướng tăng theo thời gian. Trong khi đó, một số khu vực phía ngoài có xu hướng xói đáy là cửa Nam Triệu, cửa Văn Úc- Thái Bình, cửa Ba Lạt và vùng ven bờ Văn Lý - Hải Hậu. Tốc độ xói đáy cũng khá nhỏ và tăng dần theo thời gian, chủ yếu trong khoảng 0-0.2mm/tháng (hình 4-a).



Hình 4. Biến động địa hình đáy vùng ven bờ CTSH sau 30 ngày tính (a- mùa khô; b- mùa mưa)

Vào mùa mưa, xu hướng biến động địa hình thể hiện rõ rệt hơn, đặc biệt là xu thế bồi do nguồn cung trầm tích từ lục địa đưa ra khá lớn. Xu hướng bồi xuất hiện ở hầu hết các cửa sông chính và tăng dần theo thời gian tính toán. Trong đó các vùng có diện tích và tốc độ bồi lớn là khu vực cửa Nam Triệu, khu vực cửa Văn Úc- Thái Bình và phía Nam cửa Đáy (từ 6-10mm/tháng). Các vùng cửa sông có phạm vi bồi nhỏ là Lạch Tray, Trà Lý, Ba Lạt và Ninh Cơ. Trong khi đó một số khu vực có xu hướng

xói nhẹ là phía bắc cửa Trà Lý, vùng ven bờ Hải Hậu Văn Lý với tốc độ khoảng 0-1mm/tháng (hình 4-b).

Để so sánh các kết quả tính của mô hình với kết quả phân tích tốc độ bồi lắng phân tích từ các cột khoan trong nghiên cứu liên quan tại khu vực phía ngoài cửa Trà Lý [19], chúng tôi đã tính tốc độ bồi trung bình tại mặt cắt này từ kết quả tính toán cho mùa khô và mưa, các kết quả nhận được từ mô hình tính cho thấy tốc độ bồi lắng trung bình năm tại mặt cắt phía ngoài

khu vực cửa Trà Lý là 0.38cm, 0.56cm và 1.02cm năm ứng với các hướng gió NE, E và SE. Những kết quả tính tại mặt cắt này so với phân tích tốc độ lắng đọng trầm tích từ cột khoan là 0.63-1.03cm năm [19] cho thấy sự phù hợp nhất định giữa mô hình tính với phương pháp nghiên cứu khác. Kết quả tổng hợp này cũng cho thấy tốc độ bồi lắng ở khu vực nghiên cứu luôn biến động và thay đổi theo hướng sóng-gió tác động.

Tại khu vực phía ngoài cửa Ba Lạt (hình 4), các kết quả tính toán cho thấy trong mùa khô địa hình đáy biển động phổ biến từ -0.15 đến 0.01cm/tháng và từ 0 đến 0.09cm/tháng trong mùa mưa, tương ứng với giá trị trung bình năm dao động trong khoảng 1-3.5cm/năm. Kết quả này cũng phù hợp với tính toán tốc độ lắng đọng trầm tích phân tích từ các cột khoan ở khu vực này dao động trong khoảng 1.0-3.8cm/năm của Van den Bergh và nnk (2007).

Tác động của một số yếu tố đến biến động địa hình

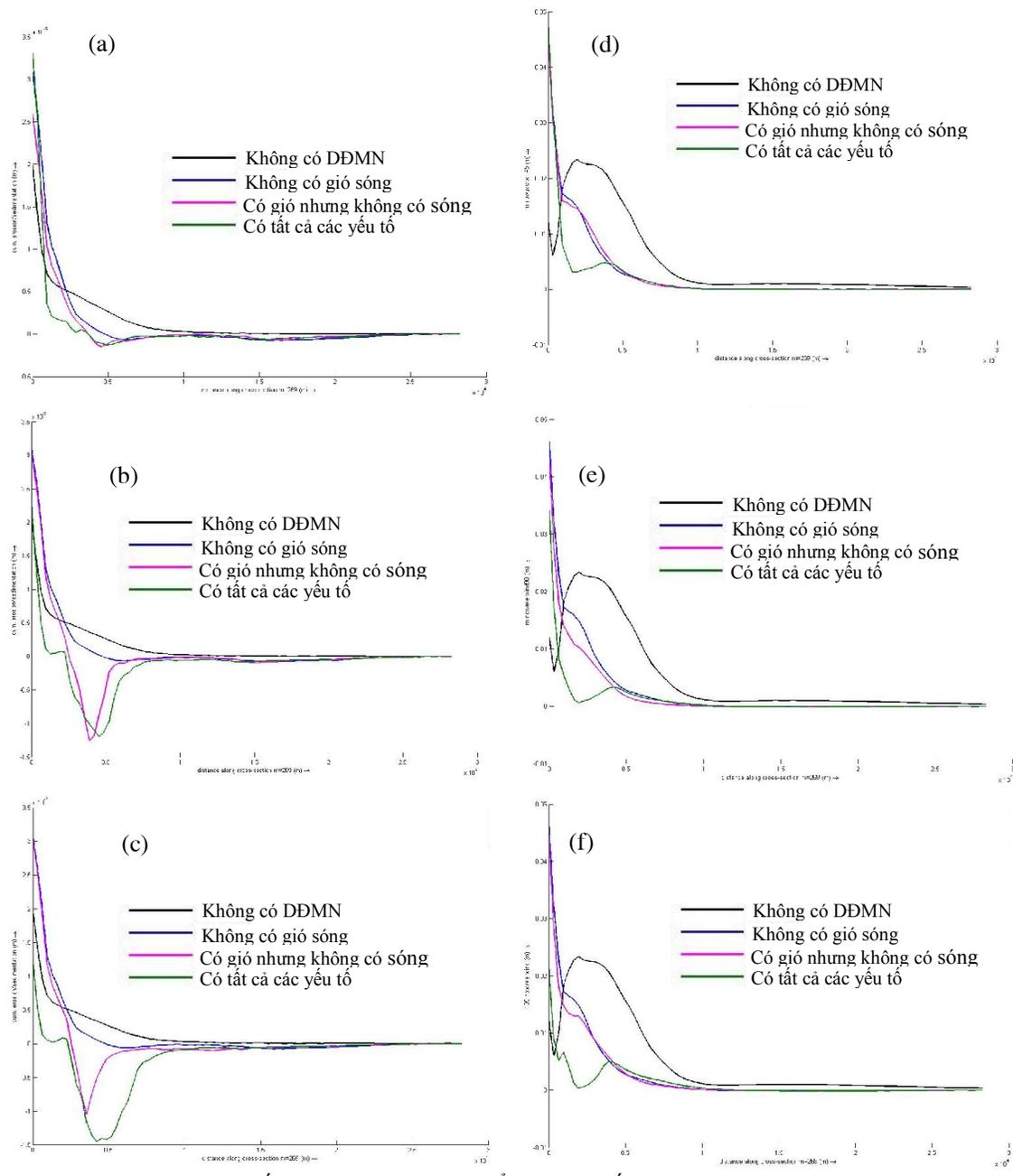
Biến động địa hình ở vùng ven bờ CTSH là tổng hợp tác động của các yếu tố khác nhau như nguồn cung trầm tích, dao động mực nước (DĐMN), gió, sóng. Những kết quả nhận được đã cho thấy vai trò khác nhau của các yếu tố này và thể hiện rõ qua BĐĐH ở các các mặt cắt khác nhau. Qua những phân tích ở từng mặt cắt với mỗi yếu tố có thể thấy rằng những tác động của gió, sóng, DĐMN đến biến động địa hình ở vùng ven bờ CTSH khác nhau phụ thuộc vào các vị trí khác nhau ở khu vực này.

Nguồn cung trầm tích quyết định đến tốc độ bồi, vào mùa mưa tốc độ bồi tụ khá lớn (trung bình 2.215cm/tháng) so với mùa khô (0.03cm/tháng) và hầu hết xuất hiện xu hướng bồi cho các mặt cắt từ khu vực cửa Đáy đến khu vực cửa Văn Úc. Dưới ảnh hưởng của tải lượng nước từ sông đưa ra lớn nên bùn cát từ sông đưa ra được giữ lại phía ngoài các cửa sông tạo thành các bãi bồi. Tốc độ hình thành các bãi bồi này cao hơn ở khu vực cửa Văn Úc, Ba Lạt, Đáy và thấp hơn ở các cửa sông còn lại. Ngược

lại, trong mùa khô, do nguồn cung bùn cát từ các sông giảm và dưới tác động của các điều kiện động lực vị trí vùng bồi bị di chuyển, diễn ra quá trình xói và tái phân bố lại bùn cát. Điều này cũng phù hợp với kết quả nghiên cứu của van Maren [15] ở khu vực cửa Ba Lạt.

Hướng sóng- gió cũng có những ảnh hưởng khác nhau đến quá trình vận chuyển bùn cát cũng như biến động địa hình ở vùng ven bờ CTSH. Yếu tố này có thể quyết định đến vị trí và tốc độ hình thành của vùng bồi tụ lớn nhất. Trong mùa khô, tác động của sóng- gió phần lớn làm xuất hiện và tăng cường xu thế xói. Vào mùa mưa, sóng-gió NE làm giảm tốc độ bồi ở phía ngoài cửa Đáy, ven bờ Hải Hậu và tăng tốc độ bồi ở cửa Văn Úc. Trong khi gió- sóng hướng SE là tăng tốc độ bồi ở khu vực cửa Đáy, ven bờ Hải Hậu, giảm mạnh tốc độ bồi ở cửa Văn Úc. Gió – sóng trong mùa mưa ở tất cả các hướng làm giảm tốc độ bồi ở cửa Ba Lạt và tăng tốc độ bồi ở cửa Trà Lý

DĐMN triều là yếu tố quan trọng thứ 2 (sau sóng) tác động đến quá trình vận chuyển trầm tích, làm cho dòng trầm tích ở vùng cửa sông có điều kiện phát triển ra xa bờ hơn, giảm tốc độ bồi tụ ở khu vực bồi tụ mạnh. Trong mùa khô, DĐMN là yếu tố làm giảm tốc độ bồi, tăng tốc độ xói phía ngoài ở khu vực cửa Ba Lạt và Văn Úc, đồng thời tăng tốc độ bồi sát bờ ở các mặt cắt này. Ngược lại ở các mặt cắt phía nam (Đáy), DĐMN là yếu tố làm tăng tốc độ bồi cả ở sát bờ và phía ngoài. Riêng ở khu vực ven bờ Hải Hậu, DĐMN cùng với sóng thúc đẩy quá trình xói ở vùng sát bờ. Trong mùa mưa, tác động của DĐMN cũng thể hiện ảnh hưởng khác nhau với mỗi mặt cắt và hướng sóng gió: làm giảm tốc độ bồi tụ ở cả phía ngoài và sát bờ (Văn Úc hướng E, SE; Đáy hướng NE), giảm tốc độ bồi phía ngoài nhưng tăng tốc độ bồi sát bờ (Văn Úc hướng NE, Ba Lạt, Hải Hậu hướng SE, Đáy hướng E); tăng tốc độ bồi cả ở sát bờ và phía ngoài (Đáy hướng SE, Hải Hậu hướng E, SE; Trà Lý hướng NE, E).



Hình 4. Biến động địa hình đáy biển tại mặt cắt phía ngoài cửa Ba Lạt
 (a- mùa khô, gió NE; b- mùa khô, gió E; c- mùa khô gió SE; d- mùa mưa, gió NE; e- mùa mưa, gió E; f- mùa mưa, gió SE)

4. KẾT LUẬN

Hệ thống mô hình TDL-sóng- vận chuyển trầm tích là công cụ hữu hiệu để đánh giá biến động địa hình đáy theo không gian và thời gian cũng như ảnh hưởng riêng lẻ của một số yếu tố khí tượng hải văn đến biến động này.

Địa hình đáy ở khu vực nghiên cứu biến động rõ rệt theo mùa. Vào mùa khô, địa hình đáy ở

khu vực biến động rất nhỏ với giá trị dao động phổ biến trong khoảng -0.2-0.4mm/tháng. Một số khu vực có xu hướng bồi là vùng sát các cửa Nam Triệu, Lạch Tray, Văn Úc, Ba Lạt và Đáy và xu hướng xói đáy ở cửa Nam Triệu, cửa Văn Úc- Thái Bình, cửa Ba Lạt và vùng ven bờ Văn Lý - Hải Hậu. Vào mùa mưa, xu hướng biến động địa hình thể hiện rõ rệt hơn, đặc biệt là xu

thể bồi xuất hiện ở hầu hết các cửa sông chính.

Nguồn cung trầm tích quyết định đến tốc độ bồi, vào mùa mưa tốc độ bồi tụ khá lớn (trung bình 2.215cm/tháng) so với mùa khô (0.03cm/tháng) và hầu hết xuất hiện xu hướng bồi cho các mặt cắt từ khu vực cửa Đáy đến khu vực cửa Văn Úc. Ngược lại, trong mùa khô, do nguồn cung bùn cát từ các sông giảm và dưới tác động của các điều kiện động lực vị trí vùng bồi bị di chuyển, diễn ra quá trình xói và tái phân bố lại bùn cát.

Hướng sóng- gió cũng có những ảnh hưởng

khác nhau đến quá trình vận chuyển bùn cát cũng như biến động địa hình ở vùng ven bờ CTSH. Yếu tố này có thể quyết định đến vị trí và tốc độ hình thành của vùng bồi tụ lớn nhất.

ĐDMN triều là yếu tố quan trọng tác động đến quá trình vận chuyển trầm tích, làm cho dòng trầm tích ở vùng cửa sông có điều kiện phát triển ra xa bờ hơn, giảm tốc độ bồi tụ ở khu vực bồi tụ mạnh. Tuy nhiên vai trò của yếu tố này thể hiện khác nhau ở từng vị trí trong quan hệ với các yếu tố khác như gió-sóng và nguồn cung trầm tích từ các sông.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Battjes, J. and J. Janssen, 1978. Energy loss and set-up due to breaking of random waves, In Proceedings 16th International Conference Coastal Engineering, ASCE, pages 569-587. 47, 133, 134, 138, 139, 188
2. BMT Argoss, 2011. Overview of the service and validation of the database waveclimate. Reference: RP_A870, www.waveclimate.com.
3. Vũ Thanh Ca, Nguyễn Quốc Trinh, 2008. Nghiên cứu về nguyên nhân xói lở bờ biển Nam Định. Tuyển tập báo cáo Hội thảo khoa học lần thứ 10 - Viện KH KTTV & MT.
4. Nguyễn Đức Cự và nnk, 2011. Nghiên cứu, đánh giá tác động của các công trình hồ chứa thượng nguồn đến diễn biến hình thái và tài nguyên - môi trường vùng cửa sông ven biển đồng bằng Bắc Bộ. Báo cáo tổng hợp Đề tài độc lập cấp Nhà nước (Mã số: ĐTDL. 2009T/05).
5. Delft Hydraulics, 2003. Delft3D-FLOW User Manual; Delft3D-WAVE User Manual
6. Häglund M. and P. Svensson, 2002. Coastal erosion at Hai Hau beach in the red River delta, Viet Nam. Master thesis in Lund University.
7. Nguyễn Mạnh Hùng, Phạm Văn Ninh, 2005. Hiện trạng nghiên cứu xói lở bờ biển huyện Hải Hậu. Tài nguyên và Môi trường biển, Nxb Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, tr. 200-211.
8. Lefevre F, Lyard F, Le Provost C, Schrama EJO, 2002. FES99: a global tide finite element solution assimilating tide gauge and altimetric information. Atmos Ocean Tech 19:1345-1356
9. Lyard F., F. Lefevre, T. Letellier, and O. Francis, 2006. Modelling the global ocean tides: modern insights from FES2004. Ocean Dynamics, 56:394-415, 2006.
10. Merri T Jone, Pauline W., Raymond N. Cramer, 2009. User Guide to the centenary edition of the GEBCO digital atlas and its datasets. Natural environment research council.
11. Simons, D.B., and Senturk, F., 1992. Sediment Transport Technology – Water and Sediment Dynamics, Water Resources Publications.
12. Steven te Slaa, 2009. Coastal erosion processes near seadikes in Hai Hau district, Vietnam. Master thesis in Delft University of Technology.
13. Trần Đức Thanh và nnk, 2001. Nghiên cứu dự báo, phòng chống sạt bờ biển bắc Bộ từ Quảng Ninh tới Thanh Hóa. Báo cáo dự án KHCN-5A. Phân Viện Hải dương học tại Hải Phòng.
14. Uittenbogaard, R.E., 1998. Model for eddy diffusivity and viscosity related to sub-grid velocity and bed topography. Note, WL | Delft Hydraulics
15. van Maren D.S., 2004. Morphodynamics of a cyclic prograding delta: the Red River, Vietnam. PhD thesis. Utrecht University, Netherlands Geographical Studies 324, Utrecht, pp. 167.
16. Van Rijn, L., 1993. Principles of Sediment Transport in Rivers, Estuaries and Coastal Seas, Aqua Publications, The Netherlands.
17. Van Vossen, B., 2000. Horizontal Large Eddy Simulations; evaluation of computations with DELFT3D-FLOW. Report MEAH-197, Delft University of Technology.
18. Vũ Duy Vĩnh, Trần Anh Tú, Nguyễn Thị Kim Anh, 2012. Phát triển hệ thống mô hình thủy nhiệt động lực-sinh thái biển phục vụ nghiên cứu và quản lý tài nguyên biển vùng ven bờ Việt Nam. Báo

cáo tổng kết đề tài hợp tác theo Nghị định thư Việt Nam-Bi. Lưu trữ tại Viện tài nguyên và Môi trường biển.

19. Bùi Văn Vượng và nnk, 2011. Tốc độ lắng đọng và tuổi trầm tích ven bờ châu thổ sông Hồng: bằng chứng từ phóng xạ vết 210Pb và 137Cs. Tài nguyên và môi trường biển, tập XVI. Nxb KHTN và CN, Hà Nội, 2011.
20. Wijdeven B., 2002. Coastal erosion on a densely populated delta coast. Master's thesis, Delft University of Technology, 2002.
21. World Ocean Atlas, 2009. National Oceanographic Data Center. 30-03-2010. http://www.nodc.noaa.gov/OC5/WOA09/pr_woa09.html. Retrieved 19-5-2010
22. Van den Bergh, G.D., Boer, W., Schaapveld, M.A.S., Do Minh Duc, VanWeering, Tj.C.E., 2007. Recent sedimentation and sediment accumulation rates of the Ba Lat Prodelta (Red River, Vietnam). Journal of Asian Earth Sciences 29 (2007).

Abstract

APPLICATION NUMERICAL MODEL TO STUDY ON MORPHOLOGICAL CHANGE IN RED RIVER COASTAL AREA

This paper presents some results application of the integrated model (hydrodynamics-wave-sediment transport) based on Delft3d system model to study on morphological change in Red river delta (RRD) coastal area. The numerical model was validation/calibration by measured data and set up with differences scenarios to assess characteristics of morphological change as well as estimate role of wind, wave and tide on morphological change. The results showed that sediment source decided maximum deposition rate, it was more than in the rainy season (average of 2.215cm/month) compared with 0.03cm/month in the dry season. Wind-wave directions have different effect on sediment transport as well as morphological change in RRD coastal area. Wind-wave make and increase erosion trend in the dry season. In the rainy season, NE wind-wave is factor which cause decreased deposition in outer of Day mouth, coastal Hai Hau and make increase deposition rate in outer of Van Uc mouth. On other hand, wind-wave SE causes increase deposition in outer Day mouth, coastal Hai Hau and make a strong decrease deposition rate in outer of Van Uc mouth. Win-wave in all direction causes decrease deposition in Ba Lat and increase deposition rate in Tra Ly mouth. In the dry season, tidal oscillation makes decrease deposition rate, increase erosion rate in Ba Lat and Van Uc mouth. It also causes increase deposition rate in near coast of Ba Lat and Van Uc mouth. In coastal Hai Hau, tide (combined with wave) causes increase erosion in near coast.

Keywords: *numerical model, suspended sediment, morphological change, Red River delta*

Người phân biện: **TS. Nghiêm Tiên Lam**

BBT nhận bài: 25/10/2013

Phân biện xong: 7/11/2013