

## MÔ PHỎNG LAN TRUYỀN CHẤT Ô NHIỄM KHU VỰC PHÁ TAM GIANG - CẦU HAI, THỪA THIÊN - HUẾ BẰNG MÔ HÌNH DELFT-3D

Cao Thị Thu Trang<sup>1\*</sup>, Phạm Hải An<sup>1</sup>, Trần Anh Tú<sup>1</sup>,  
Lê Đức Cường<sup>1</sup>, Trần Đức Thạnh<sup>1</sup>, Trịnh Thành<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>Viện Khoa học và Môi trường-Đại học Bách Khoa Hà Nội

\*Email: tranget@imer.ac.vn

Ngày nhận bài: 19-3-2014

**TÓM TẮT:** Dựa trên các số liệu khảo sát và thu thập về khí tượng - thủy văn, chất lượng nước khu vực đầm phá Tam Giang - Cầu Hai, Thừa Thiên - Huế đã mô phỏng trường thủy động lực và lan truyền chất ô nhiễm trong đầm phá sử dụng mô hình Delft-3D. Các kết quả mô phỏng cho thấy dòng chảy trong đầm phá có giá trị lớn nhất tại khu vực cửa Thuận An, vào mùa mưa đạt đến 1,0-1,2 m/s, dòng chảy nhỏ nhất xuất hiện tại khu vực đầm Cầu Hai. Tỷ lệ trao đổi nước trong đầm phá khá thấp, đạt khoảng 31,7% tại phá Tam Giang, 25,8% tại đầm Sam - Thủy Tú và 5,33% tại đầm Cầu Hai. Nồng độ của các chất ô nhiễm cao tại các khu vực cửa sông như sông Hương, Truồi, Thuận An, Ô Lâu và Tư Hiền, thậm chí vượt giới hạn cho phép (GHCP).

**Từ khóa:** Mô hình, đầm phá, chất ô nhiễm, chất lượng nước, mô phỏng.

### MỞ ĐẦU

Đầm phá Tam Giang - Cầu Hai (TG-CH) thuộc tỉnh Thừa Thiên - Huế (TTH) là hệ đầm phá lớn nhất ở Việt Nam, có tọa độ địa lý: 16<sup>0</sup>15'00'' - 16<sup>0</sup>42'00''B, 107<sup>0</sup>22'00'' - 107<sup>0</sup>57'00''Đ, diện tích mặt nước 216 km<sup>2</sup>, chiều dài 68 km, chiều rộng 10 km, độ sâu trung bình 1,6 m và sâu nhất 4,2 m. Hệ đầm phá có hai cửa: Thuận An ở phía Bắc và Tư Hiền ở phía Nam, thuộc loại thủy vực gần kín, nước lợ và lợ - nhạt và có tính phân tầng mạnh [1].

Khu vực đầm phá Tam Giang - Cầu Hai chịu áp lực rất lớn từ các hoạt động phát triển ven đầm phá như nuôi trồng thủy sản, dân cư - du lịch, chăn nuôi gia súc, gia cầm ... Nguồn thải ra của các hoạt động này chủ yếu là những chất thải thông thường gồm các chất dinh dưỡng và hữu cơ. Các chất này khi đi vào thủy vực sẽ lan truyền, phân tán, lắng đọng hoặc lưu giữ lại trong nước tùy thuộc vào các điều kiện

thủy động lực và các nguồn gây ô nhiễm. Để mô phỏng lan truyền chất ô nhiễm trong khu vực đầm phá Tam Giang - Cầu Hai (tỉnh Thừa Thiên Huế), đã sử dụng mô hình Delft-3D trên cơ sở chạy mô hình thủy động lực (Delft-FLOW). Các đối tượng chính được mô phỏng là các nguồn chất hữu cơ (thể hiện qua thông số BOD<sub>5</sub>, COD).

Bài báo trình bày một số kết quả nghiên cứu mô phỏng lan truyền chất ô nhiễm trong khu vực đầm phá Tam Giang - Cầu Hai nhằm đưa ra bức tranh phân bố chất ô nhiễm trong khu vực. Các kết quả nghiên cứu này đã thể hiện được phần nào quy luật lan truyền chất gây ô nhiễm ở vùng TG-CH với sự tác động của nhiều yếu tố khác nhau, trong đó nguồn cung cấp từ lục địa, tải lượng nước sông và chế độ thủy động lực, đặc biệt là quá trình trao đổi nước giữa hệ thống đầm, phá và biển là những yếu tố ảnh hưởng hưởng trực tiếp và quyết định

đến nồng độ và phạm vi không gian phân bố của các chất hữu cơ.

## TÀI LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### Tài liệu

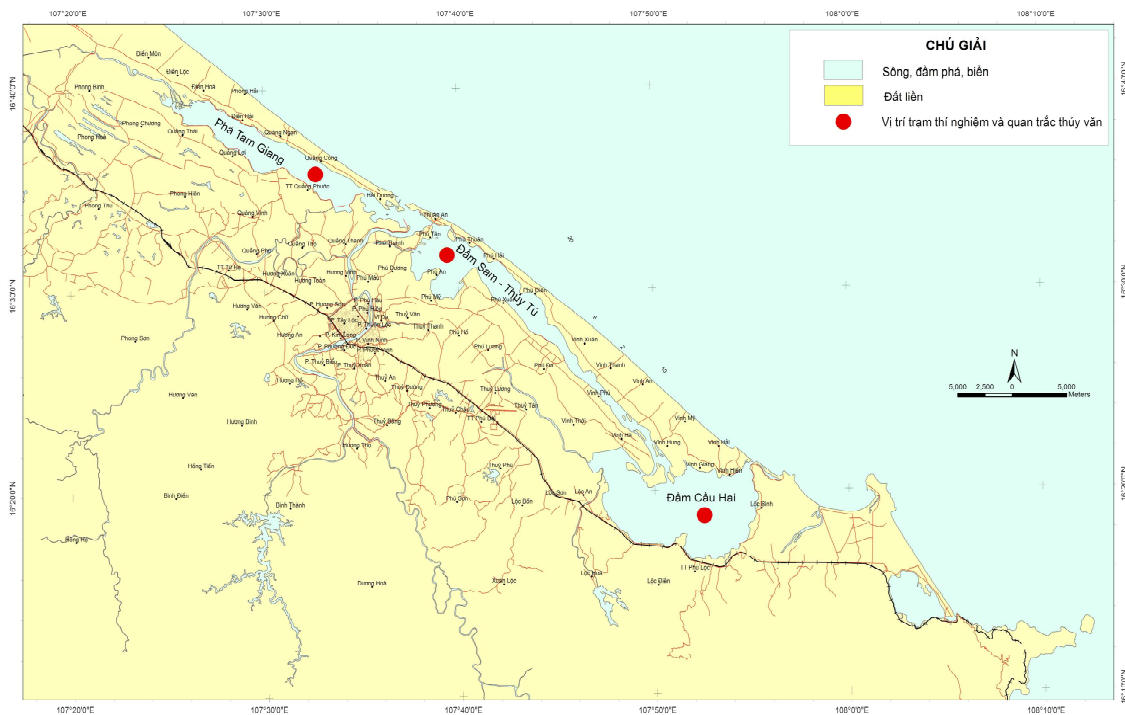
**Địa hình:** số liệu độ sâu và đường bờ của khu vực nghiên cứu được số hoá từ các bản đồ địa hình UTM tỷ lệ 1:50.000. Ngoài ra, địa hình vùng biển Thừa Thiên Huế và các vùng lân cận khi thiết lập mô hình dùng dữ liệu NESTHD còn được tham khảo và bổ sung từ cơ sở dữ liệu địa hình ETOPO5 và GEBCO-1.

**Khí tượng:** số liệu về khí tượng sử dụng bao gồm bức xạ mặt trời, độ ẩm tương đối, lượng mây, nhiệt độ không khí có giá trị trung bình theo mùa (mùa khô - tháng 5 và mùa mưa - tháng 11). Số liệu gió của tháng 11 năm 2011 và tháng 5 năm 2012 quan trắc 6h/lần tại Huế làm dữ liệu đầu vào cho mô hình tính toán [2].

**Thủy hải văn:** phía cửa sông sử dụng số liệu lưu lượng theo giờ tại trạm trên sông Hương, số liệu lưu lượng trung bình tháng trên sông Ô Lâu và sông Truồi (số liệu do Trung tâm Khí tượng Thủy văn Thừa Thiên Huế cung cấp năm 2012), số liệu đo đặc mực nước và dòng chảy, nhiệt, muối tại 3 trạm liên tục; phía ngoài sử dụng hằng số điều hoà thủy triều cho các biên mở, được tính toán từ chuỗi số liệu quan trắc mực nước từ một số đề tài, dự án của Trung tâm Khí tượng Thủy văn biển, Viện Tài nguyên và Môi trường biển, Trường Đại học Thủy lợi, những điểm biên lồng phía biển không có số liệu quan trắc thì tham khảo kết quả tính toán từ mô hình NAO-TIDE (chương trình dự báo thủy triều của Đài Thiên văn Quốc gia Nhật Bản NAO) [3].

### Phương pháp

*Phương pháp điều tra khảo sát biển và phân tích trong phòng thí nghiệm*



**Hình 1.** Hệ thống phá Tam Giang - Cầu Hai và các trạm khảo sát

Ba trạm khảo sát liên tục 24h tại 3 vị trí phá Tam Giang, đầm Sam - Thủy Tú và đầm Cầu Hai được bố trí để khảo sát thủy văn và chất

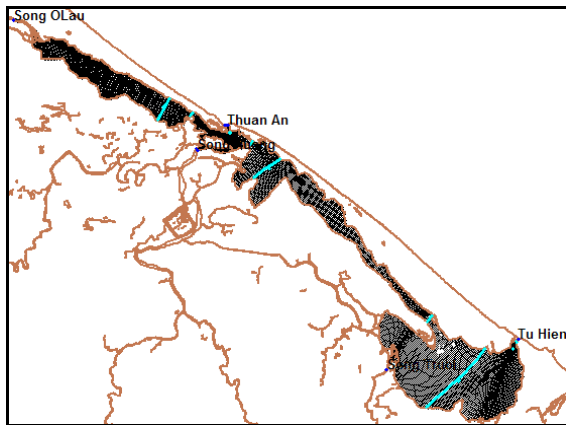
lượng nước trong hai mùa: mùa mưa (tháng 11/2011) và mùa khô (tháng 5/2012) (hình 1). Tốc độ và hướng dòng chảy được đo bằng máy

tự ghi (DNC-2M của Anh, SD30 của Na Uy) ...; mẫu nước được lấy liên tục 2h/ốp, sau đó đưa về phòng thí nghiệm để phân tích các thông số BOD<sub>5</sub>, COD. Các phương pháp phân tích tuân theo các tiêu chuẩn Việt Nam đã ban hành (QCVN-08/2008/BTNMT).

**Phương pháp mô hình**

Sử dụng mô hình DELFT - 3D [4, 5] để mô phỏng quá trình thủy động lực và quá trình lan truyền chất ô nhiễm trong khu vực tại hai thời điểm: hiện tại và dự báo năm 2020.

*Miền và lưới tính:* kích thước miền tính có phạm vi 70 km theo hướng Bắc Nam và 1 - 10 km theo hướng Đông Tây. Toàn bộ khu vực tính toán bao gồm 95x503 ô lưới (hình 2). Miền tính có các biên lỏng phía biển là: cửa Thuận An và cửa Tư Hiền; ngoài ra còn có các biên lỏng sông: sông Ô Lâu, sông Hương và sông Truồi.



**Hình 2.** Hệ thống lưới tính của mô hình

*Thời gian tính toán:* mô hình được chạy theo hai mùa: mùa khô và mùa mưa. Mùa mưa bắt đầu tính toán từ 0h00, ngày 01/11/2011 và kết thúc lúc 23h00, ngày 31/11/2011. Mùa khô bắt đầu tính toán từ 0h00, ngày 01/5/2012 và kết thúc lúc 23h00, ngày 31/5/2012. Bước thời gian để chạy mô hình là 1 phút.

*Điều kiện biên:*

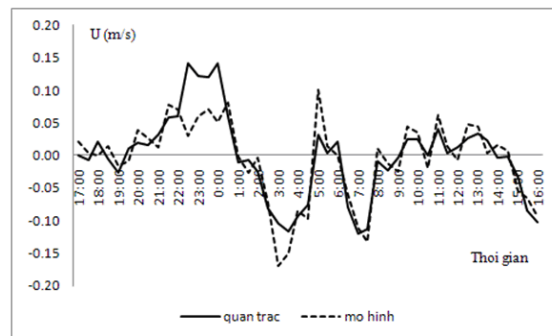
Tại các biên mở phía biển (Thuận An, Tư Hiền): dùng các hằng số điều hoà thủy triều đã được tính toán và nội suy phù hợp với điều kiện địa phương.

Tại biên sông: sử dụng lưu lượng từng giờ trong tháng trên sông Hương, lưu lượng trung bình tháng trên sông Ô Lâu và sông Truồi.

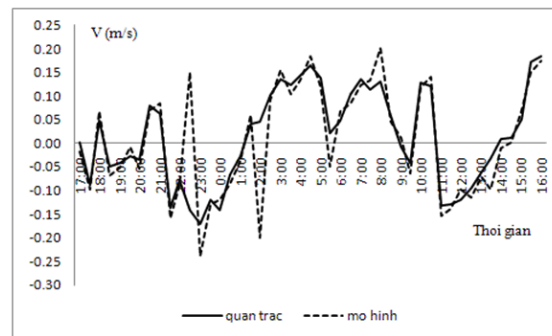
Tại tất cả các biên lỏng đều sử dụng và tham khảo các kết quả quan trắc nhiệt muối trong các đợt khảo sát năm 2011 và 2012 (Đề tài TTH.2011-KC.11) tại khu vực hệ đầm phá Tam Giang - Cầu Hai.

*Kiểm chứng mô hình*

Đối với việc mô phỏng lan truyền chất gây ô nhiễm, đã tiến hành hiệu chỉnh và đánh giá độ chính xác của mô hình bằng việc so sánh kết quả của mô hình thủy động lực (dòng chảy) với số liệu quan trắc thực tế. Các kết quả sau lần hiệu chỉnh cuối cùng cũng đã cho thấy sự phù hợp tương đối giữa tính toán và số liệu quan trắc thực tế (hình 3).



RMSE\_U = 0.032



RMSE\_V = 0.061

**Hình 3.** So sánh dòng chảy tính toán và quan trắc tại khu vực phá Tam Giang trong mùa mưa (11/2011)

(trên: vận tốc theo phương ngang-U; dưới: vận tốc theo phương thẳng đứng-V)

*Mô hình chất lượng nước*

Mô hình lan truyền chất lượng nước (Delft-WAQ) được triển khai với các thông số COD, BOD<sub>5</sub>. Miền, lưới tính, thời gian tính toán, các điều kiện ban đầu và điều kiện biên tương tự như mô hình thủy động lực. Ngoài ra, các tham

số đầu vào của mô hình chất lượng nước được lấy từ các kết quả phân tích và các giá trị tham khảo theo hướng dẫn của mô hình.

Hiệu chỉnh mô hình bằng cách so sánh kết quả mô phỏng với kết quả quan trắc liên tục ngoài thực địa (bảng 1).

**Bảng 1.** So sánh giá trị lớn nhất giữa mô hình và quan trắc - phân tích

Thông số	Mùa mưa		Mùa khô	
	Mô hình	Quan trắc	Mô hình	Quan trắc
BOD <sub>5</sub> (mg/l)	5,5	6,58	6,0	4,54
COD (mg/l)	20,0	21,97	25,0	14,06

**KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU**

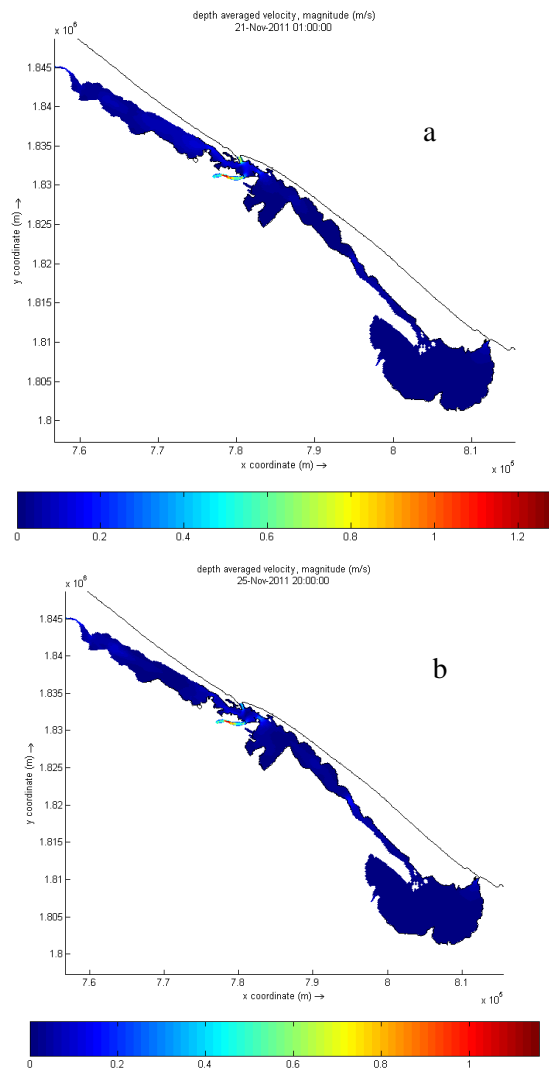
**Mô phỏng thủy động lực**

**Dòng chảy**

Kết quả mô phỏng tốc độ dòng chảy khu vực đầm phá Tam Giang - Cầu Hai được trình bày trong hình 4.

Sự tương tác của các thành phần: dòng triều, dòng chảy biển ven bờ, dòng nước sông và tác động của gió bên trên mặt nước của chính thủy vực đã tạo nên dòng chảy tổng hợp trong hệ đầm phá. Dòng chảy hệ đầm phá TG-CH tương đối phức tạp do sự tương tác của các thành phần trên cộng với sự bất đồng đều của hình học đường bờ thủy vực nước và phân bố độ sâu của nó cũng có những ảnh hưởng, làm cho bức tranh dòng chảy tổng hợp rất khác nhau trên không gian vùng nước.

Trong mùa mưa (tháng 11/2011) vận tốc dòng chảy có giá trị lớn nhất đạt 1,0-1,2m/s tại cửa Thuận An, đạt giá trị nhỏ nhất tại khu vực đầm Cầu Hai, đạt 0,15m/s. Ở cửa Tư Hiền do bị thu hẹp và nông nên vận tốc dòng chảy cả khi triều lên và xuống đều yếu. Ở khu vực đầm Thủy Tú tốc độ dòng chảy cực đại đạt 0,18m/s, pha triều chậm hơn 1 giờ so với cửa Thuận An và 20 phút so với cửa Tư Hiền. Do vào mùa mưa, lưu lượng nước sông Hương lớn nên dòng chảy từ trong sông chảy ra phía ngoài cửa vẫn chiếm ưu thế trong pha triều lên, khối nước biển chủ yếu đi vào trong khu vực đầm phá và ít khả năng xâm nhập sâu vào trong sông.



**Hình 4.** Trường tốc độ dòng chảy trong thời kỳ a) nước ròng-mùa mưa; b) nước lớn-mùa mưa;

Vào mùa khô (tháng 5/2012), vận tốc dòng chảy đạt giá trị lớn nhất khoảng 0,7-0,8 m/s tại cửa Thuận An, đạt khoảng 0,06 m/s tại khu vực đầm Cầu Hai và đạt khoảng 0,09-0,28 m/s ở khu vực đầm Thủy Tú. Vận tốc dòng chảy tại khu vực Tam Giang đạt 0,03-0,1 m/s, pha triều chậm 40 phút so với cửa Thuận An, trong pha triều xuống lượng nước sông Hương phần lớn chảy ra cửa Thuận An và một phần chảy vào khu vực đầm Thủy Tú, khối nước trong phá Tam Giang chảy ra theo hướng Đông Nam đến cửa Thuận An gặp khối nước sông Hương và được đẩy ra ngoài biển qua cửa Thuận An.

**Trao đổi nước**

Các kết quả về lượng nước và tỷ lệ trao đổi nước qua một ngày đêm tại ba khu vực có đặc điểm sau: đầm Cầu Hai có diện tích và thể tích lớn nhất sau đó đến Thủy Tú và Tam Giang là nhỏ nhất. Tuy nhiên, tỷ lệ trao đổi nước trung bình ngày (%) lại có xu thế ngược lại, Tam Giang là khu vực có giá trị lớn nhất, sau đó lần lượt Thủy Tú, Cầu Hai. Điều này hoàn toàn đúng so với thực tế, khu vực đầm Cầu Hai có lưu lượng sông nhỏ và cửa Tư Hiền hẹp, trong khi khu vực Thủy Tú có cửa Thuận An và Tam Giang có lưu lượng sông đáng kể đổ vào. Sự chênh lệch giữa thời gian chảy ra và thời gian chảy vào của các khu vực được thể hiện trên bảng 2.

**Bảng 2.** Lượng nước và tỷ lệ trao đổi nước qua một ngày đêm tại ba khu vực Tam Giang - Thủy Tú - Cầu Hai

Khu vực	Diện tích (triệu m <sup>2</sup> )	Thể tích (triệu m <sup>3</sup> )	Lượng nước trao đổi (triệu m <sup>3</sup> )						Tỷ lệ nước trao đổi trung bình ngày (%)							
			Mùa mưa			Mùa khô			Mùa mưa			Mùa khô				
			Chảy vào	Chảy ra	Tổng	Chênh lệch vào, ra	Chảy vào	Chảy ra	Tổng	Chênh lệch vào, ra	Chảy vào	Chảy ra	Tổng	Chảy vào	Chảy ra	Tổng
Tam Giang	42,5	76,48	13,6	10,7	24,2	2,9	16,5	16,4	32,9	0,04	17,8	14	31,7	21,5	21,5	43,0
Thủy Tú	60,0	95,46	12,4	12,2	24,6	0,13	16,3	16,3	32,6	0,04	12,9	12,8	25,8	17,1	17,1	34,2
Cầu Hai	102	163,0	5,95	2,74	8,69	3,21	4,42	3,51	7,93	0,90	3,65	1,68	5,33	2,71	2,15	4,86

Theo kết quả tính toán từ mô hình cho thấy sự trao đổi nước trong đầm phá chủ yếu do dòng chảy, dòng chảy vận chuyển nước từ vùng này tới vùng khác, hình thành sự trao đổi nước theo mặt rộng của vực nước. Tại đầm Cầu Hai, trong điều kiện không có lũ lớn, lượng nước trong đầm luôn cân bằng và vận chuyển ưu thế về phía cửa Thuận An so với về phía cửa Tư Hiền. Tại đầm Thủy Tú, vào cả 2 mùa mưa và khô, cân bằng nước đều chảy về phía Tam Giang, chứng tỏ lượng chảy sông Hương hầu như không ảnh hưởng đến đầm Cầu Hai, kể cả khi mưa lũ. Tại phá Tam Giang lượng nước luôn cân bằng vào mùa khô và cán cân lưu lượng lệch hẳn về phía lượng chảy ra so với chảy vào trong mùa mưa.

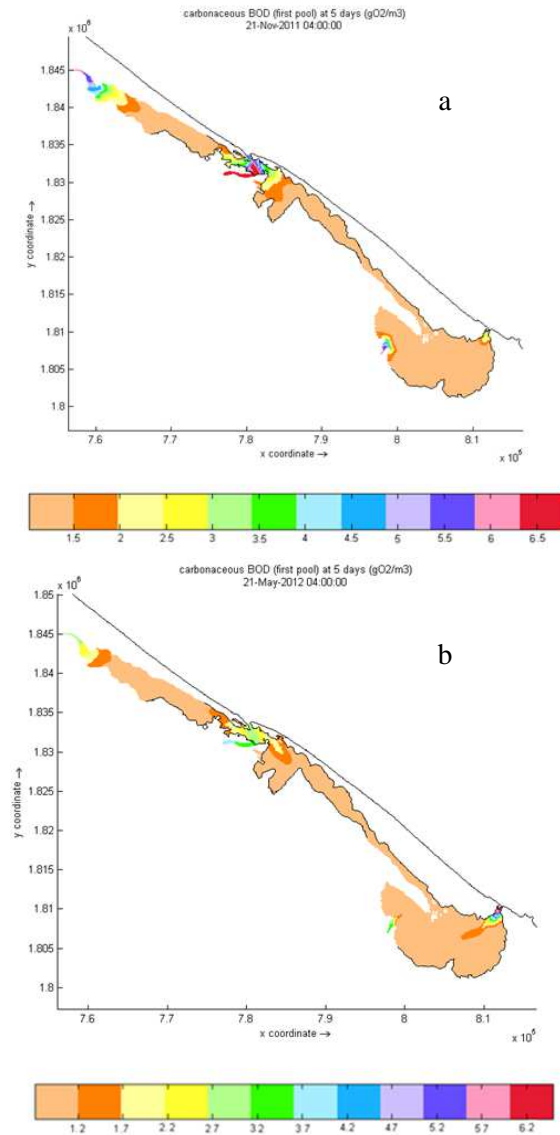
Về mùa khô, do lưu lượng các sông rất nhỏ, lượng chảy từ biển vào đầm phá lớn, lưu lượng

lớn nhất tại cửa Thuận An theo tính toán của mô hình đạt 975 m<sup>3</sup>/s và cửa Tư Hiền đạt 15 m<sup>3</sup>/s. Về mùa mưa, do lưu lượng các sông đổ vào đầm phá chiếm ưu thế về thời gian chảy ra phía biển, lưu lượng lớn nhất tại cửa Thuận An theo tính toán của mô hình đạt 1.877 m<sup>3</sup>/s và cửa Tư Hiền đạt 67 m<sup>3</sup>/s. Thời gian chảy ra tại cửa Thuận An gấp 4,8 lần thời gian chảy vào và thời gian chảy ra tại cửa Tư Hiền gấp 2,7 lần thời gian chảy vào trong mùa mưa. Theo nghiên cứu trong luận văn thạc sỹ của tác giả Nghiêm Tiến Lam (2002) tính toán bằng mô hình DUFFLOW năm 2000 tại cửa Thuận An giá trị cực đại của lưu lượng đạt 2.400 m<sup>3</sup>/s và tại cửa Tư Hiền giá trị cực đại của lưu lượng đạt 718 m<sup>3</sup>/s.

**Mô hình chất lượng nước**

**Nhu cầu oxy sinh hóa (BOD<sub>5</sub>)**

Trong mùa mưa, nồng độ BOD<sub>5</sub> có giá trị 1,5-6,5 mg/l (giá trị quan trắc thực tế trong khoảng 1,72-6,58 mg/l). Tại các khu vực cửa sông và cửa biển nồng độ BOD<sub>5</sub> có giá trị cao hơn các khu vực khác, trong đó khu vực cửa sông Hương và cửa Thuận An BOD<sub>5</sub> có giá trị lớn nhất đạt 6,5 mg/l, tại cửa sông Ô Lâu đạt giá trị lớn nhất 5,0 mg/l và cửa Tur Hiền là 4,5 mg/l, còn lại các khu vực khác nồng độ BOD<sub>5</sub> thường không vượt quá 2,0 mg/l trong cả pha triều xuống và lên.



**Hình 5.** Mô phỏng lan truyền BOD<sub>5</sub> (mg/l) khi: a) triều lên-mùa mưa; b) triều lên-mùa khô

Mùa khô, nồng độ BOD<sub>5</sub> biến đổi trong khoảng 1,2-6,2 mg/l (giá trị quan trắc thực tế trong khoảng 3,38-4,64 mg/l) trong cả pha triều xuống và pha triều lên (hình 5b). Tuy nhiên, mùa khô nồng độ BOD<sub>5</sub> lớn nhất xuất hiện tại khu vực cửa Tur Hiền (trong cả hai pha triều), khu vực cửa sông Hương và cửa Thuận An; nồng độ BOD<sub>5</sub> cực đại là 5,8 mg/l trong pha triều xuống và 6,0 mg/l trong pha triều lên, khu vực cửa sông Ô Lâu và sông Truồi có giá trị cực đại trong khoảng 3,0-5,0 mg/l. Các khu vực khác nồng độ BOD<sub>5</sub> không vượt quá 3,8 mg/l trong pha triều lên và 4,5 mg/l trong pha triều xuống.

Dự báo đến năm 2020 nồng độ BOD<sub>5</sub> khu vực nghiên cứu biến đổi trong khoảng giá trị 2,0-10,0 mg/l trong mùa khô và có thể đạt giá trị trên 10 mg/l trong mùa mưa. Trong mùa mưa có sự xáo trộn mạnh hơn so với mùa khô, đặc biệt tại cửa sông Hương và cửa Thuận An, nơi có sự trao đổi nước mạnh giữa sông và đầm phá, giữa đầm phá và biển. Các khu vực khác có sự biến động không đáng kể.

#### **Nhu cầu oxy hóa học (COD)**

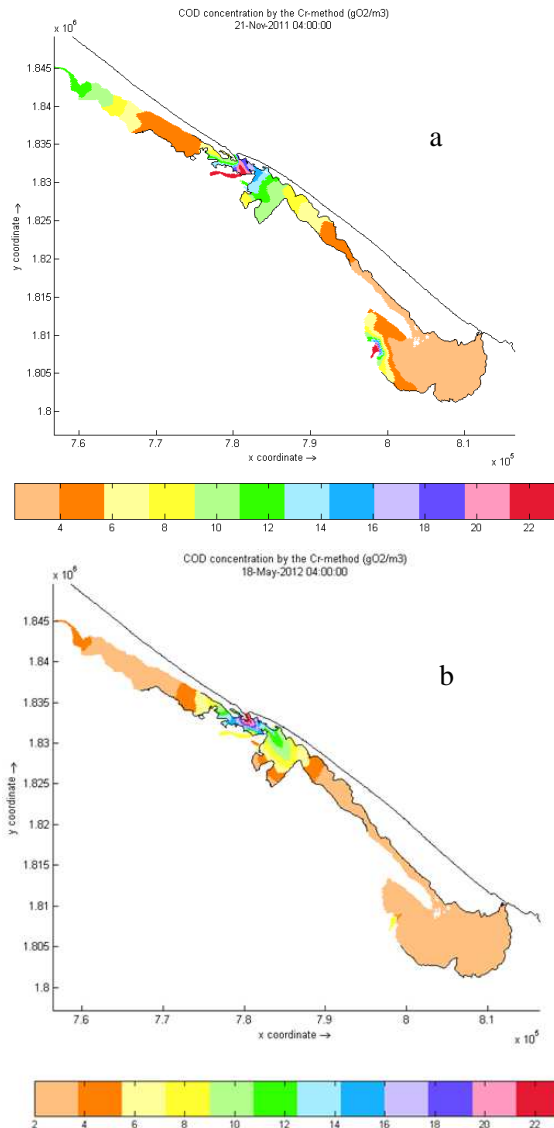
Trong mùa mưa, nồng độ COD khu vực nghiên cứu biến đổi trong khoảng giá trị 3-20 mg/l trong cả pha triều xuống và pha triều lên, nồng độ COD cực đại trong cả hai pha triều là 20,0 mg/l. Khu vực có nồng độ COD lớn nhất tập trung tại cửa sông Hương và cửa sông Truồi, khu vực Đầm Sam nồng độ COD dao động trong khoảng 7-13 mg/l, khu vực phá Tam Giang dao động trong khoảng 4-12 mg/l, và khu vực cửa Tur Hiền, đầm Cầu Hai và Thủy Tú có giá trị thấp hơn so với các khu vực khác (không vượt quá 4 mg/l).

Mùa khô, nồng độ COD khu vực nghiên cứu biến đổi trong khoảng giá trị 3-22 mg/l trong cả pha triều xuống và pha triều lên (hình 6b). Nồng độ COD cực đại tập trung tại khu vực cửa Thuận An, khu vực Thuận An đến Tam Giang, sau đó đến khu vực cửa sông Hương có giá trị lớn nhất 17 mg/l trong pha triều lên và 19 mg/l trong pha triều xuống.

Dự báo đến năm 2020 nồng độ COD khu vực nghiên cứu có thể gấp đôi giá trị hiện nay và biến đổi trong khoảng 5-50 mg/l. Khu vực



trung tâm đầm Cầu Hai hầu như không có sự xáo trộn trong cả hai mùa. Các khu vực cửa sông Hương, Truôi và cửa Thuận An có sự xáo trộn mạnh vào cả hai mùa.



**Hình 6.** Mô phỏng lan truyền COD (mg/l) khi: a) triều lên-mùa mưa; b) triều lên-mùa khô

## KẾT LUẬN

Sự lan truyền của các chất hữu cơ phụ thuộc nhiều vào chế độ động lực của khu vực nghiên cứu. Các khu vực có sự biến động mạnh về nồng độ là những nơi có sự tương tác mạnh giữa nước sông-đầm phá, biên-đầm phá. Nồng

độ BOD<sub>5</sub> cửa sông Hương, Thuận An có giá trị lớn nhất, sau đó đến các khu vực cửa sông Ô Lâu, Tư Hiền, Truôi, Đầm Sam và Thủy Tú. Vào mùa khô, khu vực cửa Tư Hiền, cửa sông Hương và cửa Thuận An có giá trị BOD<sub>5</sub> lớn nhất so với các khu vực khác. Vào mùa mưa, nồng độ COD tại cửa sông Hương, Truôi và Đầm Sam có giá trị lớn nhất, sau đó lần lượt đến phá Tam Giang, Tư Hiền, đầm Cầu Hai và Thủy Tú. Tuy nhiên, vào mùa khô, nồng độ COD khu vực Thuận An, Tam Giang có giá trị lớn nhất, sau đó đến cửa sông Hương và các khu vực khác.

Các kết quả tính toán, dự báo của mô hình đã thể hiện được phần nào quy luật lan truyền chất gây ô nhiễm ở vùng TG-CH với sự tác động của nhiều yếu tố khác nhau, trong đó nguồn cung cấp từ lục địa, tải lượng nước sông và chế độ thủy động lực là những yếu tố ảnh hưởng trực tiếp và quyết định đến nồng độ và phân bố của các chất hữu cơ trong nước.

**Lời cảm ơn:** Bài báo được hoàn thành dưới sự hỗ trợ của đề tài TTH.2011-KC.11 và đề tài KC09-17/11-15. Các tác giả xin trân trọng cảm ơn.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Trần Đức Thạnh, Trần Đình Lân, Nguyễn Hữu Cử và Đinh Văn Huy, 2010. Tiên hoá và động lực hệ đầm phá Tam Giang - Cầu Hai. Nxb. Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, Hà Nội. 225 tr.
2. Sở Khoa học và Công nghệ Thừa Thiên Huế, 2004. Đặc điểm Khí hậu- Thủy văn tỉnh Thừa Thiên Huế. Nxb. Thuận Hoá.
3. Matsumoto, K., T. Takanezawa, and M. Ooe, 2000. Ocean tide models developed by assimilating TOPEX/POSEIDON altimeter data into hydronamical model, a global model and a regional model around Japan J.Oceanogr, 56, 567-581.
4. WL/ Delft hydraulic, 1999, 2003. Delft3D-WAQ User Manual version 3.1, Delft, the Netherlands.
5. WL/ Delft hydraulic, 1999, 2003. Detailed description of processes. Delft3D-FLOW Technical Reference Manual. Delft, the Netherlands.

POLLUTANT TRANSPORT SIMULATION IN TAM GIANG - CAU HAI  
LAGOON, THUA THIEN - HUE PROVINCE  
BY USING DELFT-3D MODEL

**Cao Thi Thu Trang<sup>1</sup>, Pham Hai An<sup>1</sup>, Tran Anh Tu<sup>1</sup>,  
Le Duc Cuong<sup>1</sup>, Tran Duc Thanh<sup>1</sup>, Trinh Thanh<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Institute of Marine Environment and Resources-VAST

<sup>2</sup>Institute of Science and Environmental Technology-HTU

**ABSTRACT:** *Based on collective and survey data on hydrometeorology and water quality in Tam Giang - Cau Hai lagoon, Thua Thien - Hue Province, hydraulic and pollutant transportation in lagoon system had been simulated by using Delft-3D model. The study results show that the current velocity is highest in Thuan An inlet, it reaches 1.0-1.2 m/s, the lowest velocity is in Cau Hai lagoon. The water exchange rate in lagoon is quite low with the values of 31.7% in Tam Giang, 25.8% in Sam - Thuy Tu lagoon and 5.33% in Cau Hai lagoon. Concentration of pollutants is high in river mouths and inlets such as Huong, Truoi, Thuan An, O Lau and Tu Hien. The simulation results show that the values of nutrients and organic matters in water are high in these areas, even higher than limitation value.*

**Keywords:** *Model, lagoon, pollutants, water quality, simulation.*