

ĐẶC ĐIỂM BIẾN ĐỘNG DÒNG CHẢY VÙNG VEN BỜ CHÂU THỔ SÔNG HỒNG - KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU TỪ MÔ HÌNH 3D

Vũ Duy Vinh*, Trần Đức Thạnh

Viện Tài nguyên và Môi trường biển-Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

*Email: vinhvd@imer.ac.vn

Ngày nhận bài: 6-1-2013

TÓM TẮT: Bài viết này trình bày các kết quả áp dụng mô hình toán học 3 chiều (3D) để nghiên cứu đặc điểm biến động dòng chảy ở vùng ven bờ châu thổ sông Hồng. Trong nghiên cứu này, một mô hình 3 chiều đã được thiết lập với 4 lớp độ sâu (hệ tọa độ σ). Số liệu đưa vào từ các biên mở phía biển có được thông qua sử dụng phương pháp lưới lồng (NESTING) cùng một mô hình tính rộng hơn ở phía ngoài. Mô hình đã được hiệu chỉnh kiểm chứng với số liệu đo mực nước tại Hòn Dấu và dòng chảy tại một số điểm (Ba Lạt, Nam Triệu) trong khu vực nghiên cứu. Các kết quả tính toán đã cho thấy các đặc điểm biến động theo không gian và thời gian của trường dòng chảy tổng hợp và dòng dư ở khu vực ven bờ châu thổ sông Hồng, trong đó đã chỉ ra các vai trò khác nhau của dao động mực nước - dòng triều, dòng chảy sông, trường gió - dòng gradien và dòng chảy mật độ (không tính đến vai trò của dòng chảy do sóng).

Từ khóa: Dòng chảy, mô hình, dòng dư, thủy động lực, ven bờ châu thổ sông Hồng.

MỞ ĐẦU

Vùng ven bờ châu thổ sông Hồng (CTSH) là nơi có điều kiện động lực phức tạp với sự ảnh hưởng và tương tác đồng của các yếu tố khác nhau như dòng chảy từ các sông đưa ra khá lớn, dao động mực nước (DĐMN) mang tính chất nhật triều điển hình, độ cao thủy triều cực đại có thể lên tới 4,0 m [5] và điều kiện sóng gió luôn biến đổi mạnh theo thời gian. Chế độ thủy động lực (TĐL) ở đây có vai trò rất quan trọng trong việc vận chuyển bùn cát, biến động địa hình cũng như khả năng phát tán các chất gây ô nhiễm từ vùng ven bờ ra phía ngoài biển [14, 15, 17]. Chính vì vậy, đặc điểm biến động dòng chảy ở khu vực này đã được quan tâm nghiên cứu ở nhiều khía cạnh khác nhau như phân tích từ số liệu đo đạc khảo sát và mô hình toán [7, 14, 16, 17]. Nghiên cứu này được thực trên cơ sở áp dụng một mô hình 3 chiều (3D) để mô phỏng các điều kiện TĐL ở

vùng ven bờ CTSH, qua đó đánh giá các đặc điểm biến động của dòng chảy theo không gian và thời gian ở khu vực.

TÀI LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

Khu vực nghiên cứu nằm trong khoảng tọa độ $19^{\circ}15'$ - $21^{\circ}00'$ vĩ độ Bắc và $105^{\circ}48'$ - $106^{\circ}57'$ kinh độ Đông, thuộc vùng biển ven bờ Tây vịnh Bắc Bộ, phía Bắc Việt Nam, cách Hà Nội khoảng 100 km về phía Đông. Đây là khu vực có chế độ thủy triều mang tính chất nhật triều đều với biên độ khá lớn. Độ dốc đáy biển tương đối lớn ở khu vực cửa Ba Lạt nhưng nhỏ ở vùng cửa Bạch Đằng và cửa Đáy. Khu vực chịu ảnh hưởng mạnh của các khối nước từ hệ thống sông Hồng-Thái Bình đưa ra, nhưng tải lượng nước phân phối không đều trong năm, chủ yếu tập trung vào các tháng mùa mưa [13, 14]. Khu vực này cũng chịu sự chi phối của hệ thống gió mùa Đông Bắc trong mùa khô và gió mùa Tây Nam trong mùa mưa.

Tài liệu.

Trong nghiên cứu này, các dữ liệu đã được thu thập xử lý khá đồng bộ và hệ thống:

Số liệu độ sâu và đường bờ của vùng ven bờ CTSH được số hóa từ các từ các bản đồ địa hình UTM hệ tọa độ địa lý VN 2000 tỷ lệ 1:50.000 và 1:25.000 do Cục Đo đạc Bản đồ (Bộ Tài nguyên và Môi trường Việt Nam) xuất bản năm 2005. Độ sâu của khu vực phía ngoài và cũng như vùng vịnh Bắc Bộ được sử dụng từ cơ sở dữ liệu GEBCO -1/8 của Trung tâm tư liệu Hải dương học Vương quốc Anh. Đây là số liệu địa hình có độ phân dải 0,5 phút được xử lý từ ảnh vệ tinh kết hợp với các số liệu đo sâu [8].

Số liệu khí tượng gồm các số liệu gió quan trắc trong nhiều năm ở Trạm Hải văn Hòn Dấu và Bạch Long Vĩ đã được thu thập và xử lý, trong đó có số liệu đo đạc với tần suất 6h/lần trong thời gian tháng 2-3 và tháng 7-8 năm 2009.

Số liệu về DDMN ở vùng ven bờ CTSH được thu thập để hiệu chỉnh mô hình và cung cấp cho các điều kiện biên mở phía biển. Số liệu mực nước để hiệu chỉnh mô hình là các kết quả đo đạc mực nước (1h/lần) tại Hòn Dấu trong nhiều năm. Các số liệu DDMN tại các biên mở phía biển cũng đã được thu thập xử lý để thiết lập các điều kiện biên mở phía biển của mô hình TDL. Tại các điểm biên mở gần bờ, các số liệu được thu thập xử lý dựa trên các kết quả quan trắc. Các hằng số điều hòa thủy triều ở phía ngoài xa bờ được thu thập từ cơ sở dữ liệu các hằng số điều hòa thủy triều FES2004 của LEGOS và CLS [6].

Số liệu về nhiệt độ và độ muối nước biển ở vùng cửa sông ven bờ CTSH và vịnh Bắc Bộ được thu thập từ các kết quả nghiên cứu liên quan trong khu vực. Ngoài ra, để sử dụng cho mô hình tính cho các điều kiện biên mở phía biển, số liệu nhiệt độ và độ muối nước biển được thu thập từ cơ sở dữ liệu WOA09 [18].

Số liệu dòng chảy đo đạc tại một số vị trí khảo sát trong khu vực nghiên cứu của một số đề tài dự án vùng cửa sông ven bờ CTSH cũng đã được thu thập xử lý để phục vụ hiệu chỉnh kiểm chứng độ tin cậy của mô hình TDL từ các đề tài hợp tác theo Nghị định thư Việt Nam-Bỉ.

“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” và đề tài Đề tài độc lập cấp Nhà nước “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”.

Phương pháp

Phương pháp GIS để số hóa và xử lý số liệu địa hình. Từ các bản đồ địa hình tỷ lệ 1:50.000 và 1 :25.000 do Cục Đo đạc Bản đồ xuất bản với hệ tọa độ UTM-VN2000 ở vùng ven bờ CTSH, đã sử dụng các phần mềm MapInfo và Arcview để số hóa và tạo thành các file địa hình số ở khu vực nghiên cứu. Các phần mềm GIS cũng được dùng để lồng ghép số liệu địa hình ở vùng ven biển với số liệu địa hình trong GEBCO -1/8 ở vùng ngoài khơi.

Phương pháp khai thác số liệu từ cơ sở dữ liệu nhiệt muối WOA09 và cơ sở dữ liệu thủy triều FES2004 nhằm cung cấp số liệu cần thiết để xác định các điều kiện biên mở nhiệt - muối cho mô hình TDL vùng ngoài khơi (với lưới tính thô) được lưu trữ ở dạng file Netcdf.

Phương pháp lưới lồng (NESTING) được sử dụng trong nghiên cứu này để tạo ra các điều kiện biên mở phía biển của mô hình. Để tạo các file số liệu cho điều kiện biên mở phía biển của mô hình với lưới chi tiết (cho vùng ven bờ CTSH), một mô hình với lưới thô hơn cùng thời gian tính toán, cùng kiểu lưới tính ở phía ngoài vùng này đã được thiết lập. Mô hình lưới thô có kích thước 424×150 điểm tính và sử dụng hệ lưới cong trục giao. Các ô lưới có kích thước biến đổi từ 379,3 - 1.376,5 m. Theo chiều thẳng đứng, mô hình này được chia thành 4 lớp độ sâu trong hệ tọa độ σ . Biên mở biển của mô hình này được chia thành nhiều đoạn khác nhau, mỗi đoạn sử dụng các hằng số điều hòa trong FES2004 và số liệu nhiệt muối trung bình tháng trong cơ sở dữ liệu WOA09 [18].

Phương pháp ứng dụng mô hình toán

Các điều kiện TDL được mô hình hóa bằng module Delft3d-Flow trong hệ thống mô hình Delft3d của Hà Lan. Mô hình này có thể mô phỏng tốt điều kiện TDL-sóng, vận chuyển bùn cát ở vùng cửa sông ven bờ [2].

Mô hình TDL cho khu vực cửa sông ven bờ CTSH sử dụng hệ lưới cong trục giao có phạm vi vùng tính bao gồm các vùng nước của các cửa sông Bạch Đằng, Cấm, Lạch Tray, Văn Úc, Thái Bình, Trà Lý, Ba Lạt, Ninh Cơ và Đáy và phía ngoài các cửa sông này. Miền tính có 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 18.357 km² được chia thành 617 × 235 điểm tính, kích thước các ô lưới biến đổi từ 187 m đến 750 m. Theo chiều thẳng đứng, toàn bộ cột nước được chia làm 4 lớp độ sâu theo hệ tọa độ σ . Lưới độ sâu được thiết lập trên cơ sở lưới tính và bản đồ địa hình của khu vực. Mô hình được thiết lập và tính đến cả các quá trình nhiệt-muối và ảnh hưởng của sóng.

Mô hình TDL được thiết lập và chạy với các mùa đặc trưng trong năm: mùa mưa (tháng 7-8 năm 2009); mùa khô (tháng 2- 3 năm 2009). Bước thời gian chạy của mô hình là 0,5 phút.

Điều kiện ban đầu của các kịch bản hiện trạng là các kết quả tính toán sau ngày cuối trong các file restart của tháng 2 (mùa khô) và tháng 7 (mùa mưa). Số liệu để cung cấp cho các biên mở phía biển 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 timeserial với tần suất 1h/lần. Đối với các biên sông, số liệu độ muối và nhiệt độ cho điều kiện biên là các đặc trưng trung bình tháng. Lưu lượng nước sử dụng cho các điều kiện biên sông là các chuỗi số liệu được tính toán từ số liệu đo với tần suất 1h/lần.

Các kết quả tính toán của mô hình như mực nước (tại Hòn Dấu) và dòng chảy (tại Ba Lạt và Nam Triệu) đã được hiệu chỉnh và kiểm chứng thông qua việc so sánh với số liệu quan trắc trong thời gian tương ứng. 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. 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 0,22 m và 0,20 m. 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 là phù hợp [17].

ĐẶC ĐIỂM BIẾN ĐỘNG CỦA TRƯỜNG DÒNG CHẢY VÙNG VEN BỜ CHÂU THỔ SÔNG HỒNG

Biến động của trường dòng chảy theo không gian

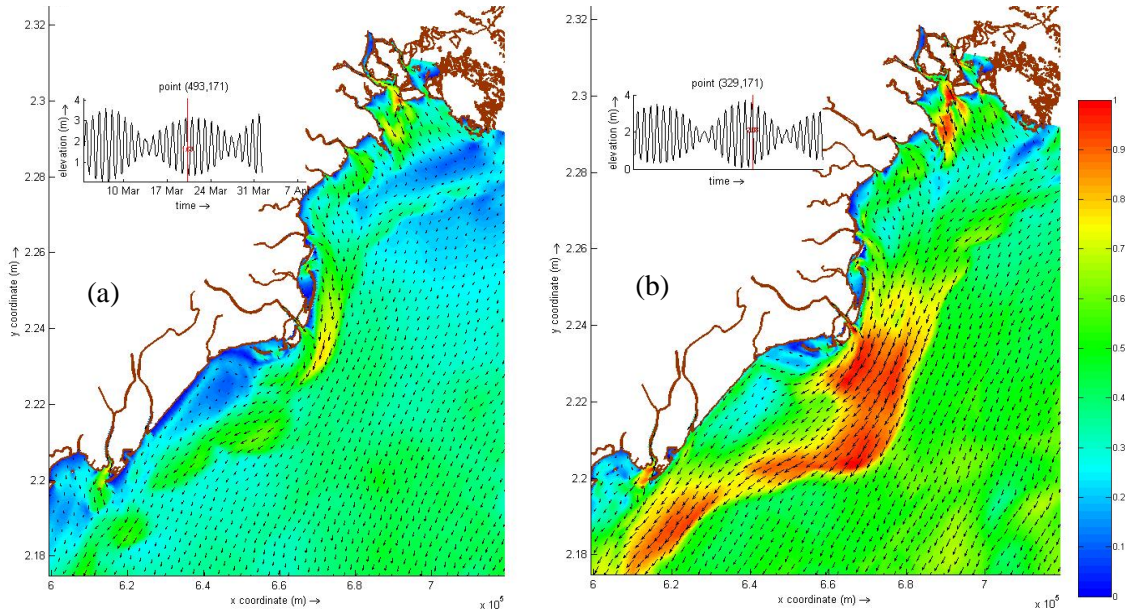
Trường dòng chảy vùng ven bờ CTSH luôn biến động theo không gian. Những khu vực có vận tốc dòng chảy lớn là phía ngoài cửa Nam Triệu, Văn Úc, Ba Lạt và cửa Đáy. Tại đây, giá trị vận tốc dòng chảy phổ biến dao động trong khoảng 0,4 - 0,7 m/s, trong các thời điểm chuyển tiếp giữa pha triều lên hoặc triều xuống, giá trị vận tốc dòng chảy có thể lên tới trên 0,8 m/s. Các khu vực có giá trị vận tốc dòng chảy nhỏ (dưới 0,2 m) là vùng nước sát bờ và xa các cửa sông. Vào các thời điểm nước ròng, vẫn xuất hiện dòng chảy nhưng chỉ tập trung ở sát khu vực cửa sông phía trong với vận tốc phổ biến 0,3 - 0,5 m/s vào mùa khô và 0,4 - 0,7 m/s vào mùa mưa. Trường dòng chảy vào thời điểm nước lớn có giá trị vận tốc khá nhỏ và chủ yếu xuất hiện ở vùng phía trong cửa sông với hướng từ biển vào sông.

Hướng dòng chảy biến động theo pha dao động của mực nước với hai hướng chủ đạo: trong pha triều lên do sự xâm nhập của các khối nước biển vào phía trong nên dòng chảy có hướng chủ đạo là từ phía ngoài biển vào trong sông; ngược lại trong pha triều xuống, hướng dòng chảy chủ yếu từ trong sông ra phía ngoài biển. Ngoài ra, ở vùng ven bờ phía ngoài, dòng chảy có hướng chủ đạo là dọc bờ (hình 1). Vận tốc dòng chảy cũng có xu hướng tăng dần từ phía ngoài biển vào cửa sông trong pha triều lên và giảm dần từ sông ra phía ngoài biển trong pha triều xuống.

Phân bố theo không gian của trường dòng chảy cũng thể hiện ảnh hưởng do biến động mùa của tải lượng nước sông đưa ra. Phạm vi ảnh hưởng của các khối nước và dòng vật chất từ sông đưa ra vùng ven bờ khá mạnh và rộng lớn vào mùa mưa (hình 1-b). Trong mùa khô,

do tải lượng nước đưa ra biển nhỏ lên vận tốc dòng chảy ở vùng cửa sông và ven bờ nhỏ hơn

so với mùa mưa (hình 1-a), thể hiện rõ hơn vào pha triều xuống.



Hình 1. Phân bố trường dòng chảy tổng hợp vùng ven bờ CTSH (a- triều xuống-tầng mặt mùa khô; b- triều xuống - tầng mặt mùa mưa)

Do độ sâu không lớn nên, sự phân tầng của trường dòng chảy vùng ven bờ CTSH khá nhỏ. Tính toán và phân tích cho thấy sự phân tầng của dòng chảy tăng dần từ vùng cửa sông ra vùng biển phía ngoài, nơi có độ sâu lớn hơn. Chênh lệch về giá trị vận tốc dòng chảy giữa các tầng và sự khác biệt về hướng chủ yếu xuất hiện vào khoảng đầu pha triều lên hoặc triều xuống. Sự phân tầng dòng chảy cũng mạnh hơn trong những ngày triều cường (chênh lệch khoảng 0,2 - 0,6 m/s giữa tầng mặt và tầng đáy) và mùa mưa (so với mùa khô).

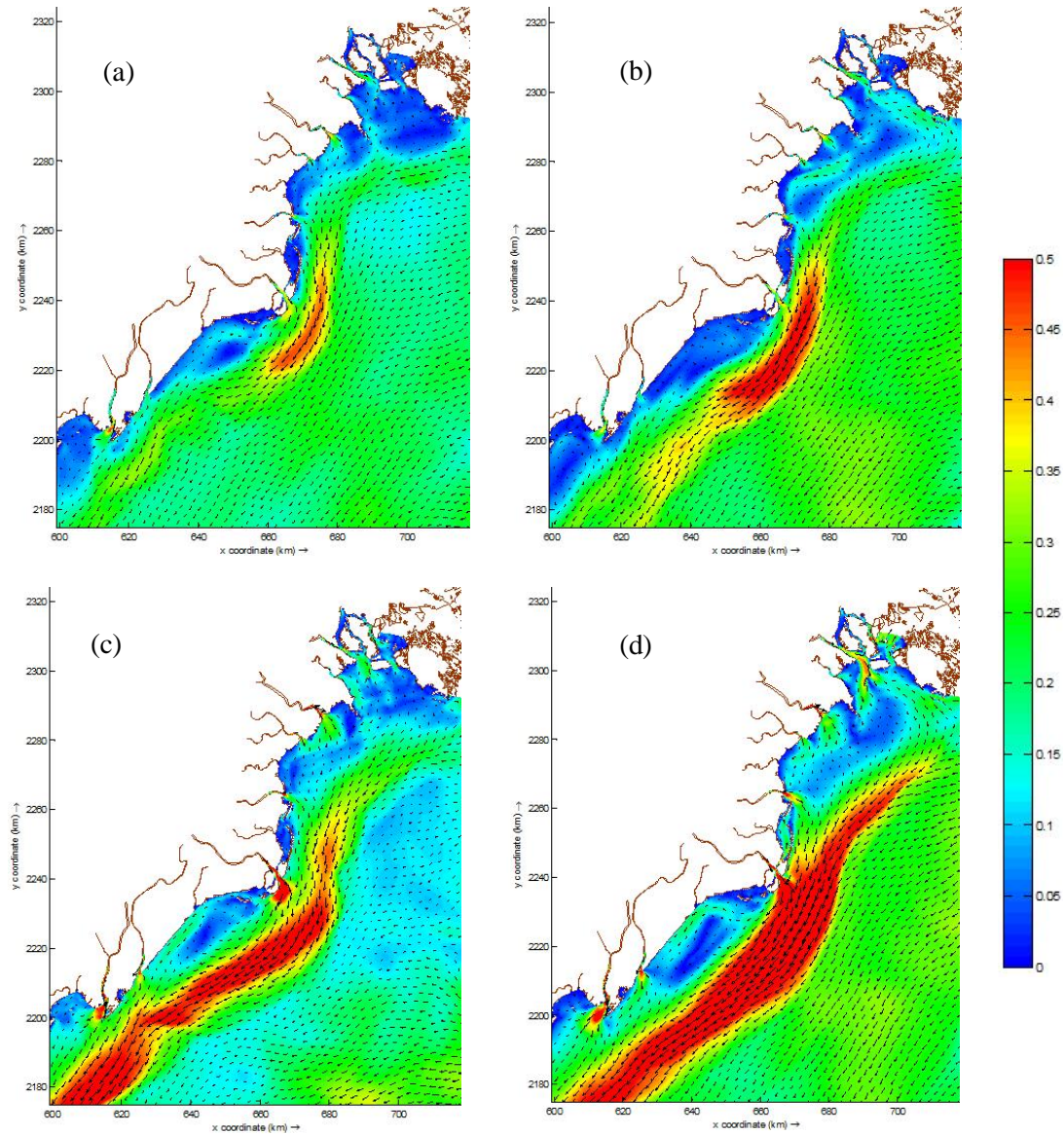
Trong những ngày triều kém, biến động của trường dòng chảy tổng hợp cũng tương tự như trong những ngày triều cường nhưng giá trị vận tốc cực đại ở khu vực phía trong các cửa sông thường có giá trị nhỏ hơn (khoảng 30-60%). Phân bố theo không gian của trường dòng chảy đồng nhất hơn vào những ngày triều kém và chênh lệch giá trị vận tốc lớn ở một số khu vực cục bộ so với nền chung nhỏ hơn so với những ngày triều cường. Vào pha triều lên, trường dòng chảy hướng vào các cửa sông có giá trị rất nhỏ (dưới 0,2 m/s) so với ngày triều cường. Trong khi đó, vào thời điểm nước lớn của ngày

triều kém, dòng chảy hướng ra phía ngoài vẫn có giá trị khá lớn (khoảng 0,1 - 0,3 m/s) ở phía ngoài biển.

Thành phần dòng dư (residual current) có vai trò rất quan trọng quyết định xu hướng vận chuyển vật chất của mỗi thủy vực [1, 9]. Trong vùng nghiên cứu, các thành phần dòng dư đều có xu hướng di chuyển về phía Tây Nam trong cả mùa mưa và mùa khô (hình 2). Vận tốc dòng dư giảm mạnh từ mặt xuống đáy, phổ biến trong khoảng 0,1 - 0,3 m/s (tầng mặt) và 0,05 - 0,15 m/s (tầng đáy). Khu vực có vận tốc dòng dư lớn thường nằm trong khoảng độ sâu khoảng 10 - 25 m với giá trị 0,3 - 0,5 m/s. Đây cũng là khu vực tập trung sự di chuyển của các khối nước sông sau khi đi ra khỏi cửa sông dưới sự ảnh hưởng của hiệu ứng Coriolis ở vùng bắc bán cầu [1, 11]. Những nghiên cứu về động thái phát triển của các khối nước sông đã được thực hiện bằng các mô hình toán ở vùng có biên độ triều nhỏ [3,4] và ở vùng ảnh hưởng thủy triều mạnh [10], đã chỉ ra rằng các khối nước sông đưa trước hết sẽ được mở rộng về phía biển và sau đó dịch chuyển về phía bên phải (ở vùng bắc bán cầu). Trước khi khối nước

sông quay trở lại vùng ven bờ, chúng chệch hướng tạo thành một vệt nước sông ven bờ. Ở vùng ven bờ CTSH có hai yếu tố chính ảnh hưởng quyết định đến cường độ và hướng di chuyển của dòng dư là ứng suất gió và các khối nước từ sông đưa ra. Sự di chuyển của dòng dư về phía Tây Nam trong mùa mưa (ngược với hướng gió Nam, Tây Nam) đã thể hiện ưu thế quyết định của các khối nước sông đến thành

phần dòng dư ở vùng ven bờ so với ảnh hưởng của ứng suất gió (hình 2-c, d). Trong khi đó, mặc dù được tăng cường hơn (do trùng với hướng gió) nhưng vận tốc dòng dư mùa khô nhỏ hơn rõ rệt so với mùa mưa, do vai trò của các khối nước sông suy giảm mạnh (hình 2-a, b). Những kết quả đánh giá này khá phù hợp với nghiên cứu liên quan đã có về dòng dư ở khu vực này [7, 16].



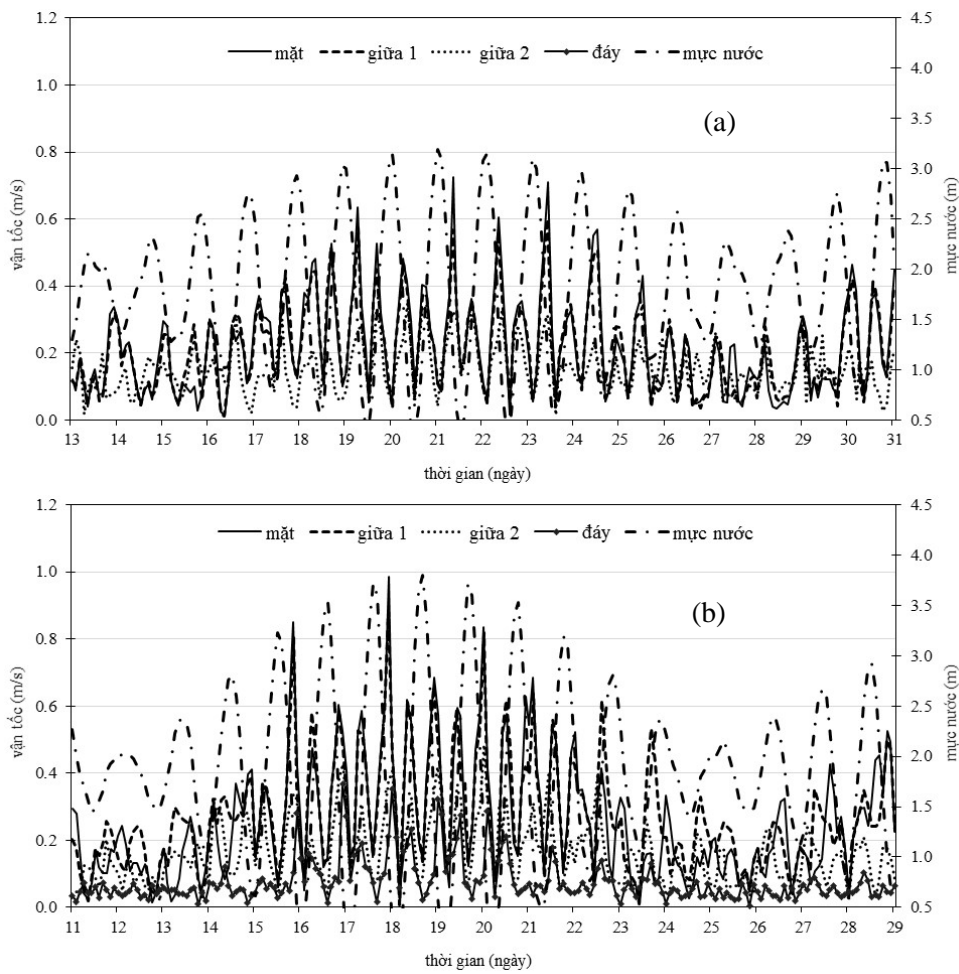
Hình 2. Phân bố dòng dư vùng ven bờ CTSH trong mùa khô (Mùa khô: a-tầng mặt, triều cường; b- tầng mặt, triều kém; Mùa mưa: c-tầng mặt, triều cường; d- tầng mặt, triều kém)

Các kết quả tính toán cũng cho thấy trong những ngày triều kém, vận tốc dòng dư thường có giá trị lớn hơn vào những ngày triều cường. Vùng nước có vận tốc dòng dư lớn cũng được mở rộng hơn vào những ngày triều kém (hình 2).

Biến động theo thời gian

Các kết quả phân tích cho thấy biến động của giá trị vận tốc dòng chảy tổng hợp ở các khu vực khác nhau trong vùng nghiên cứu đều phụ thuộc chặt chẽ vào ĐDMN triều. Trong một chu kỳ triều thường xuất hiện bốn cực trị

vận tốc dòng chảy: hai cực đại và hai cực tiểu. Cực đại dòng vào nửa cuối của pha triều xuống lớn hơn cực đại dòng ở nửa đầu pha triều lên. Có thể giải thích điều này do sự tăng cường của dòng sông đối với dòng chảy tổng hợp trong pha triều xuống và cũng do vậy mà vận tốc dòng chảy vào mùa mưa thường lớn hơn mùa khô khoảng 0,1 - 0,3 m/s. Độ lớn dòng chảy và chênh lệch giữa các tầng cũng thường có giá trị lớn hơn ở những ngày triều cường và nhỏ hơn vào những ngày triều kém. Tuy nhiên, sự biến động theo thời gian của dòng chảy ở mỗi khu vực lại có những đặc trưng riêng.



Hình 3. Biến động vận tốc dòng chảy và mực nước khu vực phía ngoài cửa Bạch Đằng (a-tháng 3/2009; b- tháng 8/2009)

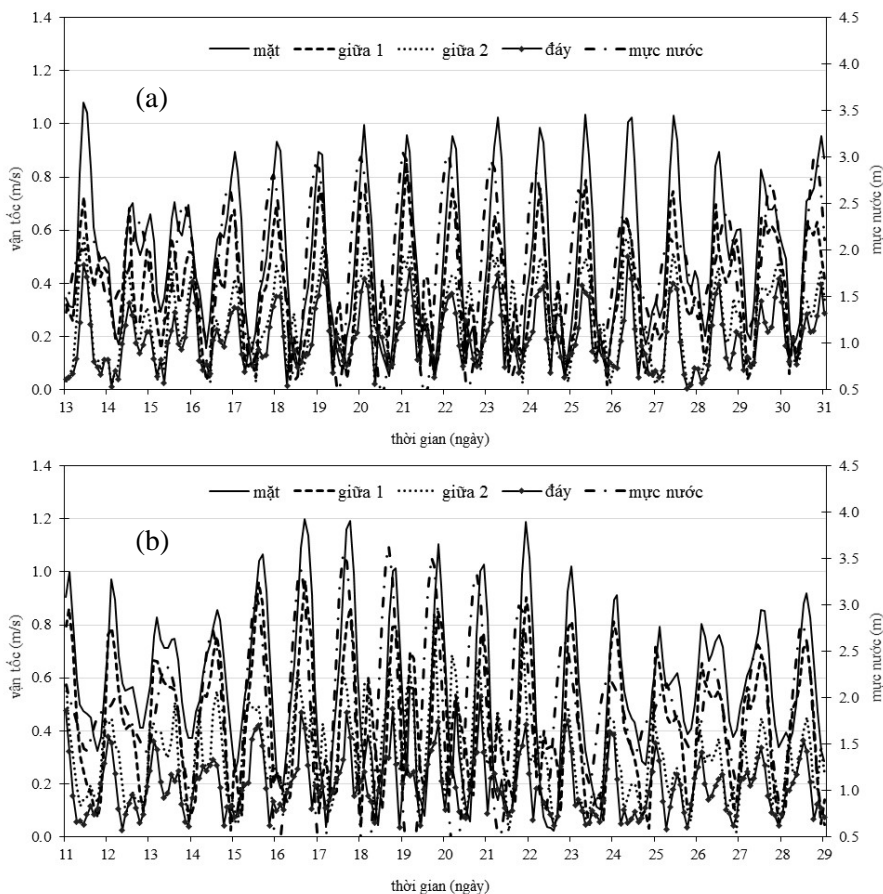
Khu vực cửa Bạch Đằng có hình thái giống như dạng vịnh nửa kín [12]. Vào mùa khô, tại một số thời điểm trong những ngày

triều cường, vận tốc dòng chảy phổ biến 0,2 - 0,5 m/s, có thể đạt giá trị 0,5 - 0,8 m/s và vào những ngày triều kém, vận tốc dòng chảy

không vượt quá 0,4 m/s (hình 3-a). Vào mùa mưa, vận tốc dòng chảy có giá trị lớn hơn, thường trong khoảng 0,55 - 0,9 m/s và dưới 0,4 m/s vào những ngày triều kém (hình 3-b). Ở đây, sự chênh lệch giá trị vận tốc dòng chảy giữa tầng mặt và đáy mùa khô phổ biến dưới 0,2 m/s, nhưng vào mùa mưa (đặc biệt là những ngày triều cường), chênh lệch này lớn hơn 0,3 m/s. Khoảng thời gian vận tốc dòng chảy lớn và nhỏ vào mùa khô khá cân bằng, nhưng trong mùa mưa thời gian dòng chảy có vận tốc lớn vào kỳ triều xuống khá dài, đến gần thời điểm nước ròng. Điều này thể hiện ảnh hưởng của các khối nước sông vào mùa mưa [15].

Khu vực phía ngoài cửa Ba Lạt là vùng biển thoáng và dòng chảy ở đây không chỉ chịu ảnh hưởng của các khối nước từ sông đưa ra mà còn có vai trò của dòng dọc bờ. Do vậy, mặc dù biến động dòng chảy theo thời gian vẫn

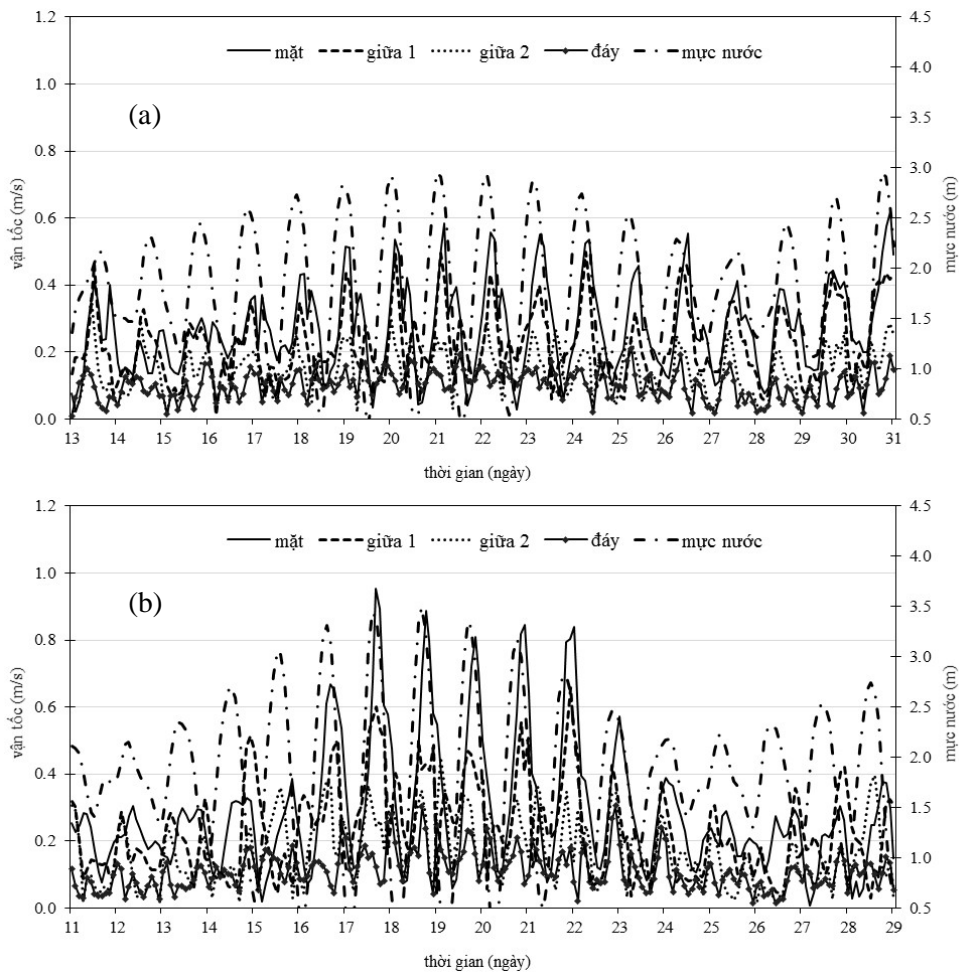
thể hiện xu hướng chung của toàn vùng nhưng cũng có những đặc điểm khác so với khu vực cửa Bạch Đằng. Vận tốc dòng chảy ở đây cả trong mùa mưa và khô đều lớn hơn ở cửa Bạch Đằng. Mặc dù vẫn có sự chênh lệch đáng kể về dòng chảy giữa những ngày triều cường và triều kém nhưng đã giảm mạnh; tốc độ dòng chảy mạnh nhất trong những ngày triều kém hầu hết đều lớn hơn 0,6 m/s. Cực đại dòng chảy thường xuất hiện sau thời điểm nước lớn khoảng 2-4 giờ, trong khi cực tiểu dòng chảy xuất hiện sau thời điểm nước ròng khoảng 2-5 giờ. Sự chênh lệch giá trị vận tốc dòng chảy giữa tầng mặt và đáy trong mùa mưa cũng lớn hơn so với mùa khô và cả hai mùa đều lớn hơn so với khu vực cửa Bạch Đằng. Vào những ngày triều cường mùa mưa, sự phân tầng của dòng chảy tăng lên, chênh lệch tầng mặt và đáy có thể 0,4 - 0,6 m/s (hình 4).



Hình 4. Biến động vận tốc dòng chảy và mực nước khu vực phía ngoài cửa Ba Lạt (a-tháng 3/2009; b- tháng 8/2009)

Đặc điểm biến động dòng chảy ở khu vực phía ngoài cửa Đáy theo thời gian có phần giống với khu vực cửa Ba Lạt hơn so với khu vực cửa Bạch Đằng, do dòng chảy ở đây không chỉ chịu tác động của các khối nước sông đưa ra mà còn tương tác với dòng dọc bờ từ phía cửa Ba Lạt đưa xuống. Tuy nhiên, giá trị vận tốc dòng chảy ở khu vực này nhỏ hơn so với khu vực cửa Ba Lạt, trong khoảng 0,2 - 0,6 m/s vào mùa khô và 0,2 - 0,8 m/s vào mùa mưa.

Vận tốc dòng chảy lớn nhất vẫn xuất hiện sau thời điểm nước lớn giống cửa Ba Lạt, nhưng xuất hiện chậm hơn (sau thời điểm nước lớn khoảng 3-6 giờ). Đáng chú ý là trong mùa mưa dòng chảy cực đại ở khu vực cửa Đáy thường xuất hiện sau thời điểm nước lớn sớm hơn 2-3 giờ so với mùa khô, thể hiện sự ảnh hưởng tăng cường của khối nước dọc bờ từ phía cửa Ba Lạt di chuyển xuống (hình 5).



Hình 5. Biến động vận tốc dòng chảy và mực nước khu vực phía ngoài cửa Đáy (a- tháng 3/2009; b- tháng 8/2009)

KẾT LUẬN

Phân bố và biến động theo không gian và thời gian của trường dòng chảy tổng hợp ở vùng ven bờ CTSH phụ thuộc chặt chẽ vào ĐDMN triều và biến động theo mùa của nguồn

sông đưa ra. Dòng chảy tổng hợp luôn biến động theo pha ĐDMN triều, tuy nhiên do đặc điểm hình thái địa hình khác nhau nên vai trò của ĐDMN đến biến động dòng chảy có sự khác biệt đáng kể giữa các khu vực ven bờ phía Đông Bắc và Tây Nam cửa Ba Lạt.

Sự phân tầng về giá trị vận tốc dòng chảy tăng dần từ khu vực cửa sông (nơi có độ sâu nhỏ) ra khu vực phía ngoài, giảm dần từ khu vực cửa Ba Lạt lên phía khu vực cửa Bạch Đằng ở phía Đông Bắc và xuống khu vực cửa Đáy ở phía Tây Nam. Theo thời gian, sự phân tầng diễn ra mạnh mẽ hơn vào mùa mưa và những ngày triều cường.

Các khối nước từ sông Hồng-Thái Bình có vai trò quan trọng hơn ứng suất gió đến thành phần dòng dư ở vùng ven bờ CTSH. Dòng dư có xu hướng di chuyển về phía Tây Nam trong cả hai mùa (mùa mưa và khô) và phổ biến trong khoảng 0,1 - 0,3 m/s (tầng mặt) và 0,05-0,15 m/s (tầng đáy). Khu vực xuất hiện vận tốc dòng dư lớn thường nằm vùng nước có độ sâu khoảng 10 - 25 m ở phía Nam cửa Ba Lạt. Giá trị vận tốc dòng dư lớn hơn vào mùa mưa và những ngày triều kém.

Lời cảm ơn: Bài báo này là một phần kết quả của đề tài hợp tác nghiên cứu giữa Viện Tài nguyên và Môi trường biển và Viện Nghiên cứu vì sự phát triển Pháp, đề tài VAST.HTQT.Pháp.01/14-15. Các tác giả xin chân thành cảm ơn sự hỗ trợ quý báu đó.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Azam, M. H., Elshorbagy, W.; Ichikawa, I.; Terasawa, T.; and Taguchi, K., 2006. 3D model application to study residual flow Arabian Gulf. *Ej. Wtrwy., Port, Coastal and Ocean Engineering*, 132, issue 5, 388-400.
2. *Delft Hydraulics*, 2003. *Delft3D-FLOW User Manual; Delft 3D-WAVE User Manual*.
3. Chao S., 1988. River-forced estuarine plumes. *J Phys Oceanogr* 18: 72-88.
4. Kourafalou V, Oey L, Wang J, Lee T., 1996. The fate of river discharge on the continental shelf modeling the river plume and the inner shelf coastal current. *J Geophys Res* 101: 3,415-3,434.
5. Phạm Văn Huân, Nguyễn Tài Hoi, 2007. Dao động mực nước biển ven bờ Việt Nam. *Tạp chí Khí tượng thủy văn*, số 556, tháng 4 - 2007. Tr. 30-37
6. Lyard F., F. Lefevre, T. Letellier, and O. Francis, 2006. Modelling the global ocean tides: modern insights from FES2004. *Ocean Dynamics*, 56: 394-415.
7. Manh D, Yanagi T, 2000. A study on the residual flow in the gulf of tonkin. *J Oceanogr* 56: 59-68.
8. Jone M. T., Raymond N., Cramer R. N., 2009. User Guide to the centenary edition of the GEBCO digital atlas and its datasets. Natural environment research council.
9. Murphy, P.L. and Valle Levinson A., 2008. Tidal and residual circulation in the St. Andrew Bay system, Florida. *Continental shelf Research*, 28, 2,678-2,688.
10. Ruddick K, Deleersnijder E, Luyten P, Ozer J., 1995. Haline stratification in the rhinemeuse freshwater plume: A three-dimensional model sensitivity analysis. *Cont Shelf Res* 15: 1,597-1,630.
11. Pedlosky J., 1987. *Geophysical Fluid Dynamics*, Springer, New York.
12. Trần Đức Thanh, Nguyễn Hữu Cử, Đinh Văn Huy, Bùi 15i Văn Vương, 2007. Các thủy vực ven bờ biển Việt Nam. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ biển*, 7(1): 64-79.
13. Trần Đức Thanh, Vũ Duy Vĩnh, Yoshiki Saito, Đỗ Đình Chiến, Trần Anh Tú, 2008. Bước đầu đánh giá ảnh hưởng của đập Hòa Bình đến môi trường trầm tích ven bờ châu thổ sông Hồng. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Biển*, Tập 8, số 3. Tr. 1-16.
14. Vũ Duy Vĩnh, Nguyễn Đức Cự, Trần Đức Thanh, 2011. Ảnh hưởng của đập Hòa Bình đến phân bố trầm tích lơ lửng vùng ven bờ châu thổ sông Hồng. *Kỷ yếu Hội nghị Khoa học và Công nghệ biển lần thứ 5, tập 3. Địa chất, Địa lý- Địa vật lý*. Nxb. Khoa học tự nhiên và Công Nghệ. Tr. 465-475.
15. Vũ Duy Vĩnh, Trần Đức Thanh, 2012. Ứng dụng mô hình toán nghiên cứu vùng đục cực đại ở khu vực cửa sông Bạch Đằng. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ biển*, Tập 12, số 3. Tr. 1-12.
16. Vũ Duy Vĩnh, Katrijn Baetens, Patrick Luyten, Trần Anh Tú, Nguyễn Thị Kim Anh, 2013. Ảnh hưởng của gió bề mặt đến phân bố độ mặn và hoàn lưu vùng ven bờ châu

- thỏ sông Hồng. Tạp chí Khoa học và Công nghệ biển, Tập 13, số 1. Tr. 12-20.
17. Vũ Duy Vinh, Bùi Văn Vượng, 2013. Ảnh hưởng của một số yếu tố khí tượng hải văn đến biến động địa hình đáy vùng ven bờ châu thổ Sông Hồng. Kỷ yếu Hội thảo Hội nghị khoa học địa chất biển toàn quốc lần thứ 2. Nxb. Khoa học tự nhiên và Công Nghệ. Tr. 285-294.
18. *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.

CHARACTERISTICS OF CURRENT VARIATION IN THE COASTAL AREA OF RED RIVER DELTA - RESULTS OF RESEARCH USING THE 3D NUMERICAL MODEL

Vu Duy Vinh, Tran Duc Thanh

Institute of Marine Environment and Resources - VAST

ABSTRACT: *This paper presents some results of three dimension (3D) modelling application to research characteristics of field current variation in the coastal area of Red River Delta. In the study, a 3D numerical model was set up with four vertical layers (σ coordinate system). The open sea boundary conditions of hydrodynamics model have been obtained by NESTING method from the same 1 model for the larger marine region. Hydrodynamics model was calibrated and validated by measured data of water levels in Hon Dau National Hydrographic Station and data of currents in other sites (Ba Lat and Nam Trieu). In the studied results the temporal and spatial variation of total currents and residual currents in the coastal area of Red River Delta are obtained, in which the different roles of tidal oscillations-tide currents, fresh water from river mouths, wind stress-gradient currents and density currents were recorded (the roles of wave induced currents are ignored).*

Keywords: *currents, modelling, residual currents, hydrodynamics, coastal area of Red River Delta.*