

MÔ PHÒNG, TÍNH TOÁN DÒNG CHẢY VÀ QUÁ TRÌNH TRUYỀN TẢI, KHUYẾT TÁN NƯỚC THẢI Ô NHIỄM TRONG HỒ TÂY - HÀ NỘI

KS. Trịnh Tiến Thu

Trường Đại học Công nghệ - Đại học Quốc gia Hà Nội

Nguyễn Tất Thắng

Viện Cơ học - Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam

Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu, mô phỏng, tính toán dòng chảy do gió trong Hồ Tây và quá trình truyền tải, khuếch tán chất thải lơ lửng từ các cống nước thải đổ vào Hồ Tây sử dụng chương trình tính toán EFDC (Environmental Fluid Dynamics Code) của Cục môi trường Mỹ (EPA). Việc xây dựng mô hình mô phỏng, tính toán, kết xuất và trình diễn các kết quả tính toán được thực hiện sử dụng phần mềm giao diện hỗ trợ EFDC - Explorer (EE). Mô phỏng được thực hiện cho thời gian đầu tháng 12 mùa kiệt năm 2009. Kết quả mô phỏng tính toán trường dòng chảy do gió trong hồ đã cho chúng ta hình ảnh chi tiết về quá trình vận động của nước trong hồ, một vấn đề cho đến nay vẫn chưa có các quan sát, đo đạc thực nghiệm.

Kết quả mô phỏng, tính toán quá trình truyền tải, khuếch tán chất thải độc hại lơ lửng trong nước hồ từ các cống nước thải vào hồ đã xác nhận sự khác biệt trong chất lượng môi trường nước Hồ Tây giữa vùng phía Bắc hồ và vùng phía Nam hồ như kết quả của các đo đạc, phân tích và quan trắc chất lượng nước Hồ Tây đã được thực hiện trong các nghiên cứu khác. Đồng thời nghiên cứu cho thấy triển vọng hết sức khả quan của việc khai thác, ứng dụng phần mềm miễn phí EFDC trong mô phỏng, tính toán dòng chảy và chất lượng nước ba chiều hiện đại có hiệu quả cao và thân thiện với người sử dụng.

1. Mở đầu

Nghiên cứu, mô phỏng và tính toán dòng chảy mặt thoáng và chất lượng nước mặt sử dụng các mô hình, phần mềm tính toán tự phát triển và các phần mềm thương mại đã được thực hiện từ lâu tại các nhóm nghiên cứu về cơ học chất lỏng nói chung và tại phòng Thủy khí Công nghiệp và Môi trường Lục địa, Viện Cơ học - Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam, nói riêng [1-4]. Nhìn chung các mô hình đã được sử dụng là các mô hình một chiều hoặc hai chiều dựa trên việc giải số hệ phương trình Saint-Venant kết hợp với phương trình truyền tải, khuếch tán chất trong dòng chảy. Việc phát triển và ứng dụng rộng rãi các mô hình mô phỏng và tính toán dòng chảy và chất lượng nước ba chiều, đặc biệt là các mô hình dựa trên việc giải số hệ phương trình Navier-Stokes đầy đủ có xét đến ảnh hưởng của rối, còn nhiều hạn chế và chưa phổ biến. Các mô phỏng thông thường là đối với dòng chảy trong sông hay các miền thoát lũ với vận tốc dòng chảy tương đối lớn và thường bỏ qua ảnh hưởng của ứng suất gió trên bề mặt [1-4]. Các mô phỏng, tính toán dòng

chảy và chất lượng nước trong các hồ chưa được quan tâm nhiều.

Trong điều kiện của Việt Nam nói chung và Hà Nội nói riêng có rất nhiều hồ lớn nhỏ liên quan đến nhiều lĩnh vực khác nhau của đời sống xã hội từ các hồ tạo cảnh quan, điều hòa môi trường, chứa nước tưới tiêu, phân lũ tới các hồ thủy điện phục vụ sản xuất. Nhiều hồ có liên quan mật thiết tới đời sống của dân cư xung quanh và các vùng phụ cận. Sự tồn tại và giá trị tự nhiên của các hồ nhiều khi trở nên quá quen thuộc và được xem là mặc nhiên trong khi sự hiểu biết thấu đáo về chúng nhiều khi chưa phải là đã hoàn toàn đầy đủ, đặc biệt là đối với các hồ có diện tích lớn và điều kiện tự nhiên phức tạp [5, 6]. Đặc biệt là sự phát triển kinh tế xã hội trong cả nước đã gây ra những ảnh hưởng từ mức độ nhẹ đến mức độ trầm trọng tới điều kiện tự nhiên, môi trường của các hồ. Nhu cầu nghiên cứu để hiểu rõ các điều kiện tự nhiên, dòng chảy và môi trường của các hồ cũng như ảnh hưởng của quá trình phát triển kinh tế xã hội, đô thị hóa và sản xuất công, nông nghiệp tới các hồ là cấp thiết. Với sự phát triển

của khoa học kỹ thuật và công nghệ thông tin, các công cụ mô hình hóa, mô phỏng và tính toán dòng chảy, truyền tải và khuếch tán chất thải, vận tải và lắng đọng bùn cát, chất lượng nước sử dụng máy tính ngày càng được hoàn thiện và phát triển. Các mô hình ngày nay đã đạt được độ chính xác cao và đã được thế giới sử dụng rộng rãi trong nghiên cứu, mô phỏng, tính toán các tham số thủy động lực học và môi trường nước các sông hồ, biển và đại dương. Trong số đó, một số mô hình đã trở nên phổ biến và có thể được cung cấp miễn phí tới cộng đồng nghiên cứu khoa học trên thế giới.

Trên cơ sở đó chúng tôi đã tìm hiểu và khai thác chương trình EFDC và phần mềm giao diện EFDC - Explorer. Chương trình EFDC (Environmental Fluid Dynamics Code) là chương trình tính toán dòng chảy, vận tải nhiệt, chất và chất lượng nước được Cục Môi trường Mỹ (EPA) tài trợ phát triển dựa trên việc giải số hệ phương trình Navier-Stokes đầy đủ, ba chiều sử dụng kết hợp phương pháp sai phân hữu hạn và phương pháp thể tích hữu hạn trên lưới cong trục giao tuyến tính có cấu trúc, sử dụng ngôn ngữ lập trình Fortran [9, 10]. Chương trình này liên tục được phát triển cập nhật, bổ sung các chức năng và hoàn thiện bởi nhiều nhóm nghiên cứu khác nhau trên thế giới [11]. Chương trình tính toán, mã nguồn mở và các tài liệu có liên quan của EFDC được EPA cung cấp miễn phí. Tại Việt Nam đã có một số nghiên cứu của các tác giả khác nhau sử dụng chương trình tính toán này và đã thu được kết quả tốt [5, 7, 12-14]. Phần mềm giao diện EFDC - Explorer được phát triển nhằm hỗ trợ các công đoạn thiết lập mô hình, chuẩn bị số liệu đầu vào, điều kiện biên, lưới tính toán, theo dõi quá trình tính toán, kết xuất dữ liệu ra và trình diễn đồ họa các kết quả tính toán. Phần mềm này được viết bằng ngôn ngữ Visual Basic, hết sức tiện dụng và thân thiện với người sử dụng [7, 15].

Đối tượng nghiên cứu của nghiên cứu này là Hồ Tây thuộc thành phố Hà Nội, trung tâm văn hóa kinh tế xã hội của cả nước. Hồ Tây ngoài chức năng điều hòa không khí như là phổi xanh của thành phố còn là nơi tiêu thoát nước khi úng ngập, nơi nuôi trồng thủy sản, tham quan vui chơi giải trí. Hồ Tây là một

khu vực có nhiều cảnh quan thiên nhiên tươi đẹp với các di tích lịch sử, văn hóa nổi tiếng như của chùa Trấn Quốc, đền Quán Thánh, phủ Tây Hồ... Đây là nguồn tài nguyên quý giá đối với việc phát triển kinh tế xã hội, văn hóa du lịch, cũng như là một bộ phận quan trọng cân bằng sinh thái và bảo vệ môi trường thủ đô Hà Nội. Với sự phát triển mạnh mẽ nhu cầu về mặt bằng xây dựng, sự tăng dân số quá nhanh (chủ yếu là tăng dân số cơ học) khiến nhu cầu nhà ở của người dân tăng lên nhanh chóng, dẫn đến diện tích mặt đất tự nhiên và các hồ ở Hà Nội đã bị san lấp và lấn chiếm rất nhanh chóng. Cộng với lượng chất thải đổ xuống hồ quá lớn có thể làm cho hồ bị suy thoái, gây ô nhiễm môi trường và ảnh hưởng đến đời sống các loài sinh vật sống trong hồ. Ngoài ra các dự án phát triển kinh tế, xã hội, giao thông....liên quan đến khu vực Hồ Tây cũng sẽ gây ra những ảnh hưởng lớn đến dòng chảy và chất lượng nước hồ.

Trong rất nhiều các vấn đề cần quan tâm tìm hiểu, nghiên cứu của Hồ Tây, nghiên cứu này nhằm làm sáng tỏ chế độ dòng chảy do gió trong Hồ Tây, quá trình lan truyền, khuếch tán chất thải lơ lửng từ các nguồn nước thải gây ô nhiễm vào Hồ Tây trong một khoảng thời gian giữa mùa kiệt (thời gian mà ảnh hưởng của chất thải đến chất lượng nước Hồ Tây là trầm trọng nhất do mực nước bị hạ thấp). Các kết quả đó có nhiều ý nghĩa thực tiễn cũng như có thể được sử dụng để đối chứng với các kết quả khảo sát môi trường Hồ Tây đã được các báo cáo khác đưa ra.

Nghiên cứu này bắt đầu từ việc thu thập các số liệu địa hình vùng lòng Hồ Tây. Số liệu cao trình lòng hồ được tham khảo theo [5]. Miền lòng hồ được chia thành lưới tính toán có cấu trúc dạng lưới cong trục giao tuyến tính [7, 16, 17]. Các số liệu điều kiện biên (lưu lượng các cống thoát nước thải vào hồ trong mùa kiệt) được tham khảo theo [5]. Số liệu khí tượng (trường gió) được thu thập từ cơ sở dữ liệu khí tượng toàn cầu [7, 17, 18]. Trên cơ sở đó mô hình mô phỏng tính toán cho Hồ Tây được xây dựng và tính toán được thực hiện cho thời gian mùa kiệt đầu tháng 12 năm 2009.

2. Hồ Tây

a. Điều kiện tự nhiên

Hồ Tây là hồ lớn nhất của Hà Nội, nằm ở phía tây bắc thành phố, có vai trò quan trọng trong đời sống kinh tế, văn hóa, xã hội của thủ đô. Cùng với tốc độ đô thị hóa, sự can thiệp của con người đã và đang làm cho Hồ Tây bị biến dạng, theo đó là ô nhiễm môi trường, mất đi nhiều loài thủy sản, đặc sản có giá trị [5, 6].

Theo các kết quả điều tra, khảo sát, diện tích Hồ Tây hiện nay khoảng 526.16 ha, chu vi 18.967 m, chỗ rộng nhất là 3724 m, chỗ hẹp nhất là 2618 m, độ sâu trung bình 1,5 - 2,0 m, nơi sâu nhất là 3,0 m. Một số đo đặc cụ thể cho thấy phân bố độ sâu nước hồ như sau:

- Cách bờ từ 1 - 2 m, nông nhất là 0,6 - 0,7 m; sâu nhất là 1,5-1,7 m;

- Cách bờ từ 15 - 20 m nông nhất là 1,2 - 1,3 m; sâu nhất là 2,0 - 2,4 m;

- Cách bờ từ 100 m từ 2,4 - 2,8 m.

Lượng nước trung bình khoảng 10 triệu mét khối. Hồ Tây có sự đa dạng sinh học cao và điển hình ở vùng đồng bằng sông Hồng [3, 4].

b. Điều kiện khí tượng thủy văn

Theo số liệu đo đạc tại trạm Láng và Hoài Đức (Hà Nội), tổng lượng bức xạ đo đạc và tính toán được ở khu vực Hồ Tây có giá trị cực đại là 304,5 cal/cm².ngày (tháng 4); giá trị cực tiểu là 137,2 cal/cm².ngày (tháng 1) [3].

Nhiệt độ không khí khu vực ven hồ nhìn chung thấp hơn khu vực khác trong thành phố và đạt giá trị cực đại nhiều năm vào tháng 7 (29,1°C) và đạt giá trị cực tiểu vào tháng 1 (14°C). Độ ẩm không khí trung bình tháng dao động từ 80 - 90% và biến động theo mùa.

Lượng mưa khu vực Hồ Tây biến động mạnh theo không gian và thời gian. Do ảnh hưởng của hồ nên chế độ mưa ở khu vực Hồ Tây khác với các khu vực khác.

Hướng gió ở giữa hồ trong mùa đông là bắc và đông bắc, và mùa hè là đông và đông nam. Tốc độ gió ở giữa hồ dao động từ 1,7 - 7 m/s và đạt giá trị cực đại khoảng 7,3 - 12 m/s (mạnh hơn các khu vực lân cận từ 2,1 - 4,8 m/s).

Số liệu gió đã được thu thập cho mùa khô năm 2009 từ cơ sở dữ liệu khí tượng toàn cầu tại trang web www.wunderground.com [5,15]. Gió có liên quan mật thiết và là yếu tố quan trọng nhất tạo nên dòng chảy trong Hồ Tây.

c. Điều kiện môi trường

Những năm gần đây mặt nước của Hồ Tây bị thu hẹp dần và bị ảnh hưởng lớn bởi tốc độ đô thị hóa. Nhiều tổ chức, cá nhân thuộc các thành phần kinh tế đã đầu tư và phát triển dịch vụ, du lịch như Câu lạc bộ Hà Nội, Công viên nước, Du thuyền Hồ Tây ... Một số diện tích ven bờ hồ đã được kè với mục đích tránh sạt lở và lấn chiếm nhưng hồ vẫn là nơi chứa các chất xả thải. Kết quả khảo sát của Trung tâm Môi trường Biển cùng với Viện Hóa học, Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam cho thấy: nước Hồ Tây đang bị ô nhiễm khá nặng. Vùng ven bờ, đặc biệt là khu vực phía Nam hồ gần hồ Trúc Bạch về mùa khô mức độ ô nhiễm theo một số chỉ tiêu có thể cao gấp 1000 lần so với mùa mưa [3, 4, 17].

Nguyên nhân chính gây ô nhiễm là do một lượng nước thải lớn của thành phố đổ trực tiếp vào hồ qua một số cống chính như cống Cây Sý ở đường Thanh Niên, cống Tàu Bay gần vườn hoa Lý Tự Trọng và cống Đỗ phường Thụy Khuê cộng với nước thải và một phần rác thải của các nhà hàng, khách sạn quanh hồ, trên hồ và cư dân xung quanh. Từ năm 2002, người ta đã phát hiện ốc ở Hồ Tây bị mất vẩy, số lượng ốc còn sống sót bị suy giảm mạnh, còn con nào sống chỉ bé bằng 2/3 những con ốc cùng loại ở nơi khác. Phòng Sinh thái Môi trường nước thuộc Viện Sinh thái và Tài nguyên Sinh vật, Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam cho biết trước đó họ chưa từng ghi nhận trường hợp ốc mất vẩy nào như thế. Giả thiết đưa ra là ốc mất vẩy do bị nhiễm độc. Bảng 1 dưới đây thống kê các nguồn nước thải chính đổ vào hồ [3, 4]:

Bảng 1. Danh sách các cống nước thải và lưu lượng thải vào hồ

STT	Tên cống	Lưu lượng mùa kiệt (m ³ /ngày)	Lưu lượng mùa kết (t/s)
1	Cống Tàu Bay	2 592	0.030
2	Cống Cây Sy	10 282	0.119
3	Cống Đỗ	3 268	0.042
4	Nhà nghỉ Quảng Bá	173	0.002
5	Khách sạn Tây Hồ	335	0.004
6	Khách sạn Thăng Lợi	320	0.004
7	Cống Trích Sài	518	0.006

Theo các điều tra, khảo sát, một số các tham số chất thải lơ lửng (các kim loại nặng độc hại, độ đục, độ kiềm, HCO³⁻, vi khuẩn yếm khí, các coliform...) thải vào Hồ Tây từ các cống nước thải quanh hồ trong mùa kiệt có giá trị rất cao, từ vài trăm đến vài chục nghìn mg/l [3, 4].

Vấn đề ô nhiễm nước Hồ Tây do các nguồn chất thải không những ảnh hưởng đến mỹ quan đô thị, môi trường sống mà còn tiềm ẩn nguy cơ lây lan các loại dịch bệnh đến các loài sinh vật sinh sống trong hồ cũng như các khu vực dân cư ven hồ.

3. Phần mềm EFDC-Explorer (EE)

a. Chương trình tính toán EFDC

Mô hình tính toán thủy động lực học và môi trường ba chiều EFDC được Cục Môi trường Mỹ tài trợ phát triển, xây dựng và liên tục được cập nhật, bổ sung hoàn thiện [7, 5]. Chương trình tính toán EFDC gần đây cũng đã được kết hợp với mô hình vận tải bùn cát tạo điều kiện cho các mô phỏng, tính toán và nghiên cứu dòng chảy, vận tải bùn cát và xói mòn địa hình lòng dẫn được thực hiện dễ dàng hơn [6].

Chương trình tính toán EFDC giải xấp xỉ hệ phương trình thủy tĩnh Navier-Stokes sử dụng kết hợp các phương pháp sai phân hữu hạn và phương pháp thể tích hữu hạn, đồng thời kết hợp với việc giải các phương trình truyền tải và phương trình liên tục cho các thành phần độ mặn, nhiệt, năng lượng rối động học và rối cỡ lớn [8]. Các phương trình được giải trên hệ lưới cong tuyến tính trực giao theo

phương ngang và trên hệ lưới co dần theo phương thẳng đứng [8, 7]. Các thành phần khuếch tán theo phương thẳng đứng của động năng, vật chất và nhiệt độ được xác định sử dụng các sơ đồ đóng kín rối Mellor và Yamada [16] và Galperin [15]. Mã nguồn chương trình EFDC được cung cấp miễn phí bởi Cục Môi trường Mỹ và đã và đang được áp dụng trong nhiều nghiên cứu thủy động lực học và môi trường nước các sông, hồ, các vùng biển và cửa sông nhiều nơi trên thế giới [6].

Hiện nay, mô hình EFDC đã qua nhiều phát triển, cập nhật và gồm 4 modul chính: thủy động học, chất lượng nước, vận chuyển bùn cát, lan truyền, phân hủy các chất độc trong môi trường nước mặt. Mô hình thủy động lực học EFDC gồm 6 modul lan truyền vận chuyển, bao gồm: động lực học, màu sắc, nhiệt độ, độ mặn... Kết quả tính toán từ mô hình thủy động lực học (như độ sâu, vận tốc, tốc độ xáo trộn...) được kết hợp và sử dụng trực tiếp trong các modul còn lại như mô hình chất lượng nước, mô hình vận chuyển bùn cát và mô hình lan truyền, phân hủy độc chất.

b. Phần mềm giao diện EE

Cùng với chương trình tính toán EFDC, chương trình giao diện EFDC-Explorer (EE) cũng đã được phát triển [4, 5, 6]. EE cung cấp các tính năng hết sức tiện lợi và thân thiện với người sử dụng trong việc mô hình hóa, xây dựng mô hình mô phỏng, tính toán, hiệu chỉnh mô hình và kết suất dữ liệu báo cáo trình diễn [6]. EE được cung cấp miễn phí bởi DS-INTL với một số chức năng hạn chế [5].

Gần đây nhất EE đã được cải tiến bao gồm khả năng mô phỏng, tính toán ứng suất của sóng do gió sinh ra tác động lên đáy miền tính. Khả năng này cho phép mô phỏng, tính toán các ảnh hưởng của sóng liên quan đến quá trình vận tải bùn cát ngay bên trong khuôn khổ của chương trình EE. Trong tính toán ứng suất đáy sinh ra do gió, số liệu trường gió theo thời gian được sử dụng để cung cấp các tham số của sóng sinh ra do gió theo các hướng. Các tham số này được sử dụng để tính ứng suất đáy trong mối liên kết với dòng theo phương pháp Grant Madsen [5, 15].

4. Kết quả mô hình hóa, tính toán dòng chảy và truyền tải, khuếch tán nước thải ô nhiễm trong Hồ Tây

a. Mô hình hóa

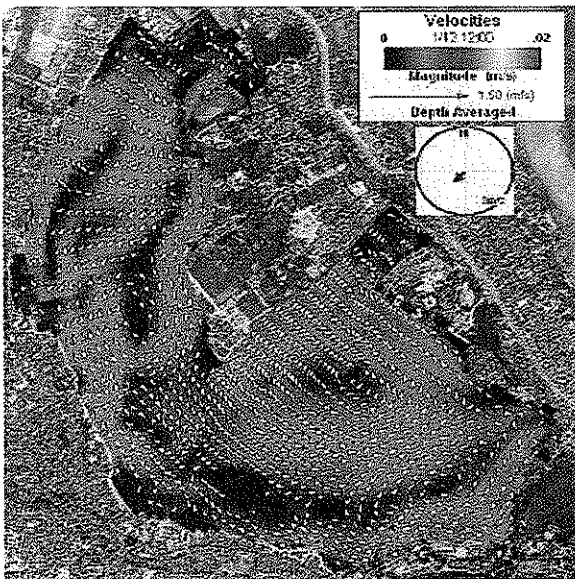
Miền mô phỏng tính toán lòng hồ được chia thành lưới tính toán là dạng lưới cong trục giao tuyến tính như trong hình 6 [12, 5, 15]. Trên cơ sở bản đồ đường đồng mức địa hình đáy Hồ Tây (hình 2) và các số liệu thu thập được, cao trình đáy miền tính được xây dựng như trong hình 6 [3, 5, 15].

Danh sách các biên lưu lượng của các cống

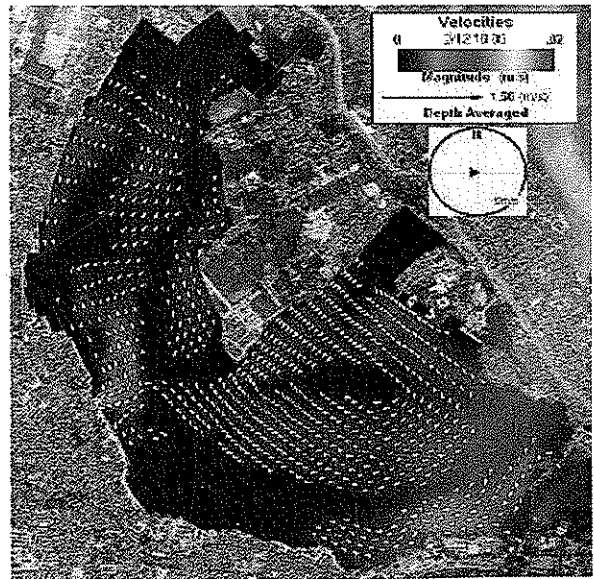
nước thải đổ vào hồ được cho trong bảng 1 và vị trí của các biên được trình bày trong hình 7 [5]. Nhìn chung trong số 7 cống thì chỉ có 3 cống là có lưu lượng đáng kể gồm các cống Tàu Bay, Cây Sy và Cống Đổ trong đó cống Cây Sy có lưu lượng lớn nhất (Bảng 1).

b. Kết quả mô phỏng, tính toán dòng chảy trong Hồ Tây

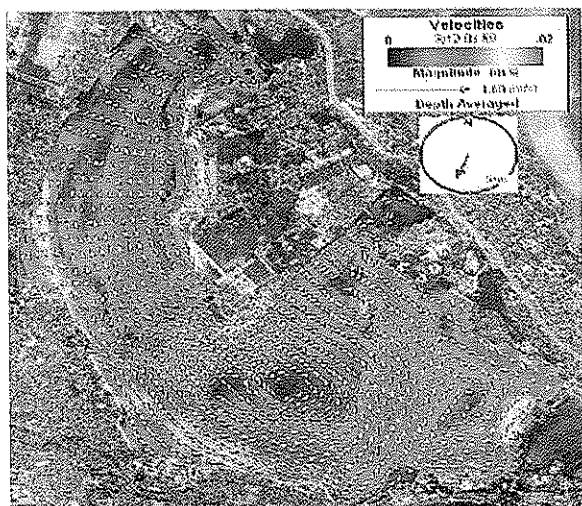
Mô phỏng được thực hiện cho khoảng thời gian đầu tháng 12, mùa kiệt năm 2009. Kết quả mô phỏng, tính toán trường vận tốc dòng chảy trong hồ tại một số thời điểm khác nhau được trình bày trong các hình từ hình 1 đến hình 4 ở dưới. Các kết quả tính toán cho ta bức tranh toàn cảnh về dòng chảy trong vùng Hồ Tây rộng lớn. Dòng chảy trong hồ sinh ra do ảnh hưởng của ứng suất gió trên bề mặt. Vận tốc dòng chảy, các vùng xoáy, phụ thuộc và hướng và vận tốc gió cũng như điều kiện địa hình lòng dẫn. Các vùng xoáy thay đổi liên tục theo hướng gió. Tốc độ dòng chảy lớn nhất ở những vùng nước nông, chủ yếu là các vùng ven bờ. Nhìn chung tốc độ dòng chảy lớn nhất khoảng vài centimet một giây (Hình 1 - 4).



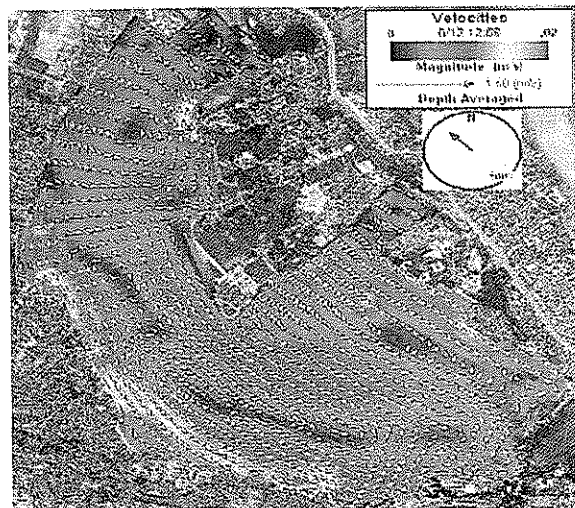
Hình 1. Kết quả mô phỏng, tính toán dòng chảy lúc 12h00 ngày 01/12/2009



Hình 2. Kết quả mô phỏng, tính toán dòng chảy lúc 18h00 ngày 02/12/2009



Hình 3. Kết quả mô phỏng, tính toán dòng chảy lúc 3h59 ngày 03/12/2009

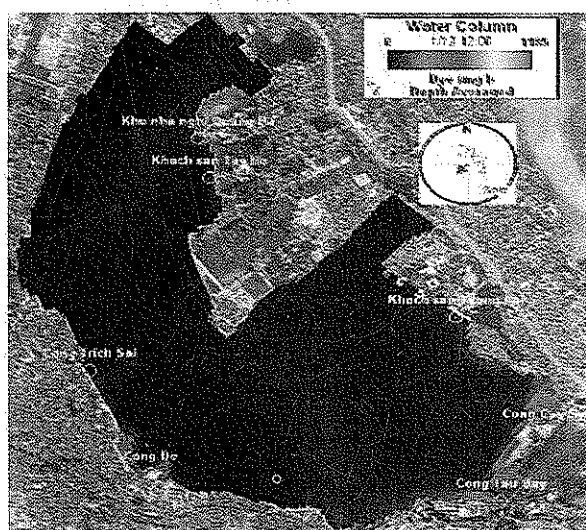


Hình 4. Kết quả mô phỏng, tính toán dòng chảy lúc 12h59 ngày 06/12/2009

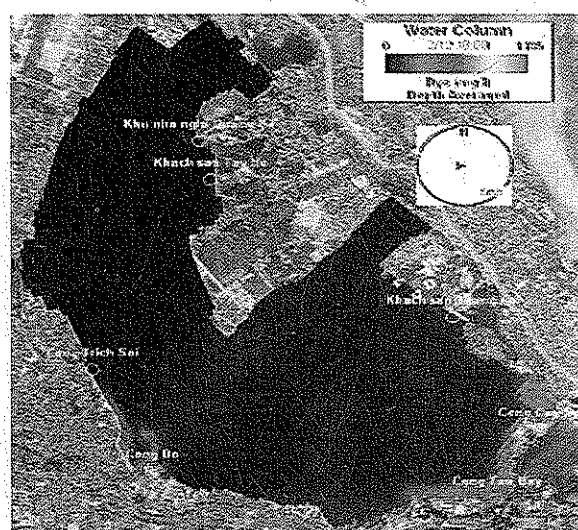
c. Kết quả mô phỏng, tính toán quá trình truyền tải, khuếch tán nước thải ô nhiễm trong Hồ Tây

Để hiểu được quá trình truyền tải, khuếch tán dưới tác động của dòng chảy trong hồ tới các chất thải gây ô nhiễm lơ lửng từ các cống nước thải đổ vào Hồ Tây, ta giả thiết các cống thải xả chất thải lơ lửng có nồng độ 1000mg/l theo nước thải xả thẳng vào Hồ Tây. Các kết quả mô phỏng, tính toán quá trình lan truyền, khuếch tán của các nguồn chất thải vào hồ được trình bày trong các hình từ hình 12 đến

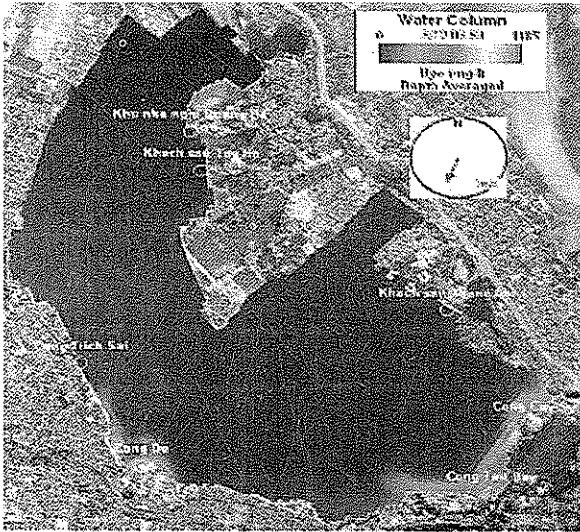
hình 15. Với các cống có lưu lượng thải nhỏ, lượng chất thải lơ lửng đổ vào hồ là tương đối nhỏ và khó nhận thấy. Với các cống có lưu lượng xả thải lớn (các cống Tàu Bay, Cây Sy và Cống Đổ), lượng chất thải vào hồ là lớn và dễ dàng quan sát được trong các hình từ hình 12 đến hình 15. Một đặc điểm quan trọng có thể nhận thấy là dưới ảnh hưởng của dòng chảy sinh ra do gió trong hồ mà chất thải chủ yếu tập trung ở vùng phía Nam hồ. Kết quả này là hết sức lý thú và hoàn toàn trùng hợp với kết quả của các điều tra khảo sát chất lượng nước Hồ Tây đã được thực hiện [5, 6, 21].



Hình 5. Kết quả mô phỏng, tính toán truyền tải chất thải lơ lửng trong hồ lúc 12h00 ngày 01/12/2009



Hình 6. Kết quả mô phỏng, tính toán truyền tải chất thải lơ lửng trong hồ lúc 18h00 ngày 02/12/2009

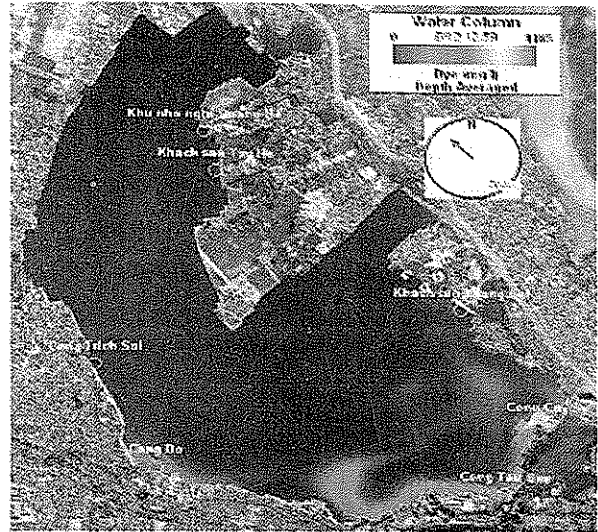


Hình 7. Kết quả mô phỏng, tính toán truyền tải chất thải lơ lửng trong hồ lúc 03h59 ngày 03/12/2009

5. Kết luận

Nghiên cứu, mô phỏng và tính toán dòng chảy do gió trong Hồ Tây và quá trình truyền tải, khuếch tán chất thải lơ lửng gây ô nhiễm từ các nguồn nước thải đổ vào hồ đã được thực hiện sử dụng chương trình tính toán EFDC và phần mềm giao diện EFDC-Explorer. Mô phỏng được thực hiện cho thời gian đầu tháng 12 mùa khô năm 2009 đã cho chúng ta hình dung được quá trình vận động của nước trong hồ dưới ảnh hưởng của ứng suất gió trên bề mặt, một thông số có ý nghĩa lớn mà cho tới nay vẫn chưa có các kết quả khảo sát, đo đạc thực nghiệm. Kết quả cho thấy dưới ảnh hưởng của gió, nhiều vùng xoáy được hình thành trong hồ và các vùng này cũng thay đổi khi trường gió thay đổi theo thời gian. Vận tốc dòng chảy trong hồ lớn nhất ở các vùng nước nông ven bờ hồ và có thể đạt tới vài centimet mỗi giây.

Kết quả mô phỏng tính toán quá trình truyền tải, khuếch tán chất thải lơ lửng gây ô nhiễm trong hồ từ các nguồn nước thải đổ vào Hồ Tây là hết sức lý thú. Nó đã xác nhận kết quả khảo sát đo đạc của các nghiên cứu thực nghiệm quan trắc chất lượng nước nước Hồ Tây cho thấy rằng chất lượng môi



Hình 8. Kết quả mô phỏng, tính toán truyền tải chất thải lơ lửng trong hồ lúc 12h59 ngày 06/12/2009

trường nước vùng phía Nam Hồ Tây ô nhiễm trầm trọng hơn so với vùng phía Bắc hồ. Bản chất của điều này đã không thể được giải thích thấu đáo trong các đo đạc, phân tích thực nghiệm chất lượng nước Hồ Tây. Căn cứ vào kết quả mô phỏng điều đó có thể được giải thích một cách hết sức trực quan là do đặc tính vận động của nước trong hồ dưới ảnh hưởng của ứng suất gió và địa hình lòng hồ. Chất thải gây ô nhiễm sẽ tập trung chủ yếu ở phần phía Nam hồ khiến cho vùng này bị ô nhiễm nghiêm trọng hơn các vùng còn lại.

Kết quả của nghiên cứu này cho thấy triển vọng triển vọng hết sức khả quan của việc khai thác, ứng dụng chương trình tính toán EFDC và phần mềm giao diện EFDC-Explorer vào các nghiên cứu, mô phỏng, tính toán thực tế. Ưu điểm nổi bật của chương trình EFDC là chương trình được phát triển dựa trên việc giải số hệ phương trình Navier-Stokes ba chiều đầy đủ do đó hạn chế tối đa các sai số do các xấp xỉ và các giả thiết đơn giản hóa. Ảnh hưởng của rối trong dòng chảy, do ma sát đáy và ứng suất gió trên bề mặt được xét tới đầy đủ. Ngoài ra phần mềm giao diện EFDC-Explorer là một phần mềm hết sức tiện lợi và thân thiện với người sử dụng.

Tài liệu tham khảo

1. Dương Ngọc Hải (chủ nhiệm dự án) (2001-2002), Báo cáo kết quả thực hiện dự án cấp nhà nước Điều tra cơ bản phục vụ quy hoạch phát triển bền vững Vùng Đồng bằng Bắc Bộ, Viện Cơ học - Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam.
2. Nguyễn Tất Thắng, "Xây dựng chung trình mô phỏng dòng chảy mặt thoáng hai chiều tổng quát; Phần II: Các kết quả tính toán kiểm nghiệm và so sánh", Tạp chí KTTV, Tập 596, trang 12-24.
3. Nguyễn Tất Thắng (2010), "Xây dựng chương trình mô phỏng dòng chảy mặt thoáng hai chiều tổng quát; Phần I: Mô hình số", Tạp chí Khí tượng Thủy văn, Tập 595, trang 24-35.
3. Lê Quang Đạo (2008), Chất lượng nước Hồ Tây sử dụng mô hình EFDC đánh giá chất lượng nước và đề xuất một số giải pháp quản lý, Luận văn thạc sỹ khoa học, Trung tâm Nghiên cứu Tài nguyên và MT.
4. Nguyễn Thị Vinh (2011), Xác định hàm lượng một số kim loại nặng trong động vật nhuyễn thể ở khu vực Hồ Tây, Luận văn thạc sỹ khoa học, Đại học Quốc Gia Hà Nội.
5. Dynamic Solutions-International, LLC, www.ds-intl.biz
6. Phần mềm EFDC: hướng dẫn sử dụng, cơ sở lý thuyết và phương pháp giải số, www.ds-intl.biz
7. Hamrick, J.M. (1996), "User's Manual for the Environmental Fluid Dynamics Computer Code", Special Report No. 331 in Applied Marine Science and Ocean Engineering, Virginia Institute of Marine Science, Gloucester Point, VA.
8. Hamrick, J.M., (1992), "A Three-Dimensional Environmental Fluid Dynamics Computer Code: Theoretical and Computational Aspects", Special Report No. 317 in Applied Marine Science and Ocean Engineering, Virginia Institute of Marine Science, Gloucester Point, VA. 64pp.
9. Dang Huu Chung and P.M.Craig. (2009), Implementation of a Wind Wave Sub-Model for the Environmental Fluid Dynamics Code, Dynamic Solutions, LLC.
10. Phạm Đức Thắng và Vũ Đình Hùng (2005), "Nghiên cứu chế độ thủy lực tại khu vực cửa lấy nước bằng mô hình số trị ba chiều", Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, Số 1.
11. Paul Craig Michael và Nguyễn Văn Hoàng (2011), Đánh giá vận chuyển bùn cát sông Hồng đoạn Đan Phượng-Vạn Phúc bằng mô hình thủy lực-môi trường EFDC, Báo cáo đề tài nghiên cứu khoa học - Viện Thủy công.
12. Craig, Paul M. (2010), User's Manual for EFDC_Explorer: A Pre/Post Processor for the Environmental Fluid Dynamics Code, Dynamic Solutions, LLC, Knoxville, TN, Nov 2010.
13. Delft Co. Ltd. (2006), Delft3D-RGFGRID, Generation and manipulation of curvilinear grids for FLOW and WAVE, User Manual, November 2006.
14. Dynamic Solutions-International, LLC (2010), West Lake Bathymetry Study Report
15. Số liệu khí tượng toàn cầu tại www.wunderground.com
16. Mellor, G.L. and T. Yamada (1982), "Development of a turbulence closure model for geophysical fluid problems", Rev. Geophys. Space Phys., Vol.20, pp.851-875.
17. Hoang Thi Nghia, Nguyen Thai Hiep Nhi, Nguyen Thi Xuan Anh, Nguyen Bao A (2001), "The Microbial Water Quality of the West Lake, Hanoi - Bacterial Indicators", Tuyển tập báo cáo hội nghị Wastewater reuse in agriculture in Vietnam: Water management, environment and human health aspects, Hà Nội, Việt Nam, trang 31-32.