

# ẢNH HƯỞNG CỦA GIÓ BỀ MẶT ĐẾN PHÂN BỐ ĐỘ MẶN VÀ HOÀN LƯU VÙNG VEN BỜ CHÂU THỔ SÔNG HỒNG

Vũ Duy Vĩnh<sup>1</sup>, Katrijn Baetens<sup>2</sup>, Patrick Luyten<sup>2</sup>, Trần Anh Tú<sup>1</sup>, Nguyễn Thị Kim Anh<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Viện Tài nguyên và Môi trường Biển-Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

<sup>2</sup>Ban Điều hành Mô hình toán Biển Bắc, Viện Khoa học Tự nhiên Hoàng gia Bỉ

Địa chỉ: Vũ Duy Vĩnh, Viện Tài nguyên và Môi trường Biển,  
246 Đà Nẵng, Cầu Tre, Ngõ Quyền, Hải Phòng, Việt Nam. E-mail: vinhvd@imer.ac.vn

Ngày nhận bài: 20-6-2012

## TÓM TẮT

Bài viết này trình bày các kết quả áp dụng mô hình vật lý - thủy động lực cho vùng ven bờ châu thổ sông Hồng. Đây là mô hình phát triển với mã nguồn mở COHERENS V2.0 - một mô hình 3 chiều có thể áp dụng cho vùng ven bờ và thềm lục địa dựa trên phương pháp phần tử hữu hạn. Các kết quả tính toán với 10 kịch bản khác nhau đã cho thấy vai trò của điều kiện gió kết hợp với thủy triều và tải lượng nước sông đến phân bố độ mặn và hoàn lưu ven bờ ở khu vực này. Theo đó trường gió trong mùa khô làm tăng cường vận tốc dòng chảy dư xuống phía Tây Nam, tăng sự xâm nhập mặn vào vùng ven bờ và gradient độ mặn theo phương thẳng đứng. Trong khi đó vào mùa mưa, trường gió làm tăng cường sự vận chuyển khối nước từ sông ra phía ngoài, tăng phạm vi ảnh hưởng của khối nước sông ở lớp nước bề mặt và ảnh hưởng của nước biển ở tầng đáy vào vùng ven bờ.

## MỞ ĐẦU

Vùng ven bờ châu thổ sông Hồng (CTSH) có một vị trí rất quan trọng trong sự phát triển kinh tế xã hội ở Việt Nam. Với vị trí thuận lợi trong mối quan hệ với tam giác phát triển Hải Phòng - Hà Nội - Quảng Ninh và nguồn tài nguyên biển phong phú, khu vực này trở thành một trong những nơi phát triển kinh tế năng động ở nước ta. Tuy nhiên sự phát triển kinh tế - xã hội đã và đang gây ra những sức ép lớn đối với môi trường tự nhiên tại khu vực này [17]. Nghiên cứu về môi trường biển ở khu vực này đã được thực hiện từ nhiều góc độ khác nhau, trong đó có phương pháp tiếp cận từ các mô hình toán học để nghiên cứu các quá trình động lực nhằm tăng cường sự hiểu biết về các quá trình này trong mối liên hệ với các điều kiện môi trường khác. Nghiên cứu về điều kiện động lực và môi trường ở vùng ven bờ châu thổ sông Hồng cũng đã nhận được sự quan tâm của các tác giả trong và ngoài nước ở cả quy mô

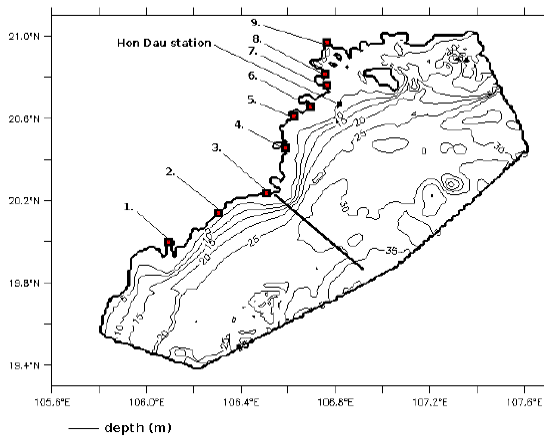
nhỏ [20, 21, 22, 23, 24] và quy mô lớn [13, 19, 25]. Bài viết này đưa ra một số kết quả nghiên cứu ở quy mô vừa về ảnh hưởng của trường gió bề mặt đến phân bố độ mặn và hoàn lưu vùng ven bờ châu thổ sông Hồng thông qua việc sử dụng mô hình COHERENS.

## TÀI LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

Khu vực nghiên cứu nằm ở vùng biển ven bờ phía Tây vịnh Bắc bộ, trong hệ tọa độ 19,3 - 21,01 độ vĩ bắc và 105,6 - 107,71 độ kinh đông. Vùng biển có đặc điểm thủy triều mang tính chất nhật triều đều với biên độ khá lớn. Độ dốc đáy biển nhỏ và độ sâu lớn nhất khoảng 40m. 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 mà chủ yếu tập trung vào các tháng mùa mưa. Khu vực này cũng chịu sự chi phối của hệ thống gió mùa Đông Bắc trong mùa khô và gió mùa Đông Nam trong mùa mưa.

## Mô hình COHERENS

COHERENS (COupled Hydrodynamical Ecological model for REgional Shelf) là mô hình thủy động lực 3 chiều cho vùng biển và thềm lục địa [11]. Mô hình này sử dụng các hệ tọa độ khác nhau. Tuy nhiên trong nghiên cứu này chúng tôi lựa chọn hệ tọa độ cầu. Hệ tọa độ theo phương thẳng đứng của mô hình được xác định theo hệ tọa độ  $\sigma$  [14] với 20 lớp. Độ sâu của mô hình được xử lý từ các bản đồ địa hình cho vùng ven bờ và số liệu từ cơ sở dữ liệu địa hình GEBCO [10] ở phía ngoài và các bản đồ địa hình tỷ lệ 1 : 50.000 ở ven bờ. Lưới tính của mô hình cho vùng ven bờ châu thổ sông Hồng là lưới chữ nhật với độ phân giải 0,01 độ. Mô hình gồm các biên mở phía biển và các biên sông.



**Hình 1.** Độ sâu và vị trí các biên mở, biên sông của mô hình

Các phương trình sử dụng cho mô hình thủy động lực khu vực này là phương trình liên tục, phương trình động lượng (momentum equations) và phương trình liên tục cho độ mặn. Các phương trình này xuất phát từ phương pháp xấp xỉ Boussinesq với giả thiết là áp suất thủy tĩnh, các thành phần bình lưu của vận tốc quay của trái đất được bỏ qua. Mỗi liên hệ giữa mật độ nước, độ muối và nhiệt độ được xác định bằng phương trình trạng thái tham khảo theo phương pháp của McDougall [9]. Đây là phương pháp đã được các tác giả khác ứng dụng trong mô hình COHERENS và cho kết quả chính xác hơn phương trình trạng thái quốc tế được sử dụng trong một số mô hình khác của UNESCO 1980 [18] và có hiệu quả tính toán cao. Điều kiện nhiệt - muối của mô hình ở các biên mở sông sử dụng số liệu quan trắc, và ở các biên mở biển sử dụng số liệu đặc trưng trung bình tháng trong cơ sở

dữ liệu World Ocean Atlas 2009 (WOA09) với phương pháp nội suy tuyến tính [26].

Thuật toán của mô hình số cho gradient áp suất thủy tĩnh (baroclinic pressure gradient) là hệ tọa độ  $\sigma$  truyền thống (bậc hai). Sơ đồ khép kín rời  $k$  được sử dụng cho mô hình.

Sơ đồ RANS (Reynolds Averaged Navier - Stokes) là mô hình HR82 của Hossain và Rodi [7]. Mô hình COHERENS cho vùng ven bờ CTSH tính tới thuật toán khô/ướt (drying and wetting algorithm) dựa trên mô hình hiện tại của Burchard và Bolding [2]. Mô hình này áp dụng một yếu tố khô tới điều kiện của phương trình động lượng khi độ sâu của cột nước giảm tới một giá trị nhỏ nhất xác định. Các giá trị tham số mặc định của mô hình và các phương trình cơ bản có thể xem chi tiết trong tài liệu của mô hình COHERENS [11]. Độ nhám đáy của mô hình áp dụng cho điều kiện địa phương của khu vực nghiên cứu là 0,0035m.

Phương pháp thiết lập các điều kiện biên mở biển của mô hình đã được thảo luận trong các nghiên cứu của Hedstrom [5] và Hirsch [6]. Việc áp dụng và điều chỉnh phương pháp này đã được tiến hành trong nghiên cứu của Roed và Cooper [15] với các điều kiện cụ thể địa phương trong việc giải phương trình vận chuyển. Pha và biên độ của các thành phần sóng triều chính ở các điểm biên gần bờ có sử dụng kết quả phân tích hàng số điều hòa thủy triều từ số liệu thực đo. Tại các điểm biên phía ngoài sử dụng số liệu pha và biên độ thủy triều từ cơ sở dữ liệu Fes2004 [12]. Việc nội suy được tiến hành bằng mô hình AG (Andersen-Gill) của Andersen [1].

**Bảng 1.** Lưu lượng nước trung bình ( $m^3/s$ ) tại các cửa sông ở khu vực nghiên cứu

Sông	Lưu lượng nước trung bình mùa	
	Mùa khô	Mùa mưa
Mông Dương (Cửa Ông)	120	300
Bạch Đằng-Cấm	252	1.505
Lạch Tray	55	525
Vân Úc	217	1.261
Thái Bình	96	560
Trà Lý	121	665
Ba Lạt	352	1.927
Ninh Cơ	88	483
Đáy	360	1.969

Đối với điều kiện biên sông, đã sử dụng các giá trị lưu lượng nước trung bình (mùa mưa và mùa khô) tại cửa 9 sông chính ở khu vực nghiên cứu là Cửa

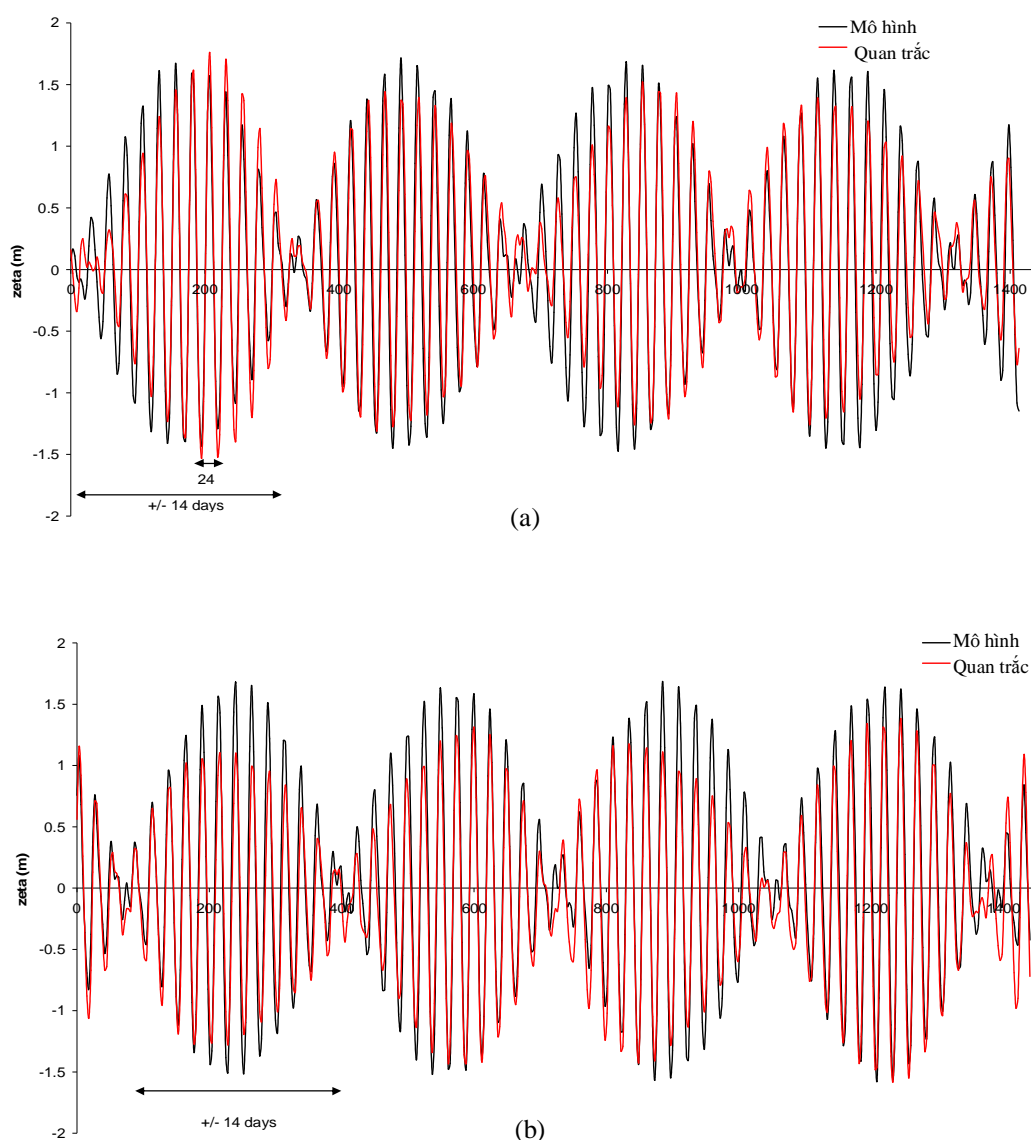
Ông, Cẩm-Bạch Đằng, Lạch Tray, Văn Úc, Thái Bình, Trà Lý, Ba Lạt, Ninh Cơ và Đáy (bảng 1). Các số liệu này được xử lý từ số liệu đo của nhiệm vụ hợp tác theo nghị định thư Việt Nam - Vương quốc Bỉ. Độ mặn của các sông này được sử dụng số liệu độ mặn trung bình trong thời gian quan trắc.

Mô hình được chạy với thời gian một tháng cho mỗi kịch bản, các điều kiện ban đầu của mô hình sử dụng kết quả sau 3 ngày chạy đầu tiên. Bước thời gian tính toán của mô hình là 20 giây. Điều kiện khí

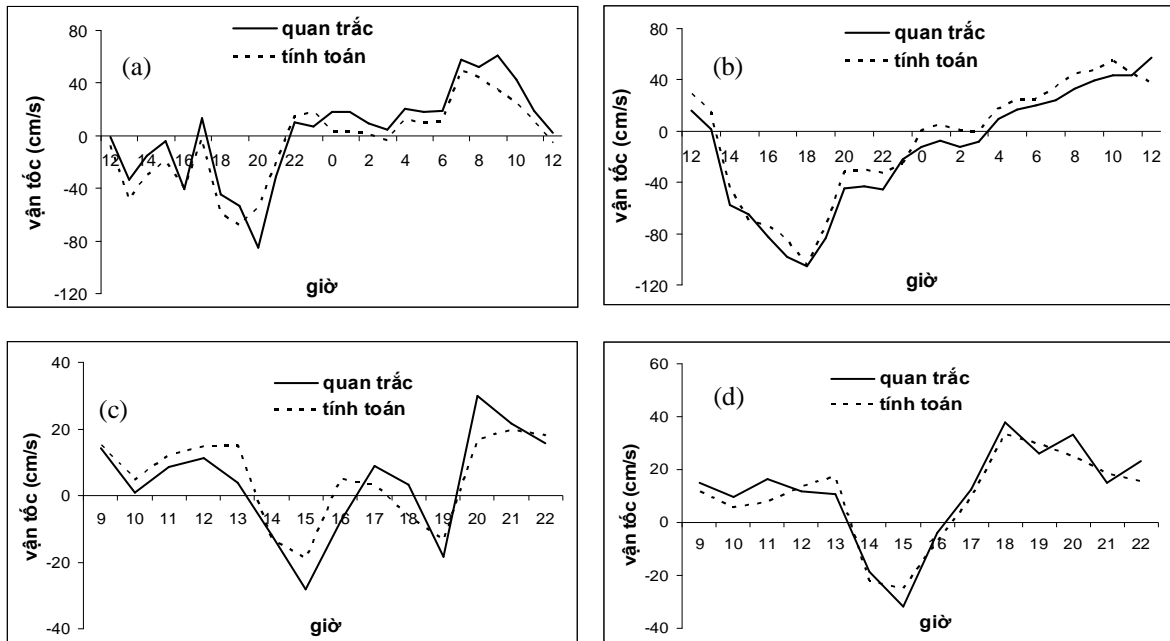
tượng dùng cho mô hình là số liệu gió thực đo tại trạm Hòn Dấu trong thời gian tính toán.

### Hiệu chỉnh và kiểm chứng kết quả của mô hình

Mô hình được hiệu chỉnh và kiểm chứng trong cả mùa mưa và mùa khô thông qua việc so sánh số liệu đo đặc mực nước tại Hòn Dấu, số liệu đo dòng chảy tại một số điểm trong khu vực nghiên cứu và kết quả tính toán từ mô hình. So sánh kết quả sau lần hiệu chỉnh cuối cho thấy sự phù hợp tương đối giữa tính toán và số liệu đo đặc (hình 2 và hình 3).



**Hình 2.** Dao động mực nước tính bằng mô hình và quan trắc tại Hòn Dấu (a- mùa mưa, b -mùa khô)



**Hình 3.** Số liệu đo đạc dòng chảy và tính toán mô hình tại khu vực cửa Ba Lạt  
(a- thành phần vận tốc theo hướng u, mùa mưa; b- thành phần vận tốc theo hướng v, mùa mưa; c- thành phần vận tốc theo hướng u, mùa khô; d- thành phần vận tốc theo hướng v, mùa khô)

Để đánh giá ảnh hưởng của gió đến phân bố độ mặn và hoàn lưu ở khu vực nghiên cứu, 10 kịch bản tính toán liên quan đã được thiết lập. Trong đó, 2 kịch bản không tính tới điều kiện gió (một cho mùa mưa và một cho mùa khô). Các kịch bản còn lại được thiết lập với điều kiện vận tốc gió biến đổi khác nhau: 3,0m/s, 3,5m/s, 4m/s, 4,5m/s trong mùa mưa và mùa khô (bảng 2).

**Bảng 2.** Các kịch bản thiết lập với điều kiện gió khác nhau

STT	Kịch bản	Điều kiện gió	
		Vận tốc	Hướng
1	Mùa khô	-	-
2	Mùa mưa	-	-
3	Mùa khô	3,0	NE
4		3,5	NE
5		4,0	NE
6		4,5	NE
7		3,0	SE
8	Mùa mưa	3,5	SE
9		4,0	SE
10		4,5	SE

## KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

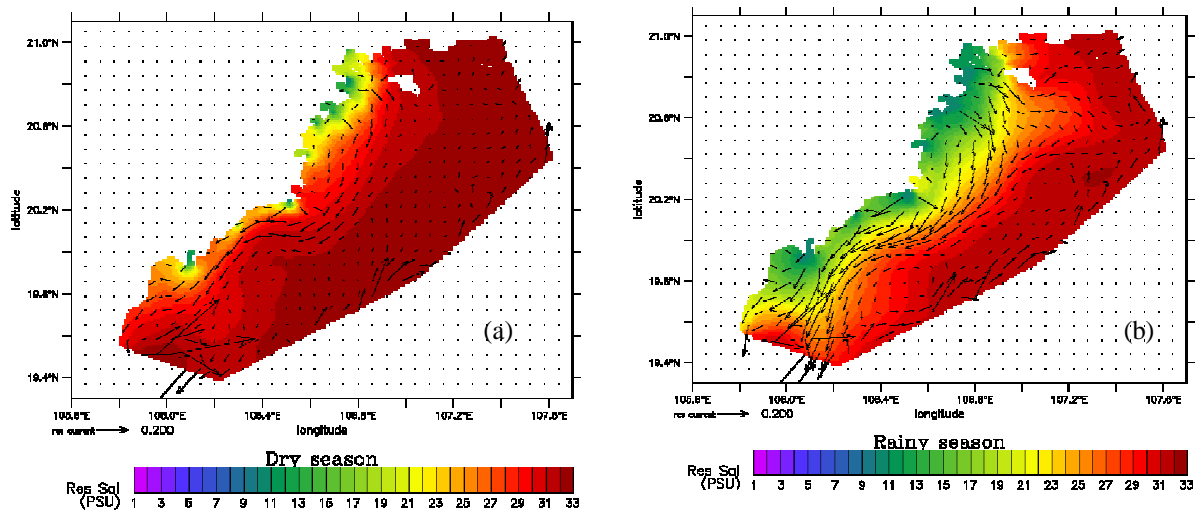
Các kết quả tính toán và phân tích của mô hình cho thấy trường dòng chảy dư ở vùng ven bờ châu

thỏ sông Hồng có sự khác biệt trong mùa mưa và mùa khô (hình 4).

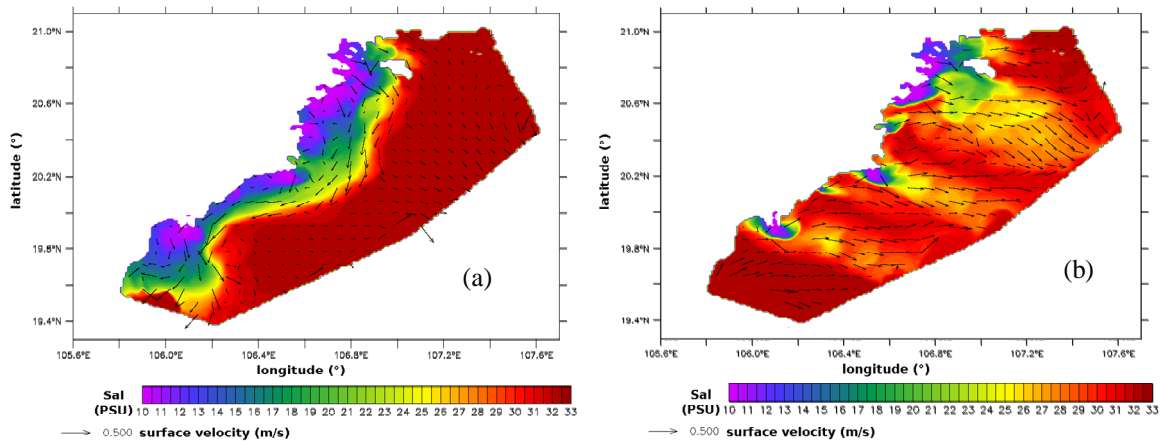
Vào mùa khô, tải lượng nước từ các sông đưa ra nhỏ, dòng dư có hướng chủ yếu là dọc bờ từ Đông Bắc xuống Tây Nam với vận tốc khoảng 0,2 - 0,4m/s ở vùng ven bờ và giảm dần tới các giá trị khá nhỏ ở phía ngoài (hình 4a). Trong khi đó, vào mùa mưa do tải lượng nước sông đưa ra lớn nên vận tốc dòng dư lớn hơn với giá trị khoảng 0,3 - 0,5m/s, hướng dòng dư ở vùng ven bờ chủ yếu vẫn là Đông Bắc xuống Tây Nam (hình 4b).

Các kết quả tính toán cho thấy phân bố độ mặn ở khu vực nghiên cứu có sự khác biệt đáng kể giữa mùa mưa và mùa khô. Vào mùa mưa do ảnh hưởng của lưu lượng nước từ sông đưa ra lớn nên vùng nước ở ven bờ có độ mặn nhỏ hơn 15‰ (hình 4b), trong khi đó vào mùa khô, độ mặn với giá trị khoảng 25‰ tiến sát vào ven bờ, đặc biệt độ mặn cao hơn ở vùng ven bờ phía Tây Nam (hình 4a).

Phân tích ảnh hưởng của trường gió thông qua các kịch bản có gió và không có gió tác động cho thấy vào mùa mưa dưới ảnh hưởng của trường gió, các khối nước sông phát triển mạnh ra phía ngoài hơn, cùng với đó là dòng chảy tức thời cũng hướng từ phía các cửa sông ra phía ngoài khơi nhiều hơn là định hướng dọc bờ (hình 5).



**Hình 4.** Dòng dư tầng mặt ven bờ châu thổ sông Hồng (a- mùa khô; b- mùa mưa)

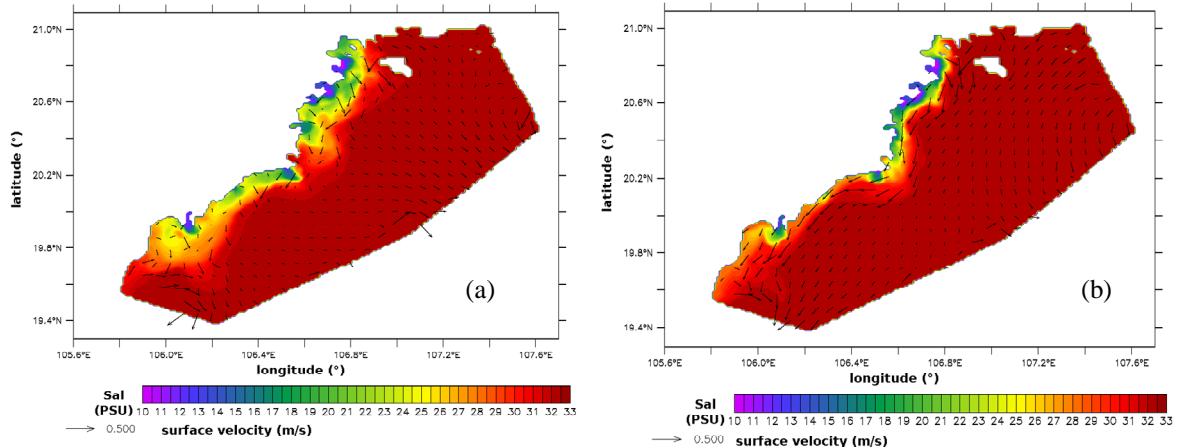


**Hình 5.** Phân bố độ mặn vùng ven bờ CTSH trong mùa mưa  
a- không có gió, b- trường gió với vận tốc trung bình 3,5m/s

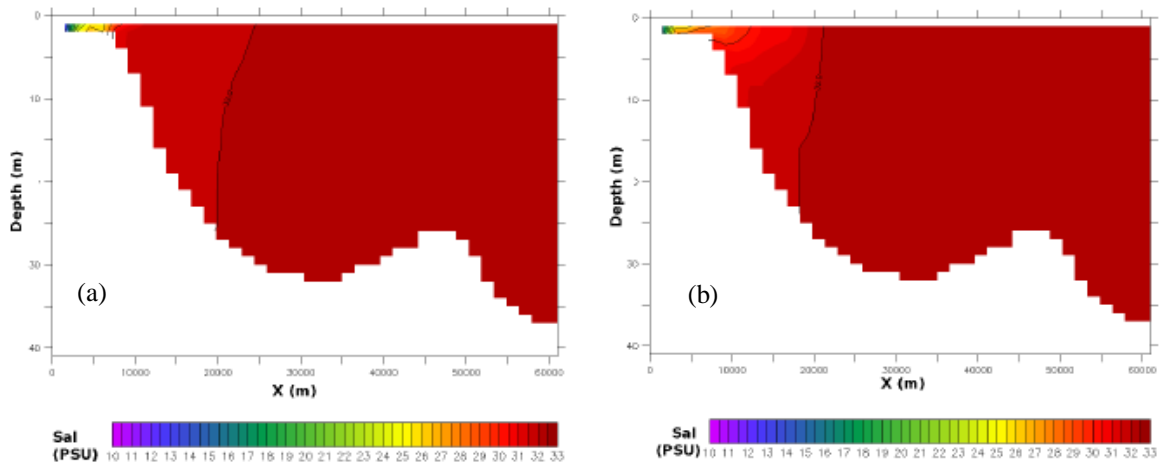
Vào mùa khô, ảnh hưởng của trường gió làm tăng cường vận tốc của dòng chảy dọc bờ (do cùng với hướng gió). Trong khi đó độ mặn ở vùng ven bờ tăng lên do sự xâm nhập của các khối nước biển vào vùng ven bờ dưới ảnh hưởng của gió bề mặt (hình 6).

Những nghiên cứu về động thái phát triển của các khối nước sông đã được thực hiện bằng các mô hình toán như của Chao và Boicourt [3], Chao [4]; Kourafalou và nnk [8] ở vùng có biên độ triều nhỏ và của Ruddick và nnk [16] ở vùng ảnh hưởng thủy triều mạnh của sông Rhin. Các kết quả của những

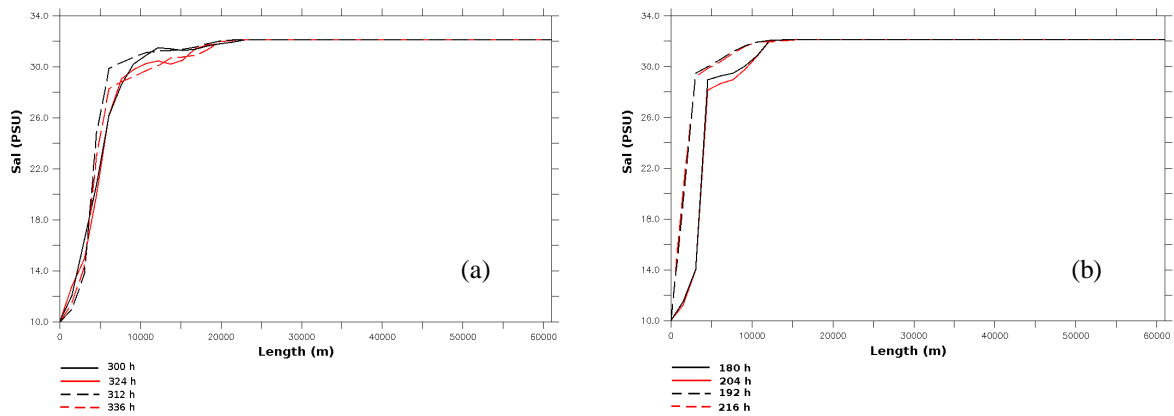
nghiên cứu này chỉ ra rằng các khối nước sông đưa trước hết sẽ được mở rộng về phía biển và sau đó dịch chuyển về phía bên phải (ở vùng Bắc bán cầu). Trước khi khối nước sông quay trở lại vùng ven bờ, khối nước này chệch hướng tạo thành một vệt nước sông ven bờ. Tuy nhiên trong nghiên cứu này, vệt nước này không được thể hiện một cách rõ rệt vào mùa mưa do sự di chuyển của khối nước về bên phải trong một số trường hợp cân bằng với dòng triều (hình 5). Hiện tượng này được thể hiện rõ rệt hơn trong các kịch bản mùa khô (hình 6) do tải lượng nước từ sông đưa ra nhỏ hơn và vùng nước hòa trộn ở dải ven bờ nhỏ hơn so với mùa mưa.



**Hình 6.** Phân bố độ mặn vùng ven bờ CTSH trong mùa khô  
(a- không có gió, b- trường gió với vận tốc trung bình 4,0m/s)



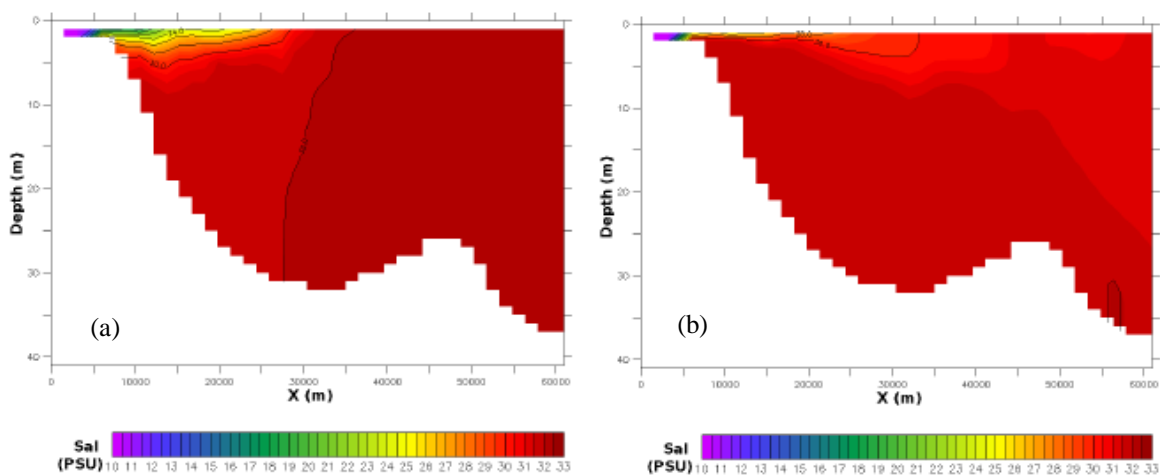
**Hình 7.** Profiler độ mặn tại mặt cắt phía ngoài cửa Ba Lạt trong mùa khô  
(a- không có gió; b- gió với vận tốc 4m/s)



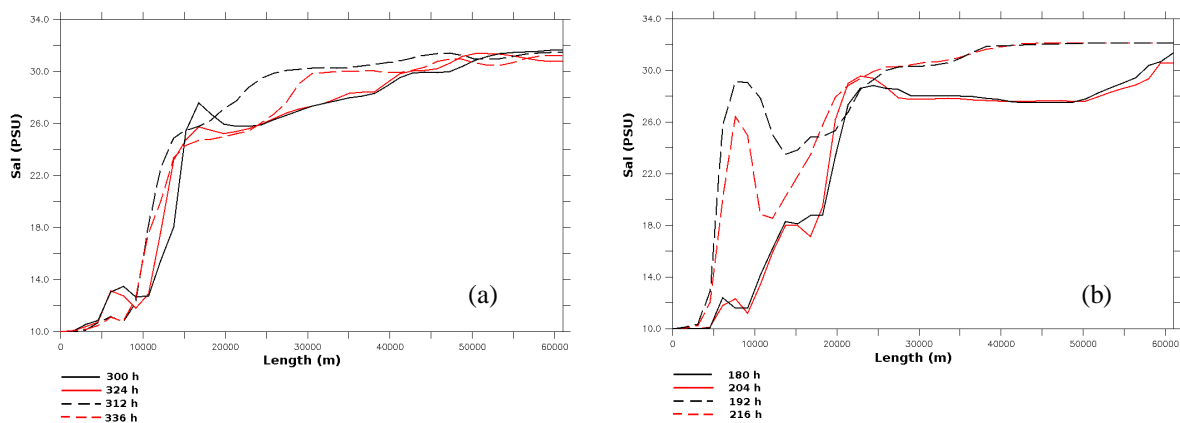
**Hình 8.** Biến đổi độ mặn tại mặt cắt phía ngoài cửa Ba Lạt trong mùa khô  
a- kỳ triều kém; b- kỳ triều cường; nét đứt- thời điểm nước lớn; nét liền- thời điểm nước ròng

Phân tích profile độ mặn tại mặt cắt phía ngoài cửa Ba Lạt (hình 7) cho thấy vào mùa khô, ảnh hưởng của gió làm vùng nước có độ mặn lớn tiến sâu vào gần bờ hơn (khoảng 2-3km), biến đổi độ mặn theo chiều thẳng đứng (phân tầng) cũng tăng lên đáng kể (hình 7b). Trong khi nếu không có ảnh hưởng của gió thì độ mặn khá đồng nhất theo phương thẳng đứng (hình 7a). Cũng tại mặt cắt phía

ngoài cửa Ba Lạt, trong kỳ triều kém của mùa khô độ mặn vùng nước xáo trộn mạnh phía ngoài cửa Ba Lạt có phạm vi khoảng 15km trong khi vào kỳ triều cường thì vùng nước xáo trộn này chỉ giới hạn trong khoảng 2-10km (hình 8). Chênh lệch độ mặn giữa thời điểm nước lớn và nước ròng vào kỳ triều cường ở khu vực này cũng lớn hơn vào kỳ triều kém.



**Hình 9.** Profile độ mặn tại mặt cắt phía ngoài cửa Ba Lạt trong mùa mưa  
a- không có gió; b- gió với vận tốc 4m/s



**Hình 10.** Biến đổi độ mặn tại mặt cắt cửa Ba Lạt trong mùa mưa  
a- kỳ triều kém; b- kỳ triều cường; nét đứt- thời điểm nước lớn; nét liền- thời điểm nước ròng

Vào mùa mưa tại mặt cắt phía ngoài cửa Ba Lạt, ảnh hưởng của gió làm cho các khối nước sông phát triển mạnh ra phía ngoài ở tầng mặt trong khi các khối nước biển với độ mặn lớn hơn lại tiến sâu vào phía cửa sông ở tầng đáy (hình 9b). Tại mặt cắt này vào mùa mưa khi không có tác động của gió các khối nước sông chỉ tồn tại chủ yếu ở lớp nước mặt

(hình 9a) với độ dày khoảng 5m (với phạm vi khoảng 25km từ bờ ra), trong khi đó nếu ảnh hưởng của gió các khối nước sông này có thể phát triển ra phía ngoài ở lớp bề mặt với phạm vi khoảng 40-45km (hình 9). Tại mặt cắt này trong mùa mưa, độ mặn cũng biến đổi khá lớn theo pha dao động của mực nước triều: vào kỳ triều kém khu vực xáo trộn

mạnh nhất là vùng nước cách bờ 10-20km, trong khi đó vào kỳ triều cường vùng nước xáo trộn mạnh có phạm vi khoảng 5-25km cách bờ (hình 10). Chênh lệch độ mặn giữa nước lớn và nước ròng cũng khá nhỏ vào kỳ triều kém và tương đối lớn (có thể lên tới 10-15‰) trong kỳ triều cường.

## KẾT LUẬN

Điều kiện thủy động lực ở vùng ven bờ châu thổ sông Hồng chịu tác động tổng hợp các yếu tố như trường gió, dao động mực nước và các khối nước từ hệ thống sông Hồng - Thái Bình đưa ra.

Dao động của mực nước triều làm thay đổi phạm vi của vùng xáo trộn mạnh giữa các khối nước sông và nước biển: cách bờ 5-25km vào mùa mưa và nhỏ hơn chỉ cách bờ 15km vào mùa khô. Vào mùa mưa, phạm vi của vùng xáo trộn vào kỳ triều cường được mở rộng hơn trong kỳ triều kém. Ngược lại, vào mùa khô trong kỳ triều kém phạm vi của vùng xáo trộn rộng hơn vào kỳ triều kém.

Trường gió vào mùa khô làm tăng cường vận tốc dòng chảy dư cũng như vận chuyển của các khối nước ở dọc bờ từ Đông Bắc xuống Tây Nam. Trong khi đó vào mùa mưa ảnh hưởng của gió làm tăng vận tốc dòng chảy tức thời hướng từ bờ ra phía ngoài nhưng không làm ảnh hưởng nhiều đến tính chất của dòng dư ở vùng ven bờ do dòng chảy dư vào mùa này chịu tác động lớn hơn từ các khối nước sông.

Vào mùa khô, ảnh hưởng của gió làm cho phạm vi phân bố của các khối nước sông thu hẹp, các khối nước biển tiến sát vào gần bờ. Gió trong mùa khô cũng làm tăng gradient theo chiều thẳng đứng của độ mặn ở vùng ven bờ. Trong khi đó vào mùa mưa, gió làm tăng cường phát tán của các khối nước sông ra phía ngoài, tăng phạm vi ảnh hưởng của khối nước sông ở lớp nước bề mặt và ảnh hưởng của nước biển ở tầng đáy.

**Lời cảm ơn:** Bài báo này có sử dụng các tư liệu của Nhiệm vụ Hợp tác theo nghị định thư về Khoa học và Công nghệ giữa Việt Nam và Vương quốc Bỉ giai đoạn 2010-2011: “Nghiên cứu ứng dụng 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, các tác giả xin chân thành cảm ơn sự hỗ trợ quý báu đó. Nhóm tác giả cũng xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc tới TS. Trần Đình Lân và PGS. TS. Trần Đức Thạnh, đã có góp ý và khích lệ quan trọng để bài báo được hoàn thành.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. *Andersen O., 1995.* Global ocean tides from ers1 and to-pex/poseidon altimetry. *J Geophys Res* 100(25): 249-259.
2. *Burchard H, Bolding K., 2002.* GETM- A general estuarine transport model. Institute for Environment and Sustainability, Joint Research Centre, Ispra, Italy.
3. *Chao S, Boicourt W., 1986.* Onset of estuarine plumes. *J Phys Oceanogr* 16:2137-2149.
4. *Chao S., 1988.* River-forced estuarine plumes. *J Phys Oceanogr* 18:72-88.
5. *Hedstrom G., 1979.* Nonrecting boundary conditions for nonlinear hyperbolic systems. *J Comput Phys* 30: 222-237.
6. *Hirsch C., 1990.* Numerical computation of internal and external ows, vol 2: Computational methods for inviscid and viscous ows. New York: Wiley.
7. *Hossain M, Rodi W., 2002.* A turbulence model for buoyant ows and its application to vertical buoyant jets, vol 6. Oxford: Pergamon Press.
8. *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: 3415-3434.
9. *McDougall T, Jackett D DR and Wright, Feistel R., 2003.* Accurate and computationally efficient algorithms for potential temperature and density of seawater. *J Atmos Oceanic Technol* 20:730-741.
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. *Luyten P., 2011.* COHERENS - A Coupled Hydrodynamical-Ecological Model for Regional and Shelf Seas: User Documentation Version V2.0. RBINS-MUMM, Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Brussels, Belgium.
12. *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.
13. *Manh D, Yanagi T, 2000.* A study on the residual flow in the gulf of tongkin. *J Oceanogr* 56: 59-68.



14. *Phillips N., 1957.* A coordinate system having some special advantages for numerical forecasting. *Journal Meteor* 14: 184-185.
15. *Roed L, Cooper C., 1987.* A study of various open boundary conditions for wind-forced barotropic numerical ocean models. Amsterdam: Elsevier.
16. *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: 1597-1630.
17. *Trần Đức Thạnh, Lưu Văn Diệu, 2006.* Những vấn đề môi trường nổi bật ở dải ven bờ Tây vịnh Bắc bộ. *Khoa học và công nghệ biển. Phụ trương 1 (T.6).* Tr. 3-14.
18. *UNESCO, 1981.* Background papers and supporting data on the international equation of state 1980. *UNESCO Technical Papers in Marine Science* 37, 144 pp.
19. *Dinh Van Uu, Ha Thanh Huong, 2008.* Model for water circulation in tidal dominated estuarine regions. *Int J Water Res Environ Eng* 23: 33-39.
20. *Van Maren D, Hoekstra A, Hoitink A, 2004.* Tidal flow asymmetry in the diurnal regime: bed-load transport and morphologic changes around the red river delta. *Ocean Dynam* 54: 424-434.
21. *Vũ Duy Vĩnh, 2006.* Áp dụng mô hình toán mô phỏng lan truyền dầu khi xảy ra sự cố tràn dầu tại vịnh Bái Tử Long. *Khoa học và Công nghệ Biển. Phụ trương 4 (Tháng 6/2006)*.
22. *Vũ Duy Vĩnh, 2007.* Mô hình toán nghiên cứu thủy động lực và chất lượng nước khu vực Vịnh Bái Tử Long. *Tài nguyên và Môi trường biển, tập XII, Nxb. KH&KT, Hà Nội.* 2007. Tr. 93-116.
23. *Vũ Duy Vĩnh, Đỗ Đình Chiến, Trần Anh Tú, 2008.* Mô hình toán 3 chiều nghiên cứu chất lượng nước vịnh Hạ Long. *Tài nguyên và Môi trường biển, tập XIII. Nxb. KH&KT, Hà Nội.* Tr. 318-327.
24. *Vũ Duy Vĩnh, 2011.* Một số kết quả bước đầu ứng dụng mô hình sinh thái vùng biển Cát Bà-Hạ Long. *Tài nguyên và Môi trường biển, tập XVI. Nxb. Khoa học Tự nhiên và Công nghệ. Hà Nội.* Tr. 215-229.
25. *Vũ Duy Vĩnh, Nguyễn Đức Cự, Trần Đức Thạnh, 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.* Tr. 465-475.
26. *World Ocean Atlas 2009.* National Oceanographic Data Center. 30-3-2010. [http://www.nodc.noaa.gov/OC5/WOA09/pr\\_woa09.html](http://www.nodc.noaa.gov/OC5/WOA09/pr_woa09.html). Retrieved 19-5-2010

#### ABSTRACT

##### **The influence of surface wind on the salinity distribution and circulation in the coastal waters of the red river delta, Vietnam**

A sufficiently well validated hydro-physics model for the coastal zone of the Red River delta area in Vietnam was presented. The development code was COHERENS V2.0, a three-dimensional hydrodynamic multi-purpose model for coastal and shelf seas based on the finite element method. The results of the model with 10 scenarios simulations show the role of wind condition combined with tidal oscillation and river discharge on salinity distribution and circulation of the red river coastal area. Wind NE in the dry season make increasing velocity of residual current, intensify salinity in the coastal zone and gradient of salinity on the vertical. On the other hand, wind SE in the rainy season makes intensify fresh water to seaward, increasing range of river water on the surface and seawater on the bottom in the coastal zone.

**Người nhận xét:** PGS.TS. Trần Đức Thạnh