

## MỘT SỐ KẾT QUẢ ỨNG DỤNG CÔNG CỤ MÔ HÌNH TRONG NGHIÊN CỨU MÔI TRƯỜNG BIỂN

**Vũ Duy Vĩnh**

Viện Tài nguyên và Môi trường Biển  
246 – Đà Nẵng, Ngô Quyền, Hải Phòng

Email: [vinhvd@imer.ac.vn](mailto:vinhvd@imer.ac.vn)

### Tóm tắt

Với sự phát triển mạnh mẽ của khoa học và công nghệ, các công cụ khảo sát, phân tích hỗ trợ cho nghiên cứu môi trường biển đã được cải thiện đáng kể. Bài viết này trình bày tóm tắt khả năng ứng dụng mô hình toán học và một số kết quả ứng dụng mô hình toán trong nghiên cứu môi trường biển của Viện Tài nguyên và Môi trường Biển. Đó là những kết quả ứng dụng khác nhau của mô hình toán trong mô phỏng các quá trình thủy động lực, vận chuyển trầm tích, lan truyền các chất gây ô nhiễm, chất lượng nước và sinh thái học. Tuy còn có những hạn chế nhất định nhưng những kết quả đạt được trong việc ứng dụng mô hình toán dần khẳng định và đóng góp quan trọng phục vụ nghiên cứu môi trường biển.

### Abstract

#### SOME APPLICATIONS OF MODELING TOOLS IN MARINE ENVIRONMENT STUDY

Together with strong development of science and technology, survey equipments and analyzing tools for marine environment study have been significantly improved. This paper presents a recap about ability of applying numerical models and some results of the numerical models application on marine environment study in the Institute of Marine Environment and Resources. The results include those on hydrodynamics, sediment transport, pollutants spreading, water quality and ecology. Although the results are still limited, it is evident that the application of the numerical models significantly contribute to the marine environment study.

### I. MỞ ĐẦU

Với sự phát triển mạnh mẽ của khoa học và công nghệ, các công cụ khảo sát, phân tích hỗ trợ cho nghiên cứu môi trường biển đã được cải thiện đáng kể. Một trong những công cụ đó là các mô hình toán học. Các mô hình toán học bắt đầu được sử dụng cho các nghiên cứu ở Việt Nam vẫn còn khá mới mẻ và hầu như mới bắt đầu từ đầu những năm 80 của thế kỷ trước. Các mô hình này chủ yếu được ứng dụng ở một số cơ quan nghiên cứu như Viện Cơ học, Viện Địa Lý, Viện Khí tượng thủy văn và Đại học KHTN (ĐHQGHN). Gần đây

hơn, do nhu cầu thực tế đòi hỏi nên các mô hình toán mang tính thương mại cũng đã được đưa vào sử dụng ở một số cơ quan nghiên cứu với các lĩnh vực rất đa dạng như chế độ thủy động lực, vận chuyển trầm tích, tràn dầu, chất lượng nước...v.v. Một số mô hình toán học có khả năng tính toán và ứng dụng rất mạnh cũng đã có ở Việt Nam, như MIKE (Viện Khoa học Thủy lợi, Viện Cơ học), Delft3D (Viện Tài Nguyên và Môi trường biển, Trường Đại học Thủy Lợi, Trung tâm Hải văn và Môi trường), SMS (Trường Đại học Khoa học Tự nhiên). Mặc dù chưa được quan tâm nhiều nhưng cho đến nay ở Việt Nam việc ứng dụng các mô hình toán học phục vụ nghiên cứu tài nguyên và môi trường biển cũng đã cho những kết quả bước đầu rất tích cực.

Tại Viện Tài nguyên và Môi trường biển, các công cụ mô hình mới được sử dụng trong những năm gần đây. Đặc biệt là từ sau năm 2002, một số mô hình chủ yếu đã được sử dụng như sau:

Mô hình Delft3d: Đây là một mô hình tổng hợp 2 hoặc 3 chiều (3D) do Viện Thủy lực Delft (WL | Delft Hydraulics) của Hà Lan nghiên cứu phát triển. Mô hình này gồm các module chính như: thủy động lực, chất lượng nước, sinh thái học, trầm tích và địa hình đáy, sóng (chính là mô hình sóng SWAN). Với các tính năng và ưu điểm của mình, Delft3d có thể được sử dụng để mô phỏng- dự báo thủy động lực, chất lượng nước, lan truyền chất gây ô nhiễm, vận chuyển trầm tích và biến đổi địa hình ở các vùng cửa sông, vùng ven biển và biển khơi [27].

Mô hình SHYFEM (Finite Element Model for Coastal Seas) được nghiên cứu và phát triển bởi Viện Khoa học biển Venice (Italia). Đây là bộ chương trình dựa trên phương pháp phân tử hữu hạn để giải các phương trình thủy động lực cho các vùng đầm phá, vùng cửa sông ven biển. Bộ chương trình này có thể dùng để mô phỏng đặc điểm thủy động lực, lan truyền các chất gây ô nhiễm, chất lượng nước và vận chuyển trầm tích [26].

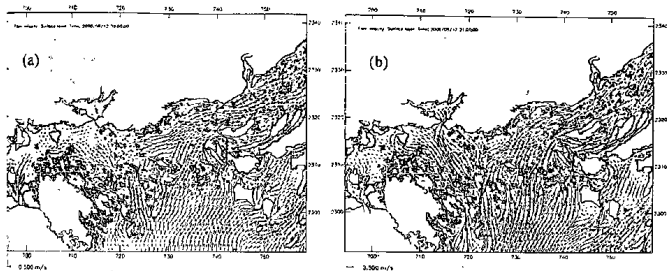
Mô hình COHERENS (COupled Hydrodynamical Ecological model for REgional Shelf seas) mô hình số 3 chiều được xây dựng trong thời gian từ 1990 đến 1999 bởi nhóm các nhà khoa học đa quốc gia (Bi. Anh, Hà Lan) thuộc các tổ chức nghiên cứu nổi tiếng ở Châu Âu và thế giới. Mô hình này tập trung giải các bài toán kết hợp giữa thủy động lực với các quá trình sinh học, ô nhiễm trong vùng nước ven bờ và các biển nông ven thềm lục địa [9].

## II. MỘT SỐ KẾT QUẢ ỨNG DỤNG CÔNG CỤ MÔ HÌNH Ở VIỆN TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG BIỂN

### 2.1. Mô phỏng đặc điểm thủy động lực

Chế độ thủy động lực trong thủy vực là một yếu tố nền quan trọng tác động đến hầu hết các quá trình diễn ra trong đó. Chính vì vậy nó được xét đến đầu tiên trong các nghiên cứu về tài nguyên môi trường như vận chuyển trầm tích, bồi tụ-xói lở, biến động đường bờ, lan truyền các chất gây ô nhiễm ở các vùng cửa sông và ven biển. Trước kia, để đánh giá các đặc trưng thủy động lực, người ta dựa trên các kết quả phân tích từ số liệu khảo sát đo đạc. Tuy nhiên do hạn chế về thời gian và số lượng khảo sát nên việc đánh giá điều kiện thủy

động lực thông qua các số liệu khảo sát gặp rất nhiều khó khăn. Trong khi đó, các công cụ mô hình có thể được áp dụng và cho những kết quả về phân bố không gian, biến động theo thời gian của các yếu tố thủy động lực đó. Với những lợi ích như vậy, các mô hình thủy động lực đã được áp dụng cho một số khu vực như vịnh Bái Tử Long, khu vực vịnh Hạ Long - Bái Tử Long, ven biển Cát Bà - Hạ Long, khu vực cửa sông ven biển Hải Phòng, vùng ven bờ châu thổ sông Hồng [1, 4, 9].

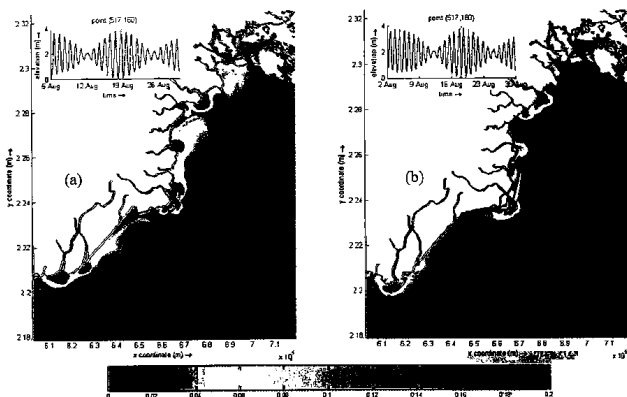


Hình 1. Phân bố trường dòng chảy ở khu vực vịnh Hạ Long - Bái Tử Long (pha triều lên-mùa mưa; a- triều lên; b- triều xuống)[9]

Trên hình 1 là một ví dụ kết quả mô phỏng trường dòng chảy ở khu vực vịnh Hạ Long - Bái Tử Long và vai trò của dao động mực nước đến biến động theo thời gian của trường dòng chảy cũng như ảnh hưởng của địa hình đến phân bố không gian của trường dòng chảy trong khu vực. Khả năng trao đổi nước của các thủy vực cũng như giữa các khu vực khác nhau có ý nghĩa quan trọng trong việc đánh giá khả năng tự làm sạch, sức tái môi trường ở vùng ven biển, khả năng này cũng đã được tính toán định lượng từ các mô hình thủy động lực [9].

## 2.2. Mô phỏng đặc điểm vận chuyển trầm tích

Nằm trong khu vực chịu ảnh hưởng trực tiếp từ các dòng vật chất từ hệ thống sông Hồng và sông Thái Bình, vùng bờ châu thổ sông Hồng chịu những tác động khác nhau do dòng bùn cát từ lục địa đưa ra. Những tác động này vừa có tác dụng tích cực như tăng cường bồi đắp cho vùng châu thổ tạo đất đai và bảo vệ bờ biển..., vừa có những tác dụng tiêu cực như gây bồi lấp các luồng vào cảng, làm đục nước các khu du lịch ven biển. Dưới tác động của các quá trình thủy động lực, sự vận chuyển trầm tích đóng vai trò quan trọng trong quá trình gây ra những tác động đó. Để tìm hiểu cơ chế vận chuyển trầm tích từ các kết quả đo đạc khảo sát sẽ gặp rất nhiều khó khăn và hạn chế, do đó để hiểu rõ các cơ chế vận chuyển trầm tích ở mỗi vùng biển việc áp dụng các mô hình toán là điều cần thiết và có ý nghĩa.



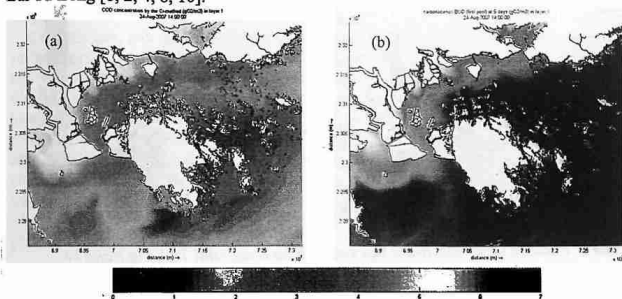
Hình 2. Phân bố hàm lượng trầm tích lơ lửng ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) tầng mặt khu vực ven bờ châu thổ sông Hồng (nước lớn - mùa mưa, trước đập Hòa Bình)[11]

Những kết quả ứng dụng mô hình toán để mô phỏng vận chuyển trầm tích lơ lửng ở các khu vực ven biển Hải Phòng, vùng ven biển Cát Bà - Hạ Long, vùng biển vịnh Hạ Long - Bái Tử Long, vùng cửa ven bờ châu thổ sông Hồng đều cho thấy vai trò quan trọng của dòng bùn cát từ lục địa và dao động mực nước triều đến phân bố theo không gian và biến động theo thời gian của trầm tích lơ lửng trong môi trường nước. Dòng trầm tích cung cấp cho khu vực chủ yếu tập trung vào mùa mưa, trong khi vào mùa khô lượng bùn cát cung cấp ít nên hàm lượng trầm tích lơ lửng khá nhỏ. Những nơi xa các nguồn cung cấp trầm tích từ các cửa sông chính, vùng có hàm lượng trầm tích lơ lửng cao khá nhỏ ở sát ven bờ biến động ít ở khu vực phía ngoài có độ sâu lớn (hình 2). Lượng vận chuyển trầm tích qua các mặt cắt bất kỳ cũng đã được tính toán và dự báo dựa trên mô hình toán [6, 11].

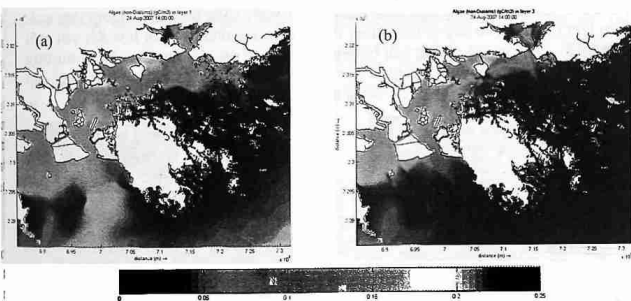
#### 4.3. Mô hình chất lượng nước và sinh thái

Với những ưu điểm lớn so với các phương pháp khác, các mô hình chất lượng nước và sinh thái đã được ứng dụng nhiều ở vùng bờ, đặc biệt là vùng ven biển khu vực Quảng Ninh - Hải Phòng, nơi có di sản thiên nhiên thế giới vịnh Hạ Long, khu dự trữ sinh quyển thế giới Cát Bà. Đối tượng được mô phỏng tính toán từ mô hình toán là khả năng lan truyền theo không gian và biến động theo thời gian của một số nhóm chất gây ô nhiễm hữu cơ, dinh dưỡng và kim loại nặng. Mặc dù do nhiều nguyên nhân khác nhau như thiếu số liệu đầu vào, không có điều kiện để tiến hành các thí nghiệm đánh giá các hệ số, tham số của mô hình chất lượng nước, nhưng những kết quả tính toán dự báo chất lượng nước (hình 3) ở khu vực ven biển Cát Bà - Hạ Long, khu vực vịnh Hạ Long - Bái Tử Long đã cho những kết quả bước đầu có ý nghĩa bán định lượng, giúp đánh giá - dự báo ảnh hưởng của các nguồn gây ô nhiễm đến chất lượng nước của mỗi khu vực nghiên cứu và dự báo

theo một vài kịch bản. Một số mô hình chất lượng nước cũng đã có đóng góp nhất định trong việc đánh giá sức tải môi trường ở khu vực ven biển Cát Bà, khu vực vịnh Hạ Long - Bái Tử Long [1, 2, 4, 8, 10].



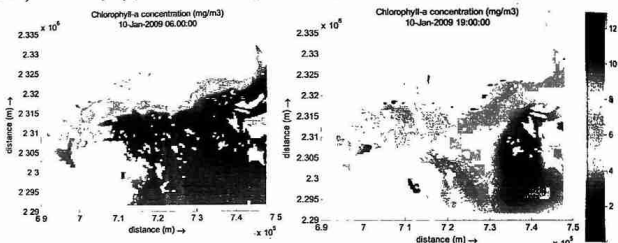
Hình 3. Phân bố COD (a) và BOD (b) khu vực ven biển Cát Bà - Hạ Long tại thời điểm nước lớn (mùa mưa 2007)[2]



Hình 4. Phân bố tảo khác (non-diatoms) khu vực ven biển Cát Bà - Hạ Long tại thời điểm nước lớn (mùa mưa 2007)[8]

Những tác động tiêu cực của con người không những làm suy giảm chất lượng môi trường nước mà còn có ảnh hưởng nhất định đến sinh vật. Một trong những biểu hiện đó được thể hiện qua sự hình thành năng suất sơ cấp của thủy vực. Để đánh giá những ảnh hưởng đó, các mô hình sinh thái đã được ứng dụng ở khu vực ven biển Cát Bà-Hạ Long và vịnh Hạ Long-Bái Tử Long để mô phỏng và dự báo sự hình thành năng suất sơ cấp ở các khu vực đó trong một số kịch bản khác nhau [2, 8]. Những kết quả đó tuy mới chỉ là bước

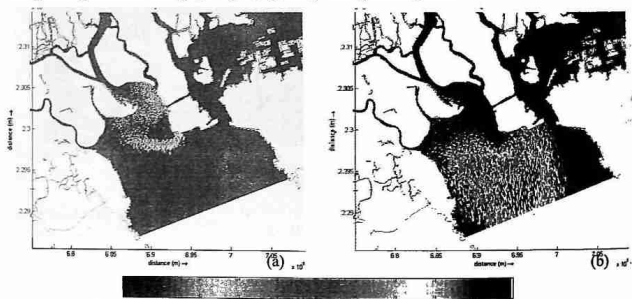
đầu nhưng mở ra hướng ứng dụng mô hình toán trong nghiên cứu môi trường biển một cách có hệ thống từ các yếu tố nền (thủy động lực) đến diễn biến ô nhiễm (chất lượng nước) và sinh học (sự hình thành năng suất sơ cấp).



Hình 5. Phân bố Chlorophyll-a ở khu vực vịnh hạ Long –Bái Tử Long trong kỳ triều cường, mùa khô, năm 2008 (a- nước lớn; b- nước ròng) [2]

#### 2.4. Mô phỏng và dự báo lan truyền dầu khi xảy ra sự cố tràn dầu

Với vị trí địa lý thuận lợi, vùng bờ tây vịnh Bắc Bộ có các tuyến đường hàng hải quan trọng từ các tỉnh phía bắc đi các tỉnh phía nam và quốc tế. Cùng với sự phát triển và kinh tế xã hội, nhu cầu vận chuyển hàng hóa bằng đường thủy ngày càng tăng từ đó cũng làm xuất hiện nhiều hơn các nguy cơ xảy ra sự cố tràn dầu, một trong những thảm họa đối với môi trường sinh thái. Để hạn chế những ảnh hưởng tiêu cực do sự cố tràn dầu gây ra thì ứng cứu kịp thời là phương pháp hiệu quả nhất và việc ứng dụng các mô hình toán sẽ cung cấp những thông tin cần thiết giúp xây dựng các phương án ứng cứu.



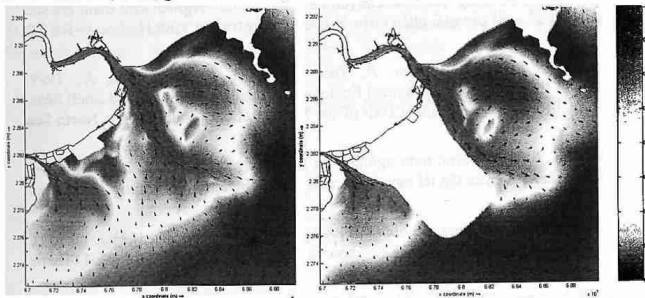
Hình 6. Biến đổi vệt dầu tan trong nước ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) tại cửa sông Bạch Đằng khi xảy ra sự cố lúc triều lên -mùa mưa (a- sau sự cố 6h; b- sau sự cố 11h) [7]

Kết quả của mô hình tràn dầu cung cấp các thông tin về vị trí, phạm vi xu hướng di chuyển của vệt dầu loang không những trên mặt biển mà còn cả dưới mặt nước. Mô hình tràn dầu còn là công cụ giúp dự báo các khu vực có thể bị ảnh hưởng do sự cố tràn dầu gây ra.

Cho đến nay, một số mô hình tràn dầu đã được thiết lập để mô phỏng lan truyền dầu khi xảy ra sự cố tràn dầu giả định tại một số khu vực như vịnh Hạ Long, vịnh Bái Tử Long, khu vực ven biển Hải Phòng [5, 7, 10]. Các kết quả của các mô hình trên đã cung cấp khá đầy đủ về xu hướng di chuyển theo không gian, biến đổi theo thời gian của vệt dầu, hàm lượng dầu trong nước, lượng dầu nổi trên mặt và lượng dầu bám đáy ở những khu vực giả định xảy ra sự cố tràn dầu (hình 6). Tuy nhiên, để có thể áp dụng mô hình tràn dầu một cách hiệu quả hơn cần xây dựng một bộ cơ sở dữ liệu về các vùng nhạy cảm để xảy ra sự cố tràn dầu, trên cơ sở đó trong trường hợp xảy ra sự cố, chỉ cần thông báo vị trí, lượng dầu tràn ra, điều kiện khí tượng...thì sau thời gian ngắn nhất có thể, mô hình sẽ cho ta kết quả về phân bố theo không gian và biến đổi theo thời gian của vệt dầu, góp phần đưa ra những phương án ứng cứu nhanh nhất.

### 2.5. Một số ứng dụng khác

Ngoài những ứng dụng trên, một số ứng dụng khác của mô hình toán học cũng đã được thực hiện phục vụ dự báo những tác động làm thay đổi điều kiện thủy động lực, vận chuyển bùn cát và chất lượng nước của một hoạt động như tác động do đổ thải, nạo vét, khai thác cát, các công trình bờ...v.v.. Từ những kết quả phân tích dự báo đó, góp phần đưa ra các đề xuất hạn chế, giảm thiểu những ảnh hưởng tiêu cực của các hoạt động đó.



Hình 7. Phân bố trầm tích lơ lửng khu vực ven bờ Tiên Lãng trong mùa mưa (nước ròng, tầng mặt; a- hiện tại ; b- dự kiến khi có sân bay)[12]

Trên hình 7 là một ví dụ dự báo ảnh hưởng của tuyến đê quai ven bờ Tiên Lãng (nơi dự kiến làm sân bay quốc tế) đến điều kiện thủy động lực và vận chuyển trầm tích ở khu vực này [12]. Theo đó, khi hình thành tuyến đê này, dòng trầm tích từ cửa Văn Úc và Thái Bình sẽ tăng cường dịch chuyển lần lượt về phía đông bắc và tây nam.

### III. KẾT LUẬN

Mặc dù còn có nhiều hạn chế nhưng việc ứng dụng các mô hình toán học ở vùng cửa sông ven biển ở Viện Tài nguyên và Môi trường biển đã cung cấp các thông tin một cách định lượng về đặc điểm thủy động lực, trao đổi nước, lan truyền và biến đổi các chất gây ô nhiễm, sự hình thành năng suất sơ cấp ở một số khu vực trọng điểm theo các kịch bản khác nhau. Ngoài ra các ứng dụng mô hình toán đã bước đầu tiếp cận dự báo những tác động của con người và biến đổi khí hậu đến môi trường nước, hình thành năng suất sơ cấp ở khu vực này.

Các ứng dụng mô hình toán học ở vùng cửa sông ven biển đã được thực hiện ở Viện Tài nguyên và Môi trường biển nói riêng và Việt Nam nói chung tuy đã có những thành công bước đầu nhưng để có thể cung cấp nhiều thông tin hữu ích hơn phục vụ nghiên cứu tài nguyên và môi trường biển thì cần thiết phải khắc phục những hạn chế còn tồn tại như thiếu số liệu đầu vào tin cậy, hạn chế trong kinh nghiệm xử lý số liệu và lựa chọn các tham số.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đỗ Trọng Bình, 2003. *Ứng dụng mô hình MIKE21 đánh giá và dự báo thủy động lực và chất lượng nước Vịnh Hạ Long, Việt Nam*. Tuyển tập Tài nguyên và môi trường biển, tập IX.
2. Đỗ Trọng Bình và nnk, 2009. *Nghiên cứu, đánh giá tác động giữa các quá trình chuyển hoá vật chất và hình thành năng suất sơ cấp ảnh hưởng tới sức tải môi trường khu vực vịnh Hạ Long và Bái Tử Long*. Báo cáo chuyên đề thuộc đề tài "Nghiên cứu đánh giá sức tải môi trường và đề xuất các giải pháp quản lý bảo vệ môi trường vịnh Hạ Long - Bái Tử Long".
3. Luytens, P. J., Jones, J., Proctor, R., Tabor, A., Tett, P., Wild-Allen, K., 1999. COIHERENS - A Coupled Hydrodynamical Ecological Model for Regional and Shelf Seas. MUMM Internal Report, Management Unit of the Mathematical Models of the North Sea Brussels.
4. Vũ Duy Vĩnh, 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.
5. 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*. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Biển. Phụ trương 4 (Tháng 6/2006).
6. Vũ Duy Vĩnh và nnk, 2007. *Mô phỏng đặc điểm thủy động lực và vận chuyển trầm tích lơ lửng khu vực cửa sông ven biển Hải Phòng*. Tài nguyên và môi trường biển, tập XIII. Nxb KH&KT, Hà Nội.
7. Vũ Duy Vĩnh, 2007. *Mô phỏng quá trình lan truyền dầu khi xảy ra sự cố tràn dầu tại khu vực cửa sông Bạch Đằng*. Tuyển tập báo cáo Hội nghị Khoa học công nghệ môi trường năm 2007.



8. Vũ Duy Vĩnh và nnk, 2008. Báo cáo tổng kết đề tài “Nghiên cứu, ứng dụng mô hình sinh thái phục vụ bảo vệ đa dạng sinh học và các hệ sinh thái vùng biển Cát Bà - Hạ Long”. Lưu trữ tại Viện Tài nguyên và Môi trường biển.
9. Vũ Duy Vĩnh, 2009. *Mô hình thủy động lực khu vực vịnh Hạ Long- Bái Tử Long*. Báo cáo chuyên đề thuộc đề tài “Nghiên cứu đánh giá sức tải môi trường và đề xuất các giải pháp quản lý bảo vệ môi trường vịnh Hạ Long –Bái Tử Long”. Lưu trữ tại Viện Tài nguyên và Môi trường biển.
10. Vũ Duy Vĩnh, 2010. *Ứng dụng mô hình toán học phục vụ quản lý tổng hợp vùng ven biển và một số kết quả áp dụng ở bờ tây vịnh Bắc Bộ*. Tài nguyên và môi trường biển, tập XV. Nxb KHTN&CN, Hà Nội.
11. Vũ Duy Vĩnh, 2011. *Ảnh hưởng của đập Hòa Bình đến tương tác động lực vùng cửa sông Hồng*. Báo cáo chuyên đề thuộc đề tài: “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 Đông bằng Bắc Bộ”. Lưu trữ tại Viện Tài nguyên và Môi trường biển.
12. Vũ Duy Vĩnh, 2011. *Tác động của tuyến đê quai Tiên Lãng đến điều kiện thủy thạch động lực khu vực ven bờ Tiên Lãng*. Báo cáo chuyên đề thuộc nhiệm vụ “Đánh giá tác động thủy thạch - động lực của tuyến đê quai lấn biển Tiên Lãng”. Lưu trữ tại Viện Tài nguyên và Môi trường biển.
13. Umgiesser G., Roland, A., A. Cucco, C. Ferrarin, T.-W. Hsu, J.-M. Liau, S.-H. Ou, and U. Zanke 2009. *On the development and verification of a 2-D coupled wave-current model on unstructured meshes*. Journal of Marine Systems, Vol. 78 (Suppl. 1), 244-254.
14. WL|Delft Hydraulics, 1999. *Delft3D-FLOW User Manual Version 3.05*, Technical Reference Manual). WL|Delft Hydraulics, Delft, Netherlands.

**Người đọc nhận xét: TS. Nguyễn Minh Sơn**