

MÔ PHÒNG LAN TRUYỀN CHẤT Ô NHIỄM MÔI TRƯỜNG NƯỚC VÙNG VỊNH HẠ LONG - BÁI TỬ LONG

Trần Anh Tú, Đỗ Đình Chiến, Vũ Duy Vĩnh,
Trần Đức Thạnh, Nguyễn Thị Kim Anh

I. MỞ ĐẦU

Vịnh Hạ Long - Bái Tử Long (HL-BTL) thuộc tỉnh Quảng Ninh nằm ở phía đông bắc nước ta, là một phần bờ tây vịnh Bắc Bộ. Với những lợi thế về vị trí địa lý, điều kiện thiên nhiên, và tài nguyên thiên nhiên, khu vực có tiềm năng phát triển kinh tế rất lớn. Trong những năm gần đây, kinh tế của tỉnh Quảng Ninh đã phát triển nhanh, năm 2006 Quảng Ninh đã trở thành một trong 10 tỉnh/thành phố có mức thu ngân sách lớn nhất của cả nước, trong đó có sự đóng góp rất lớn từ khu vực HL-BTL. Nơi đây cũng đã được xác định là vùng phát triển động lực của tỉnh với sự tập trung của các ngành kinh tế mũi nhọn như công nghiệp khai thác và chế biến than, cảng và giao thông thủy, du lịch dịch vụ, nuôi trồng khai thác, chế biến thủy - hải sản v.v. Tuy nhiên, sự phát triển kinh tế cũng làm gia tăng hàm lượng chất ô nhiễm trong môi trường nước biển. Nhằm làm rõ hơn về bức tranh lan truyền các chất ô nhiễm (dinh dưỡng, hữu cơ, chất rắn lơ lửng, kim loại nặng), để trên cơ sở đó, các cơ quan chức năng thực hiện việc kiểm soát, quản lý và bảo vệ môi trường nước trong vịnh được tốt hơn. Nghiên cứu này là một phần kết quả của Dự án cấp tỉnh Quảng Ninh "Xây dựng mô hình lan truyền chất ô nhiễm cho HL-BTL" do Viện Tài nguyên và Môi trường biển chủ trì trong giai đoạn 2006 - 2007.

II. TÀI LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1. Tài liệu

Các tài liệu chính được sử dụng bao gồm: kết quả điều tra tổng quan điều kiện tự nhiên; những tài liệu, số liệu về tình hình kinh tế - xã hội và những áp lực môi trường vùng ven biển Quảng Ninh [3, 4, 5]. Đặc biệt số liệu điều tra khảo sát thủy lý, thủy hoá và chất lượng nước được thực hiện trong khuôn khổ của Dự án nói trên. Hai đợt khảo sát dài ngày đã được tiến hành vào mùa mưa (2006) và mùa khô (2007) tại 04 trạm liên tục ngày đêm nhằm hiệu chỉnh và kiểm chứng mô hình toán; 20 trạm mặt rộng biển để đánh giá hiện trạng chất lượng nước khu vực nghiên cứu và 20 trạm nguồn thải lục địa.

2.2. Phương pháp

Các phương pháp chính được sử dụng bao gồm:

- Phương pháp điều tra khảo sát biển theo Quy phạm Điều tra nghiên cứu biển do Ủy ban Khoa học Kỹ thuật Nhà nước ban hành, 1982.
- Phương pháp mô hình toán: để mô phỏng sự lan truyền chất ô nhiễm trong nước, nghiên cứu này đã sử dụng mô hình delft-3d (Viện Thủy lực Hà Lan). Miền tính có kích thước dài 66 km và rộng 49 km; với diện tích mặt nước khoảng 1987,4km² được chia thành 333 x 286 ô tính, kích thước các ô lưới biến đổi từ 65,25 đến 289,83m; ngoài ra các thông số khác làm đầu vào cho mô hình được thể hiện như trong bảng 1. Mô phỏng lan truyền chất ô nhiễm HL-BTL được xây dựng trên nền và các kết quả của mô hình thủy động lực. Thời gian mô phỏng thủy động lực và

chất lượng nước khu vực HL-BTL được thiết lập và mô phỏng: tình trạng năm 2006 - 2007 và dự báo năm 2010, năm 2015. Với điều kiện biên, tại các biên mở biển của mô hình lan truyền chất ô nhiễm, tất cả các giá trị về chất ô nhiễm (hữu cơ, dinh dưỡng, kim loại nặng, trầm tích lơ lửng...) được lấy trung bình theo mùa. Đối với các kịch bản dự báo, các giá trị hàm lượng của chất gây ô nhiễm dự báo tại những điểm nguồn thải được dùng cho các biên mở sông đi vào miền tính. Đây là lượng ô nhiễm được dự báo trên cơ sở định hướng và quy hoạch phát triển kinh tế - xã hội của khu vực [3, 4, 5].

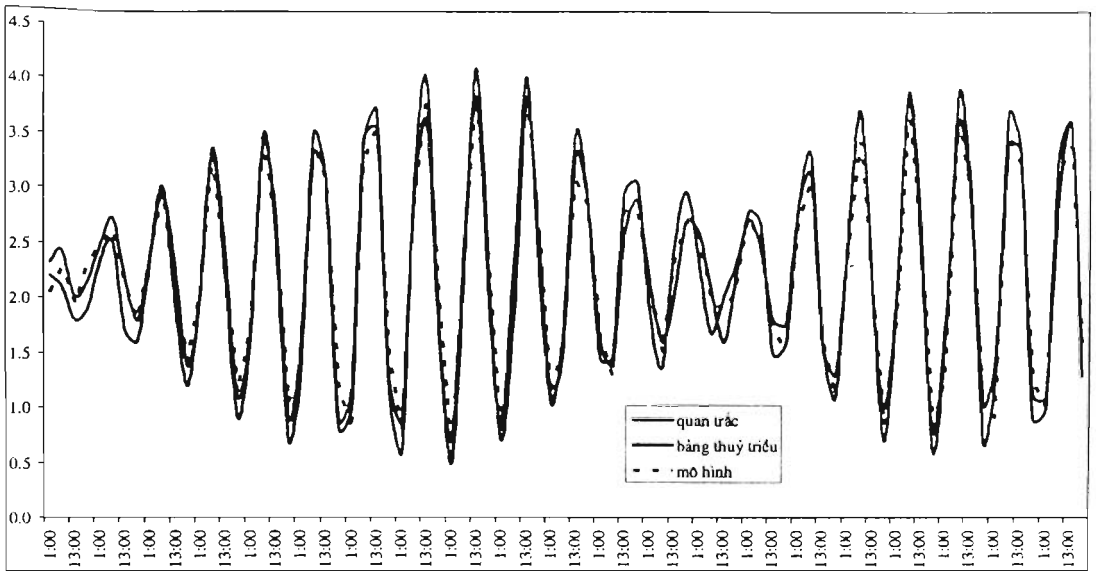
Bảng 1. Các thông số đầu vào của mô hình thủy động lực

Thông số	Giá trị
Số điểm tính theo kinh độ (M) và vĩ độ (N)	M=333; N=286
Bước thời gian	30 giây
Ngưỡng giữa khô và ướt	0,1 m
Số tầng	3 (33%, 34%, 33%)
Hệ số nhớt theo phương ngang	1,0m ² /s
Hệ số nhớt theo phương đứng	1,0 x 10 ⁻⁶ m ² /s
Hệ số khuếch tán theo phương ngang	1,0m ² /s
Hệ số khuếch tán theo phương đứng	1,0 x 10 ⁻⁶ m ² /s
Hệ số nhám Chezy	60

Để đánh giá và hiệu chỉnh mô hình thủy động lực: so sánh kết quả các lần tính toán mực nước của mô hình với mực nước trong bảng thủy triều và với số liệu quan trắc của Trung tâm Khí tượng-Thủy văn Quảng Ninh trong cả hai trường hợp: mùa mưa và mùa khô. Sau lần hiệu chỉnh cuối, các kết quả tính toán trên bảng 2 cho thấy sai số bình phương trung bình giữa mực nước quan trắc và tính toán đều có giá trị nhỏ hơn 0,2m. Sai số bình phương trung bình giữa tính toán bằng mô hình với mực nước quan trắc cũng nhỏ hơn sai số bình phương trung bình giữa mực nước quan trắc và bảng thủy triều. Sai số này có thể chấp nhận được trong điều kiện địa hình khu vực tính phức tạp và biên độ dao động mực nước lớn như ở khu vực HL-BTL. Dao động mực nước tính toán của mô hình với mực nước trong bảng thủy triều và quan trắc được thể hiện trên hình 2 cũng cho thấy có sự phù hợp cả về pha triều và độ lớn.

Bảng 2. Sai số bình phương trung bình của mực nước

Thời gian	Số liệu quan trắc và số liệu của bảng thủy triều	Số liệu quan trắc và số liệu tính toán của mô hình
Mùa mưa	0,216	0,196
Mùa khô	0,205	0,190



Hình 1. So sánh mực nước tính bằng mô hình với bảng thủy triều và quan trắc tại Hòn Gai (khoảng thời gian: 25/9/2006-15/10/2006)

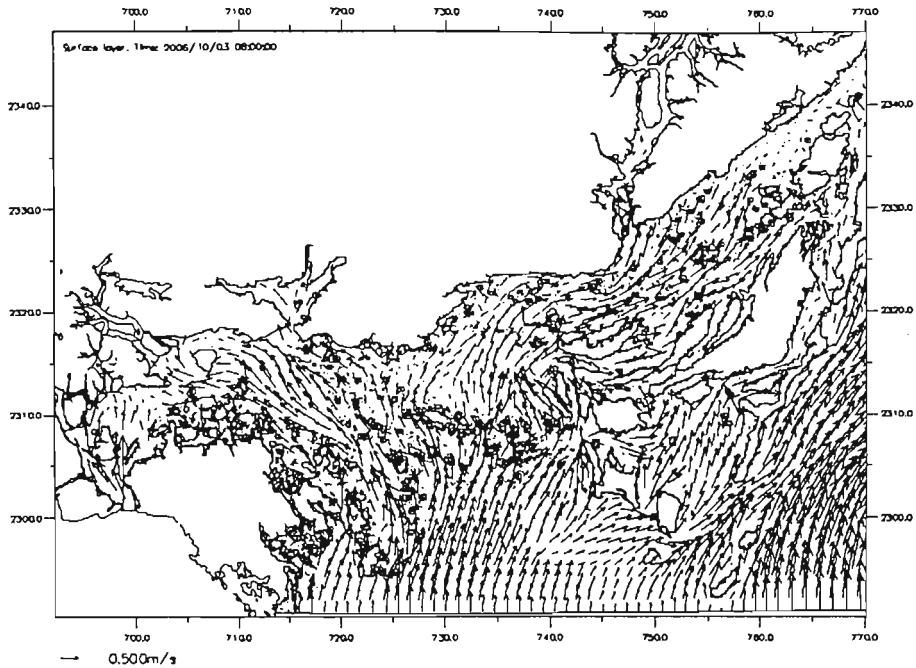
III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Mô phỏng dòng chảy

Các kết quả mô phỏng trường dòng chảy khu vực HL-BTL cho thấy tính chất của dòng chảy giữa mùa khô và mùa mưa không có sự khác biệt nhiều do lưu lượng nước từ sông chảy vào khu vực nghiên cứu không lớn và ảnh hưởng của gió nhỏ do địa hình khu vực kín, chắn gió. Địa hình phức tạp và bị chia cắt với rất nhiều đảo nhỏ khác nhau nên trường dòng chảy trong khu vực khá phân tán về hướng và vận tốc, thể hiện rất rõ tính chất địa phương. Vận tốc dòng chảy thường cao (lớn hơn 80cm/s) ở những cửa lạch hẹp giữa các đảo và nhỏ hơn ở những nơi còn lại. Đáy biển của khu vực Tuần Châu - Lạch Huyện khá nông nên sự trao đổi nước giữa vịnh Hạ Long với khu vực tây nam đảo Cát Bà yếu, hơn khu vực phía đông đảo Cát Bà và vịnh Bái Tử Long. Điều này thể hiện ở vận tốc dòng chảy trong các pha triều ở phía đông đảo Cát Bà thường lớn hơn phía tây bắc đảo Cát Bà từ 40 - 60cm/s (hình 2).

Trong pha triều lên, dòng nước đi vào vùng biển HL-BTL chủ yếu từ phía đông đảo Cát Bà, sau đó chia làm hai nhánh: một nhánh đi sâu vào vịnh Hạ Long, vịnh Cửa Lục, xuống tận phía nam đảo Tuần Châu; một nhánh khác đi lên phía đông bắc sang vịnh Bái Tử Long. Dòng nước từ khu vực cửa Lạch Huyện đi vào vịnh Hạ Long qua khu vực đảo Tuần Châu yếu, thể hiện qua vận tốc dòng chảy ở đây hầu như không đáng kể. Vận tốc dòng chảy trong khu vực ở pha triều này thường biến đổi từ 50 - 100cm/s; Tại một số lạch hẹp (giữa các đảo) như Lạch Miêu, Cửa Vạn, Lạch Giời và khu vực giữa cửa vịnh Hạ Long, vịnh Bái Tử Long, vận tốc dòng chảy lớn nhất trong pha triều lên có thể 100cm/s. Trong pha triều xuống, nước từ phía nam đảo Tuần Châu và vịnh Hạ Long chảy theo hướng đông - đông nam, dòng nước từ phía Cửa Ông và vịnh Bái Tử Long chảy theo hướng tây - tây nam sau đó kết hợp với nhau xuống phía nam qua phía đông

đảo Cát Bà; dòng chảy từ vịnh Hạ Long đi qua cửa Lạch Huyện xuống khu vực phía tây đảo Cát Bà có giá trị không lớn như dòng chảy ở phía đông đảo Cát Bà; cũng như trong pha triều lên, hướng dòng chảy trong vịnh cũng phân tán, giá trị vận tốc dòng chảy trong pha triều này thường cao hơn khi triều lên.



Hình 2. Trường dòng chảy tầng mặt khu vực nghiên cứu

(lúc 08h0' ngày 03/10/2006)

Do lưu lượng từ các sông đổ vào vùng biển HL-BTL không lớn (cả trong mùa mưa) nên sự phân tầng về hướng giữa dòng chảy các tầng cũng không thể hiện một cách rõ rệt. Trong khi đó, giá trị vận tốc dòng chảy ở tầng đáy khá nhỏ so với tầng mặt. Tại khu vực vịnh Hạ Long, giá trị vận tốc dòng chảy tầng mặt và tầng giữa không có sự khác biệt nhiều. Tuy nhiên, vận tốc dòng chảy tầng đáy thường nhỏ hơn tầng mặt và giữa khoảng 20 - 60 cm/s, sự chênh lệch này lớn hơn vào kỳ triều cường và nhỏ hơn trong những ngày triều kém và xuất hiện chủ yếu trong thời kỳ vận tốc dòng chảy có giá trị lớn. Giá trị vận tốc dòng chảy ở tầng đáy biến đổi theo pha triều rất ít, trong khi ở tầng mặt và giữa, vận tốc dòng chảy chênh lệch giữa kỳ nước cường và nước kém có thể lên tới 60 - 70cm/s, điều này cho thấy sự trao đổi nước giữa vịnh Hạ Long và biển chủ yếu diễn ra ở các lớp nước tầng trên (tầng giữa và mặt). Hướng dòng chảy tầng mặt và tầng giữa ở khu vực vịnh Hạ Long ít có sự chênh lệch trong các pha triều. Tuy nhiên, hướng dòng chảy tầng đáy ở kỳ triều kém thường lệch về bên phải so với các tầng trên khoảng 30 - 60 độ.

Ở khu vực vịnh Bái Tử Long, sự chênh lệch về vận tốc dòng chảy giữa các tầng cũng thể hiện các xu thế tương tự như ở khu vực vịnh Hạ Long. Tuy nhiên vận tốc dòng chảy tầng đáy thường nhỏ hơn từ 10 - 50cm/s so với tầng mặt và tầng giữa. Trong kỳ nước kém, ở một số thời điểm đã xuất hiện sự lệch pha của dòng chảy giữa các tầng khác nhau. Sự khác biệt pha dòng chảy cũng thể hiện qua quan hệ giữa hướng dòng chảy ở các tầng và

dao động mực nước.

3.2. Mô phỏng chất dinh dưỡng

- NO_3^- : ở tầng mặt vào mùa mưa (2006) có giá trị biến đổi từ 1,5mg/l đến 3,5mg/l khu vực ven bờ và giá trị biến đổi từ 0,2mg/l - 0,6mg/l khu vực phía ngoài đầu pha triều lên. Ở cuối pha triều lên, giá trị hàm lượng NO_3^- giảm đi. Trong ba tầng tính toán, hàm lượng NO_3^- tại tầng mặt có giá trị cao nhất và tầng đáy có giá trị nhỏ nhất trong các tầng tính toán. Vào mùa khô (2007), khu vực ven bờ có hàm lượng NO_3^- nhỏ hơn mùa mưa (2006) từ 0,3mg/l đến 0,5mg/l và khu vực phía ngoài biển có giá trị thấp hơn mùa mưa khoảng 0,1mg/l. Giá trị hàm lượng NO_3^- trong pha triều xuống luôn luôn lớn hơn trong pha triều lên. Trong một pha triều, đầu pha triều lên (xuống) hàm lượng NO_3^- có giá trị cao nhất so với thời điểm giữa pha triều và cuối pha triều. Về phạm vi không gian, khu vực cửa sông Mông Dương và khu vực phía tây vịnh Hạ Long có hàm lượng NO_3^- cao nhất so với các khu vực khác. Trong một chu kỳ triều tính toán, khu vực Bãi Cháy-Cửa Lục-Hòn Gai có sự biến động về giá trị NO_3^- nhanh hơn so với các khu vực khác, bởi vì khu vực này có sự ảnh hưởng mạnh của trường dòng chảy.
- NH_4^+ : ở tầng mặt vào mùa mưa (2006) có giá trị biến đổi từ 0,4mg/l đến 3,0mg/l đầu pha triều lên và giá trị biến đổi từ 0,2mg/l đến 2,0mg/l cuối pha triều lên. Trong ba tầng tính toán, hàm lượng NH_4^+ tại tầng mặt có giá trị cao hơn tầng giữa và tầng đáy. Vào mùa khô (2007), khu vực ven bờ có hàm lượng NH_4^+ đạt giá trị từ 1,5mg/l đến 2,0mg/l và khu vực phía ngoài biển có giá trị thấp hơn (từ 0,4 đến 1,0mg/l). Giá trị hàm lượng NH_4^+ trong pha triều xuống luôn luôn lớn hơn trong pha triều lên. Trong một pha triều, đầu pha triều lên (xuống) hàm lượng NH_4^+ có giá trị cao nhất so với thời điểm giữa pha triều và cuối pha triều. Về phạm vi không gian, khu vực cửa sông Mông Dương và ven bờ Vân Đồn có hàm lượng NH_4^+ cao nhất so với các khu vực khác.
- PO_4^{3-} : các kết quả tính toán cho thấy hàm lượng PO_4^{3-} trong khu vực nghiên cứu vào mùa mưa năm 2006 có giá trị nhỏ, biến đổi từ 0,02 mg/l đến 0,35 mg/l. Phân bố không gian của PO_4^{3-} cũng rất phức tạp: lượng PO_4^{3-} thường tập trung cao ở các cửa vịnh và khu vực cửa sông, trong đó khu vực cửa sông Mông Dương là nơi có hàm lượng PO_4^{3-} cao nhất (> 0,35 mg/l); hàm lượng PO_4^{3-} có xu hướng giảm từ ven bờ ra khơi chênh lệch giữa giá trị phía trong bờ và biên phía ngoài của vịnh nằm trong khoảng 0,2 - 0,3 mg/l. Giá trị PO_4^{3-} trong mùa mưa thường cao hơn mùa khô khoảng 0,1 mg/l.

Tại một vị trí bất kỳ, hàm lượng PO_4^{3-} biến đổi theo thời gian và liên quan đến khối nước di chuyển qua do dao động của thủy triều. Tại khu vực nghiên cứu, cũng như NH_4^+ ; NO_3^- , giá trị PO_4^{3-} mùa khô năm 2007 thường lớn nhất vào ban đêm và nhỏ nhất vào ban ngày. Chênh lệch giữa hàm lượng PO_4^{3-} lớn nhất và nhỏ nhất trong ngày phụ thuộc vào nhiều yếu tố khác nhau, trong thời gian tính toán giá trị này dao động trong khoảng từ 0,1 - 0,4 mg/l.

3.3. Mô phỏng chất hữu cơ

Giá trị trung bình BOD_5 trong khu vực nghiên cứu trong mùa mưa năm 2006 khá nhỏ (1,6 mg/l), nhỏ hơn nhiều so với giới hạn cho phép trong bộ tiêu chuẩn chất lượng nước biển ven bờ là 10 mg/l (TCVN 5943-1995). Phân bố hàm lượng BOD_5 trong vịnh cũng khá phức tạp do địa hình bị chia cắt bởi các đảo nhỏ, tuy nhiên đều thể hiện xu thế

tăng dần từ bờ ra khơi và giảm dần từ các cửa đi vào giữa vịnh. Phía tây nam của khu vực nghiên cứu là nơi hàm lượng BOD₅ có giá trị thấp (nhỏ hơn 0,4 mg/l), trong khi ở các khu vực khác hàm lượng BOD₅ có giá trị biến đổi từ 1,5mg/l đến 2,5mg/l. Hàm lượng BOD₅ trong các vùng phía trong khu vực nghiên cứu lớn hơn phía ngoài khoảng 0,4mg/l đến 0,8mg/l. Sự khác nhau của BOD₅ giữa các tầng nước khác nhau không đáng kể ở những nơi nước nông và chênh lệch giữa tầng đáy và tầng mặt khoảng 0,3mg/l đến 0,5mg/l. Giá trị BOD₅ có liên quan chặt chẽ đến chu kỳ dao động của mực nước và biến đổi theo chu kỳ ngày đêm. Tại khu vực nghiên cứu, BOD₅ mùa khô năm 2007 thường đạt giá trị lớn nhất vào buổi tối và ban đêm khi nhu cầu tiêu hao oxy cao trong khi nguồn cung cấp bị hạn chế và nhỏ nhất vào ban ngày khi nguồn cung cấp oxy dồi dào. Chênh lệch giữa hàm lượng BOD₅ lớn nhất và nhỏ nhất trong ngày phụ thuộc vào nhiều yếu tố khác nhau, trong thời gian tính toán giá trị này dao động trong khoảng từ 1,2 mg/l - 3,2 mg/l.

Các kết quả tính toán cho thấy hàm lượng COD trong khu vực nghiên cứu vào mùa mưa năm 2006 có giá trị trung bình khoảng 1,8 mg/l. Đây là giá trị rất nhỏ so với tiêu chuẩn cho phép đối với khu vực nuôi trồng thủy sản là 30 mg /l. Phân bố không gian của COD cũng rất phức tạp: lượng COD thường tập trung cao ở các cửa vịnh, ven bờ và khu vực cửa sông Mông Dương, trong đó khu vực cửa vịnh phía đông bắc là nơi có hàm lượng COD cao nhất (3,2-3,6 mg/l); những nơi ven bờ nước nông hàm lượng DO cao thì giá trị COD nhỏ (< 2,4 mg/l vào mùa mưa và < 1,8 mg/l và mùa khô); hàm lượng COD có xu hướng giảm từ phía tây nam khu vực nghiên cứu đến gần trung tâm và tăng từ đó đến khu vực đông bắc, phía đông bắc là nơi có hàm lượng COD cao hơn nữa phía tây nam; theo chiều từ bờ ra khơi, hàm lượng COD có xu hướng tăng dần, chênh lệch giữa giá trị phía trong bờ và biên phía ngoài của vịnh nằm trong khoảng 0,4-0,6 mg/l. Giá trị COD trong mùa mưa thường cao hơn mùa khô khoảng 0,4 mg/l.

Tại một vị trí bất kỳ, hàm lượng COD biến đổi theo thời gian và liên quan đến khối nước di chuyển qua do dao động của thủy triều. Tại khu vực nghiên cứu, cũng như BOD, giá trị COD mùa khô năm 2007 thường lớn nhất vào ban đêm và nhỏ nhất vào ban ngày. Chênh lệch giữa hàm lượng COD lớn nhất và nhỏ nhất trong ngày phụ thuộc vào nhiều yếu tố khác nhau, trong thời gian tính toán giá trị này dao động trong khoảng 0,3-0,5 mg/l.

BOD và COD luôn thấp hơn GHCP đối với tiêu chuẩn chất lượng nước biển dùng cho nuôi thủy sản, nên có thể cho rằng hiện trạng nước vùng biển khu vực nghiên cứu chưa có biểu hiện bị ô nhiễm bởi các hợp chất hữu cơ tiêu hao oxy.

3.4. Mô phỏng tổng chất rắn lơ lửng (TSS)

Phân bố TSS trong nước ở khu vực HL-BTL có liên quan nhiều đến dao động mực nước và biến động rõ rệt theo mùa. Vào mùa mưa, hàm lượng TSS trong nước biển đổi trong khoảng 5-40 mg/l. Một số khu vực có hàm lượng trầm tích lơ lửng cao với hàm lượng từ 25 đến 40 mg/l là phía tây nam đảo Tuần Châu, khu vực các cửa sông (phía trong vịnh Cửa Lục) và khu vực cửa sông Mông Dương (Cửa Ông). Các khu vực còn lại đều có tổng chất rắn lơ lửng trong nước hầu hết nhỏ hơn 25mg/l. Trong mùa khô khi tổng chất rắn lơ lửng và lưu lượng nước từ các sông đổ vào HL-BTL đều giảm thì tổng chất rắn lơ lửng trong nước ở hầu hết các khu vực trong HL-BTL đều nhỏ hơn 20mg/l.

Ngoài những khu vực có TSS cao hơn 25mg/l như tây nam đảo Tuần Châu, các cửa sông trong vịnh Cửa Lục, cửa sông Mông Dương v.v. thì ở gần các điểm nguồn thải ven bờ cũng là những nơi có TSS trong nước cao. Phạm vi không gian của khu vực có giá trị TSS > 30 mg/l chủ yếu ở sát khu vực ven bờ trong thời gian tính toán.

Phân bố không gian của các khu vực có TSS cao trong HL-BTL biến đổi rõ rệt theo pha triều. Tuy nhiên, do lưu lượng nước từ các sông đổ vào vịnh không lớn lắm nên những khu vực thể hiện sự ảnh hưởng này chỉ tồn tại với phạm vi tương đối nhỏ ở gần các cửa sông. Khi triều lên thì khối nước có TSS cao bị thu hẹp và đẩy sát lên phía trên trong khi pha triều xuống các khối nước sông có TSS cao có điều kiện mở rộng ra biển. Vào mùa mưa, sự kết hợp của nước từ sông chảy ra khi pha triều xuống làm cho khu vực có TSS cao mở rộng ra phía ngoài biển lớn hơn trong pha triều xuống trong mùa khô.

Khu vực HL-BTL có độ sâu không lớn lắm và độ muối tương đối cao nên sự phân tầng của TSS trong khu vực này không nhiều. Chỉ thể hiện rõ rệt giữa tầng mặt và tầng đáy xung quanh các khu vực cửa sông cả về giá trị hàm lượng, phạm vi không gian và pha. Ở một số thời điểm, mặc dù TSS ở tầng đáy lớn hơn nhưng do khối nước ở tầng đáy có độ muối cao hơn nên phạm vi không gian của vùng có TSS cao ở tầng đáy bị thu hẹp và nhỏ hơn các lớp nước ở phía trên.

Các kết quả tính toán cũng cho thấy sự lan truyền TSS từ khu vực cửa Lạch Huyện và phía đông quần đảo Cát Bà vào vịnh Hạ Long. Tuy nhiên, do địa hình khu vực phía tây nam đảo Tuần Châu khá nông, sự trao đổi nước qua khu vực này không lớn nên ảnh hưởng của các khối nước đục hơn từ phía cửa Lạch Huyện chỉ có thể đến khu vực đảo Tuần Châu, ít ảnh hưởng đến vịnh Hạ Long. Còn phía đông quần đảo Cát Bà, mặc dù khối nước đi vào vịnh Hạ Long có TSS cao hơn trong vịnh nhưng giá trị thấp (nhỏ hơn 15mg/l) nên cũng không ảnh hưởng nhiều đến chất lượng nước trong vịnh Hạ Long.

So sánh với giới hạn hàm lượng TSS trong nước biển ven bờ của Việt Nam (TCVN 5943-1995) đối với nước cho nuôi trồng thủy sản (50mg/l) thì có thể thấy rằng chất lượng nước trong khu vực nghiên cứu hầu hết đều khá thấp so với tiêu chuẩn cho phép. Đối với tiêu chuẩn chất lượng nước cho bãi tắm, trừ một số khu vực gần các cửa sông ven bờ còn các khu vực khác cũng thấp hơn giới hạn cho phép (nhỏ hơn 25mg/l). Như vậy, có thể nói rằng TSS chưa tác động nhiều đến chất lượng nước ở khu vực nghiên cứu.

3.5. Mô phỏng kim loại nặng

- *Chì (Pb):*

Phân bố hàm lượng chì trong nước ở khu vực HL-BTL có liên quan nhiều đến dao động mực nước và biến động theo mùa. Ở gần bờ, hàm lượng chì trong nước biển đổi trong khoảng 0,003 - 0,004 mg/l và giảm dần còn khoảng 0,001- 0,002 ra phía ngoài khơi, các giá trị này đều nhỏ hơn các giới hạn cho phép của Tiêu chuẩn chất lượng nước biển ven bờ (TCVN 5943 - 1995) cho Pb là 0,1 mg /l (đối với bãi tắm), 0,05mg/l (cho nuôi trồng thủy sản) và 0,1 mg /l (đối với các nơi khác). Vùng nước có hàm lượng Pb cao hơn chủ yếu tập trung sát ở dải ven bờ, khu vực phía trong vịnh Cửa Lục, cửa sông Mông Dương. Tuy nhiên, khu vực này có phạm vi rất nhỏ. Khu vực có hàm lượng Pb cao bị thu hẹp dần trong pha triều lên đến nhỏ nhất khi mực nước đạt cực đại và mở rộng dần trong pha triều xuống đến khi mực nước đạt giá trị cực tiểu. Tuy nhiên, sự biến

động hàm lượng cũng như diện tích vùng có hàm lượng Pb cao theo dao động của mực nước cũng không lớn. Do sự hạn chế của dòng chảy sông đưa ra vào mùa khô nên phạm vi và hàm lượng chì trong nước mùa khô đều khá nhỏ so với mùa mưa. Điều này cho thấy sự tác động do ô nhiễm chì ở khu vực HL-BTL vào mùa mưa lớn hơn mùa khô. Khu vực có hàm lượng chì cao trong nước tập trung ở khu vực sát ven bờ, nơi có độ sâu khá nhỏ. Vì vậy, sự biến đổi của hàm lượng và khu vực có hàm lượng Pb cao trong nước theo độ sâu là khá nhỏ.

- *Cadimi:*

Hàm lượng cadimi trong nước biển HL-BTL có sự biến động và phạm vi phân bố không gian của cadimi ở khu vực này theo pha triều và theo mùa cũng tương tự như chì. Ở vùng ven bờ, hàm lượng cadimi trong nước biến đổi trong khoảng 0,0002 - 0,0004 mg/l và giảm dần khi ra phía ngoài với giá trị còn 0,00002 mg/l. Các giá trị này đều khá nhỏ so với giới hạn hàm lượng cadimi cho phép theo Tiêu chuẩn chất lượng nước biển ven bờ Việt Nam (TCVN 5943-1995) cho cadimi là 0,005 mg/l đối với bãi tắm và khu vực nuôi trồng thủy sản, 0,01 mg/l đối với các mục đích khác. Vùng nước có hàm lượng Cadimi cao xuất hiện ở các khu vực cửa sông, ven bờ nhưng phạm vi không gian không lớn.

- *Arsen:*

Cũng giống như chì và cadimi, sự lan truyền và không gian phân bố hàm lượng arsen ở HL - BTL chịu ảnh hưởng lớn bởi dao động mực nước và biến đổi mùa của nước từ các sông chảy vào khu vực. Trong pha triều lên khu vực có hàm lượng arsen cao hơn bị thu hẹp dần vào sát dải ven bờ đến khi mực nước đạt cực đại. Ngược lại, khu vực có hàm lượng arsen cao hơn có điều kiện mở rộng ra phía ngoài biển khi triều xuống và đạt cực đại khi mực nước có giá trị nhỏ nhất. Vào mùa khô, khi lưu lượng nước từ các sông giảm thì phạm vi tác động của khu vực có hàm lượng arsen cao hơn đối với vùng biển phía ngoài cũng giảm nhiều so với mùa mưa. Các kết quả tính toán phân bố hàm lượng arsen ở HL-BTL cũng cho thấy ở vùng ven bờ (phạm vi khá nhỏ) hàm lượng arsen trong nước cao hơn với các giá trị dao động trong khoảng 0,0006 - 0,002 mg/l. Giá trị này giảm dần ở những khu vực xa bờ hơn với các giá trị nhỏ hơn 0,0006mg/l. Đây là các giá trị đều khá nhỏ so với Tiêu chuẩn chất lượng nước biển ven bờ Việt Nam (TCVN 5943-1995) cho arsen là 0,01 mg/l đối với nuôi trồng thủy sản, 0,055 mg/l đối với các bãi tắm và các nơi khác.

3.6. Mô phỏng dự báo

Mô hình dự báo lan truyền chất ô nhiễm trong môi trường nước khu vực HL-BTL được tiến hành với 2 kịch bản khác nhau: vào năm 2010 và năm 2015. Các kết quả dự báo đã cho thấy giá trị hàm lượng các chất ô nhiễm tăng rõ rệt theo thời gian; các khu nhà máy xí nghiệp quy hoạch trong tương lai có biểu hiện ô nhiễm vượt các tiêu chuẩn cho phép của Việt Nam. Các chất hữu cơ và dinh dưỡng có biểu hiện vượt giới hạn cho phép ở các khu vực ven bờ và cửa sông. Trong khi đó, các chất ô nhiễm kim loại nặng và TSS vẫn thấp hơn giới hạn cho phép của Việt Nam.

IV. KẾT LUẬN

Kết quả mô phỏng trường dòng chảy khu vực nghiên cứu cho thấy giữa mùa khô và

mùa mưa không có sự khác biệt nhiều. Trường dòng chảy khá phân tán về hướng và giá trị vận tốc, thể hiện rất rõ tính chất địa phương. Vận tốc dòng chảy thường đạt giá trị lớn ở những cửa lạch hẹp giữa các đảo và vận tốc dòng chảy có giá trị nhỏ ở những nơi khác. Sự lan truyền các chất ô nhiễm phụ thuộc vào chế độ thủy động lực, liên quan chặt chẽ đến chu kỳ dao động của mực nước và biến đổi theo chu kỳ ngày đêm. Hàm lượng các chất dinh dưỡng, hữu cơ có giá trị cao thường tập trung ở cửa vịnh, ven bờ các cửa sông và có xu hướng giảm dần theo chiều từ bờ ra khơi. Chất rắn lơ lửng trong mùa mưa và mùa khô có sự khác nhau rõ rệt, các điểm nguồn thải ven bờ thường có giá trị cao. Lan truyền của kim loại nặng với sự biến động hàm lượng cũng như diện tích vùng có hàm lượng cao theo dao động của mực nước không lớn. Giá trị hàm lượng kim loại nặng trong nước vịnh mùa mưa cao hơn mùa khô và thường tập trung ở các khu vực sát ven bờ.

Mô hình dự báo lan truyền chất ô nhiễm trong môi trường nước với 2 kịch bản khác nhau: vào năm 2010 và năm 2015. Kết quả mô phỏng trường dòng chảy dự báo không khác nhiều so với các năm 2006 - 2007. Các kết quả dự báo đã cho thấy giá trị hàm lượng các chất ô nhiễm tăng rõ rệt theo thời gian. Các chất hữu cơ và dinh dưỡng có biểu hiện vượt GHCP ở các khu vực ven bờ và cửa sông. Trong khi đó, các chất ô nhiễm kim loại nặng và tổng chất rắn lơ lửng vẫn thấp hơn giới hạn cho phép của Việt Nam vào năm 2015. Tuy nhiên, đối với các kịch bản dự báo số liệu đầu vào phụ thuộc vào các điều kiện quy hoạch phát triển cho trong tương lai, bởi vậy cần phải có những nghiên cứu cụ thể tiếp theo.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Đỗ Trọng Bình, 2003.** Ứng dụng mô hình MIKE 21 để đánh giá và dự báo thủy động lực và chất lượng nước vịnh Hạ Long. Tuyển tập Tài nguyên và Môi trường biển, tập IX, trang 33-51. Nxb KH&KT, Hà Nội.
2. **Đỗ Đình Chiến, Đỗ Trọng Bình, Trần Anh Tú, Vũ Duy Vinh, 2003.** Ứng dụng mô hình DELFT-3D nghiên cứu, dự báo chất lượng nước vịnh Hạ Long. Báo cáo chuyên đề Dự án SAREC. Lưu trữ tại Viện TN &MT biển.
3. **Lưu Văn Diệu, Nguyễn Thị Phương Hoa và nnk, 2001.** Đánh giá mức độ ô nhiễm do nguồn thải từ lục địa, đề xuất giải pháp kiểm soát, quản lý ô nhiễm vùng biển ven bờ phía bắc (từ Quảng Ninh đến Thanh Hoá). Lưu trữ tại Viện TN &MT biển.
4. **Phạm Ngọc Đăng, Nguyễn Quỳnh Hương, Trần Đông Phong, 2004.** Quy hoạch môi trường tỉnh Quảng Ninh đến năm 2010. Trung tâm Kỹ thuật Môi trường Đô thị và Khu công nghiệp - Trường Đại học Xây dựng, Hà Nội.
5. **Japan International Cooperation Agency (JICA), 1999.** The study on Environment management for Ha Long Bay. Final report, Volume I, II, III, IV.
6. **Mulla D. J and Addiscott T. M., 2005.** Calibration and Validation of Water shed-Scale Models.
7. **Vũ Duy Vinh, 2005.** Mô hình toán nghiên cứu thủy động lực và chất lượng nước khu vực vịnh Bái Tử Long. Tuyển tập tài nguyên và môi trường biển, tập XII, trang 33-51. Nxb KH&KT, Hà Nội
8. **WL |Delft Hydraulics, 1999.** Delft3D-FLOW User Manual Version 3.05, Delft3D-Waq User Manual Version 3.01, Delft3D-Part User Manual Version 1.0 WL| Delft Hydraulics, Delft, Netherlands

Summary

SIMULATION OF THE POLLUTANT TRANSPORTATION IN WATER OF THE HA LONG-BAI TU LONG AREA

**Tran Anh Tu, Do Dinh Chien, Vu Duy Vinh,
Tran Duc Thanh, Nguyen Thi Kim Anh**

This paper used delft-3d model (Institute of Hydraulics, Delft, Netherlands) to simulate the transport of pollutants in water of the study area of Ha Long - Bai Tu Long bays. The concentrations of these pollutants get high values in the inlet of the bays, in the inshore of estuaries and gradually reduce seaward. Simulation outcomes show that the transport of organic matters and nutrients all depend on hydraulic regime. Transportation of total suspended solid (TSS) in the dry and rainy seasons is different, the high value of TSS is nearby discharge source, in large area but concentrated in inshore area. Transportation of heavy metals is not very much dependent upon the fluctuation of water level. The concentration of heavy metals in water of the bays in the rainy season is higher than that in the dry season. Models for transportation prediction of pollutants in water environment (with two different scenarios: 2010 and 2015) show that the concentration of pollutants would increase clearly with time. The organic matters and nutrients would be higher than the permitted limits of Vietnam in coastal and estuarine areas. In 2015, the concentrations of heavy metals and total suspended solid would be lower than the permitted limits of Vietnam.