

XÂY DỰNG MÔ HÌNH MÔ PHÒNG CHẤT LƯỢNG NƯỚC VÙNG ĐÀM PHÁ TAM GIANG – CẦU HAI

Trần Hữu Tuyên, Trần Hải Phong, Hoàng Ngô Tự Do, Hoàng Hoa Thám

Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế

1. Mở đầu

Vùng đầm phá Tam Giang - Cầu Hai (TG-CH) nằm ở phía đông tỉnh Thừa Thiên Huế (TTH), bao gồm 45 xã thuộc 5 huyện: Phong Điền, Quảng Điền, Hương Trà, Phú Vang, Phú Lộc). Tổng diện tích tự nhiên 101.070 ha, chiếm khoảng 20% diện tích của tỉnh [6].

Cùng với sự phát triển của nền kinh tế, chế độ dòng chảy và chất lượng nước ở đầm phá TG-CH chịu tác động của sự biến đổi về điều kiện tự nhiên và hoạt động kinh tế, công trình của con người (xây dựng các hồ chứa trên dòng chính, nuôi trồng thủy sản, xả thải công nghiệp,...). Vấn đề giám sát, dự báo chất lượng nước trong một hệ thống chịu tác động của nhiều yếu tố như: sông, biển, con người do đó để đưa ra kết quả chính xác và đáng tin cậy cần có sự trợ giúp của các công cụ mô hình. Điều này đã được nhấn mạnh trong Kế hoạch hành động của Ủy ban Nhân dân TTH ngày 12/02/2010 về việc triển khai quyết định số 1955/QĐ-TTg phê duyệt đề án “Phát triển kinh tế - xã hội vùng đầm phá TG-CH, tỉnh TTH đến năm 2020”, trong đó có nhấn mạnh “Phát triển hệ thống quan trắc môi trường, hệ thống dự báo thủy văn. Nghiên cứu, theo dõi đánh giá và chủ động ngăn chặn, phòng tránh tác động của các hệ thống hồ chứa đầu nguồn đến nguồn lợi thủy sản và hệ sinh thái đầm phá” [2].

Bài báo trình bày việc sử dụng mô đun mô phỏng chất lượng nước ECOLAB thuộc bộ MIKE hỗ trợ các nhà quản lý trong việc sử dụng hợp lý và đảm bảo phát triển bền vững ở đầm phá TG-CH.

2. Nội dung chính

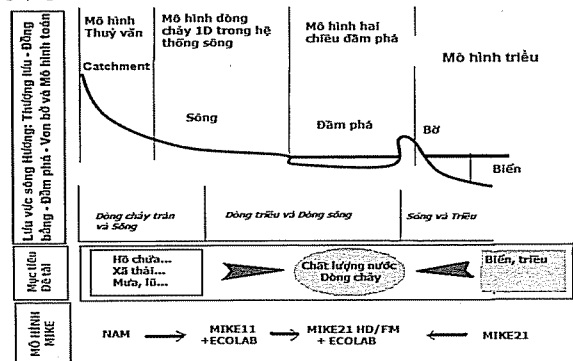
Đầm phá TG-CH nằm trong một hệ thống nhất: lục địa - biển nên chế độ dòng chảy, môi trường nước luôn bị tác động bởi các yếu tố khác nhau; nên phạm vi nghiên cứu bao trùm: Đầm phá, khu vực hạ lưu và vùng biển ven bờ.

Các công việc đã thực hiện:

Xây dựng mạng lưới tính 1 chiều MIKE 11 lưu vực sông Hương.

Xây dựng lưới tính 2 chiều MIKE 21 cho khu vực đầm phá TG-CH. Xây dựng Couple Link giữa MIKE 11 và MIKE 21 khu vực nghiên cứu sử dụng mô hình MIKE FLODD.

Các mô – đun đã sử dụng: MIKE NAM, MIKE 11 ECOLAB, MIKE21 ECOLAB và MIKE21 TYDE (hình1) [8,9].



Hình 1. Phạm vi nghiên cứu và các mô hình

a. Xây dựng mô hình mưa dòng chảy MIKE NAM

Hiện nay, trên các nhánh chính của sông Hương có ba hồ chứa thủy lợi – thủy điện lớn: Tả Trạch, Bình Điền, Hương Điền với tổng diện tích lưu vực là 1.939 km² chiếm 68,5% diện tích lưu vực sông Hương [3].

Biên thượng lưu các nhánh chính sông Hương được khống chế bởi các hồ chứa nên lưu lượng dòng chảy sử dụng số liệu vận hành của các công trình thủy lợi – thủy điện. Mô hình mưa dòng chảy NAM được xây dựng để tính toán các biên nhập lưu khu giữa không nằm trong phạm vi khống chế các hồ chứa.

b. Xây dựng mô hình chất lượng nước MIKE 11 ECOLAB trên nhánh sông

1) Mạng sông tính toán

Phạm vi xây dựng mô hình là toàn bộ các nhánh sông chính vùng đồng bằng bao gồm cả sông Ô

Lâu từ thượng nguồn ra đến đê đầm phá. Mạng sông tính toán bao gồm:

- Các con sông bắt nguồn phía đông dãy Trường Sơn: Ô Lâu, Bồ, Hữu Trạch, Tả Trạch, Nông, Truối;
- Các con sông đổ ra đầm phá: Diên Hồng, An Xuân, Quán Cửa, Hương, La Ý, Cầu Long;
- Các con sông phân lũ: Lợi Nông, Nham Biều, Đập Đá;
- Các con sông quanh thành nội: An Hòa, Kê Vạn, Đông Ba, Bạch Yến.

Toàn bộ mạng sông trong mô hình gồm 32 nhánh khác nhau, có tổng chiều dài là: 298.709 m với 440 mặt cắt [3]. Vị trí bắt đầu mô phỏng của các sông trong hệ thống bắt nguồn từ sườn Đông của dãy Trường Sơn: Sông Ô Lâu cách cầu Vân Trình về thượng lưu 8 km; Sông Bồ bắt đầu từ đập thủy điện Hương Điền; Sông Hữu Trạch bắt đầu hồ thủy điện Bình Điền; Sông Tả Trạch bắt đầu từ hồ Tả Trạch; Sông Truối bắt đầu từ hồ Truối; Sông Nông bắt đầu từ vị trí cách đường sắt 6 km.

Các công trình trên hệ thống bao gồm hồ chứa: Tả Trạch, Bình Điền, Hương Điền và các cống điều tiết. Có tất cả 02 đập (Weir): Đập Đá, La Ý, 08 cống (Culver): Cửa Lác, Hà Đổ, An Xuân, Quán Cửa, Thảo Long, Diên Trường, Cầu Long, Cống Quan.

2) Điều kiện biên của mô hình

Biên lưu lượng tại thượng nguồn sông Tả Trạch, sông Hữu Trạch và sông Bồ sử dụng số liệu vận hành của các hồ chứa Tả Trạch, Bình Điền, Hương Điền. Biên lưu lượng các sông nhánh, biên nhập lưu được xác định qua mô hình MIKE NAM hoặc tương quan với lưu lượng đến các hồ chứa. Các biên hạ lưu

là biên mực nước tại các vị trí cửa sông đổ vào đầm phá: Cửa Lác, Hà Đổ, An Xuân, Quán Cửa, Thảo Long, Diên Trường, Cầu Long, Cống Quan, được gán với giá trị mực nước là hằng số. Sau khi kết nối với mô hình hai chiều thì tại các biên hạ lưu này, mực nước được xác định từ các kết nối với mô hình MIKE 21.

Biên chất lượng nước

Modun chất lượng nước ECOLAB khu vực nghiên cứu được xây dựng mức 4, bao gồm 6 thông số: Oxy hoà tan (DO), nhu cầu oxy sinh hoá (BOD₅), Nitrat NO₃, Amoni NH₄, Độ mặn, Photphat PO₄. Toàn bộ các nguồn thải trên lưu vực sông Hương được xác định qua kết quả điều tra, đo đạc. Đối với mỗi nguồn thải, đo 6 chỉ tiêu chất lượng nước nêu trên và xác định lưu lượng thải, nồng độ các chất ô nhiễm cho mỗi nguồn.

3) Các thông số tính toán

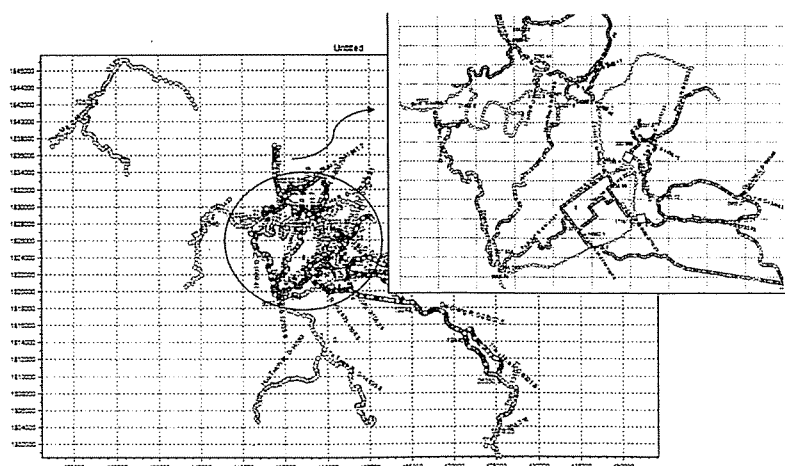
Mực nước: Mực nước ban đầu trên các nhánh sông là 0,5 m.

Chất lượng nước: Sử dụng số liệu quan trắc thường xuyên của Trung tâm Quan trắc môi trường đến năm 2014 trên 48 điểm với tần suất đo đạc là 03 tháng/lần.

Điều kiện ban đầu: Giá trị trung bình của các thông số chất lượng nước tương ứng với thời gian bắt đầu mô phỏng [1, 3].

Hệ số nhám Manning lấy theo từng đoạn sông, dao động từ 0,025 - 0,075.

Thời gian mô phỏng: Thời gian mô phỏng của MIKE 11 được lấy theo MIKE 21.



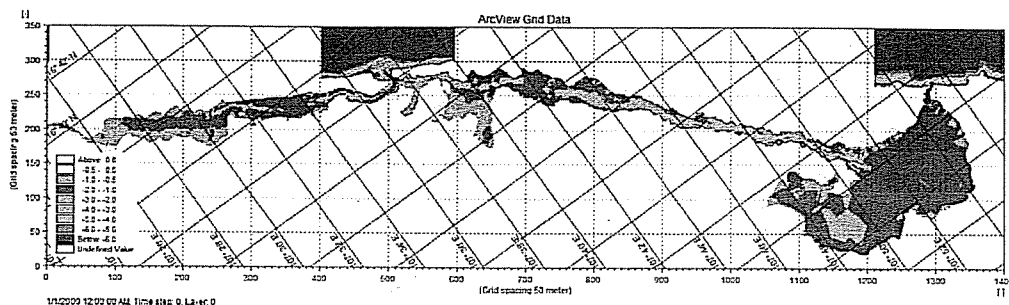
Hình 2. Hệ thống các nhánh sông trong mô hình MIKE 11

c. Xây dựng mô hình chất lượng nước MIKE 21 ECOLAB trên đầm phá

1) Xây dựng lưới tính

Miền tính toán của đầm phá TG-CH là toàn bộ

đầm phá và hai cửa Thuận An, Tư Hiền và mở rộng về phía biển. Vùng tính được chia ra dạng lưới sai phân với số lượng: $1.451 \times 351 \text{ ô} = 50.9301 \text{ ô}$ lưới, kích thước mỗi ô lưới là 50 m (hình 3).

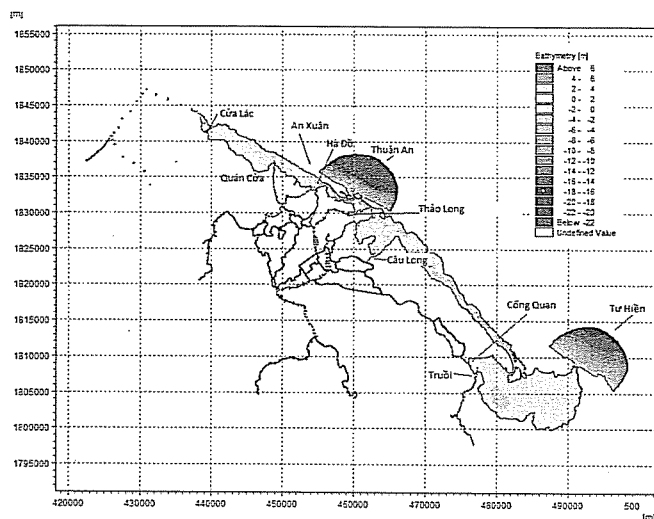


Hình 3. Lưới tính toán đầm phá Tam Giang – Cầu Hai

2) Điều kiện biên của mô hình

* Các biên thủy lực.

Toàn bộ khu vực đầm phá gồm có 11 biên thủy lực, bao gồm 9 biên cửa sông, 02 biên biển (hình 4).



Hình 4. Các biên chính của mô hình MIKE 21 HD vùng đầm phá

- Biên cửa sông: Cửa sông là nơi tiếp thu các nguồn nước từ phía thượng nguồn hệ thống sông Hương và đổ vào đầm phá trước khi ra biển qua hai cửa Thuận An và Tư Hiền. Có 09 biên cửa sông tương ứng với cửa thoát của các con sông đổ vào đầm phá qua các công trình đập, cống: Cửa Lác, Quán Cửa, Hà Đổ, An Xuân, Thảo Long, Diên Trường, Cầu Long, Cống Quan, Truồi.

Các biên này được kết nối với các sông nhánh của mô hình MIKE 11. Tại các biên cửa sông, lưu lượng cũng như các thông số chất lượng nước được cung cấp từ mô hình MIKE 11 qua kết nối MIKE FLOOD.

- Biên hạ lưu (Biên biển): Có 2 biên cửa biển Tư Hiền và Thuận An là đường quá trình mực nước

triều tại cửa Thuận An, Tư Hiền được xây dựng từ bộ hằng số điều hòa thủy triều dựa vào số liệu thực đo tại cửa Thuận An và Tư Hiền từ đến 4-18/6/2003 đến 18/6/2003 và được kiểm định lại với số liệu đo đạc trong 3 ngày từ 10-12/12/2009.

*. Các biên chất lượng nước

Vùng đầm phá TG-CH đang đối mặt với các nguồn gây ô nhiễm khác nhau: nước thải sinh hoạt, nước thải chăn nuôi, nước thải công nghiệp. Ô nhiễm từ hoạt động nuôi trồng thủy sản, theo đánh giá của đề tài nghiên cứu "Đánh giá sức tải môi trường vùng đầm phá Tam Giang - Cầu Hai" mặc dù có tải lượng nhỏ nhưng thải trực tiếp vào môi trường đầm phá nên quyết định hiện trạng chất

lượng nước của môi trường đầm phá. Khác với các nguồn thải khác, hoạt động nuôi trồng thủy sản không tiến hành liên tục và mang tính chất mùa vụ và lưu lượng xả thải thay đổi theo thời gian nuôi trồng.

Lượng ô nhiễm từ sông vào đầm phá được xác định qua việc thiết lập mô phỏng kết nối MIKE 11 và MIKE 21 trong khu vực tính toán. Nồng độ và lưu lượng xả thải từ nuôi trồng thủy sản được tiến hành như sau:

- Xác lập các tiểu vùng xả thải từ các ao nuôi: Từ bản đồ hệ thống ao nuôi, kết hợp với công tác khảo sát thực địa, xác định 110 tiểu vùng xả thải, tương ứng 110 nguồn điểm. Vị trí các nguồn điểm trùng với phần cuối các kênh dẫn nước từ ao nuôi ra đầm phá.

- Tính toán lưu lượng và thời gian xả thải: Lưu lượng xả thải của các nguồn điểm phụ thuộc vào thời gian nuôi trồng thủy sản, lượng nước phải thay trong ao nuôi, diện tích các ao nuôi, được xác định theo tài liệu "Quy trình nuôi tôm sú", "Hướng dẫn thời vụ nuôi trồng thủy sản năm 2011".

- Chất lượng nước tại các nguồn thải được xác định từ số liệu điều tra hiện trạng nguồn thải do để tài thực hiện, có tham khảo số liệu của Trung tâm Quan trắc Môi trường.

Kiểm định xả thải tại một số nguồn điểm do Chi cục Nuôi trồng thủy sản tiến hành [1,2]. Thời gian đo đạc thực tế tại các nguồn thải từ ngày 04/05 - 09/05/2011. Sai số lưu lượng nguồn thải các điểm dao động từ 12,3 - 21,6%, các thông số chất lượng nước từ 2,3% (độ mặn) đến 26,6% (DO) là chấp nhận được.

3) Các thông số của mô hình

Về thủy lực: Mực nước trung bình trên đầm phá là 0,5 m.

Về chất lượng nước: Ở kịch bản tính toán ban đầu, chất lượng nước trên sông Hương và đầm phá được lấy theo giá trị trung bình của các thông số

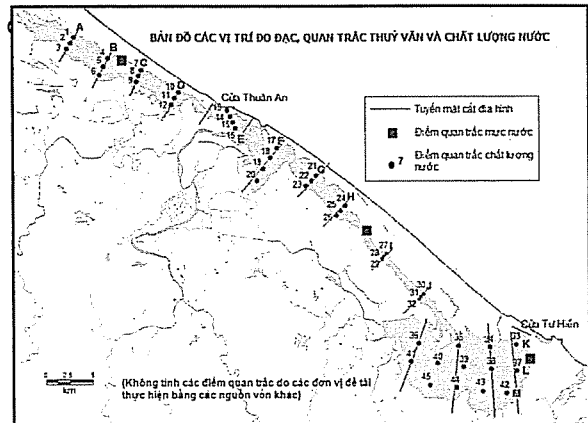
chất lượng nước trên đầm phá TG-CH. Ở các bước tiếp theo, điều kiện ban đầu của thông số chất lượng nước là kết quả của bước tính toán trước đó.

4) Thời gian mô phỏng

Thời gian mô phỏng kéo dài trong năm 2011. Để giảm thiểu thời gian tính toán, sử dụng kỹ thuật ngắt quãng hot spot cho từng tháng trong năm 2011.

d. Kết nối mô hình một chiều và hai chiều: Sử dụng mô hình MIKE FLOOD

Qua mô hình MIKE FLOOD, MIKE 11 của nhánh sông Hương kết nối MIKE 21 HD vùng đầm phá qua các kết nối chuẩn với 9 biên kết nối là các cửa sông



Hình 5. Bản đồ vị trí các điểm đo đạc chất lượng nước

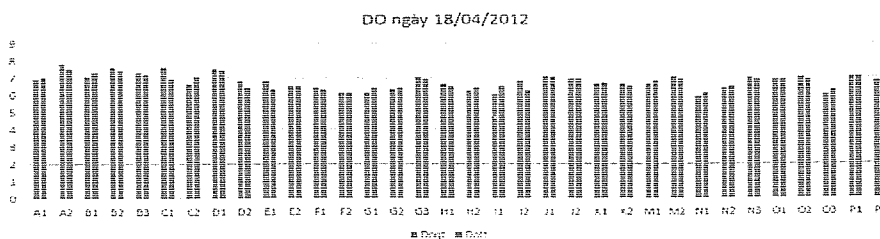
e. Hiệu chỉnh và kiểm nghiệm mô hình

Sử dụng các hệ số trong modun tải khuếch tán AD và mô đun chất lượng nước ECOLAB, số liệu thực đo của hai đợt khảo sát tại 34 điểm trên đầm phá được sử dụng hiệu chỉnh, kiểm nghiệm mô hình.

1) Hiệu chỉnh mô hình

Số liệu đo đạc chất lượng nước thực hiện ngày 18/04/2012 được sử dụng để hiệu chỉnh mô hình.

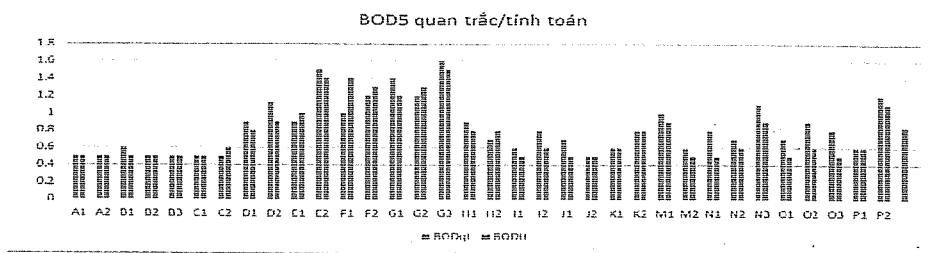
* DO: Hệ số Nash của DO là 0,52 đạt mức trung bình. Sai số các điểm đo đều nhỏ hơn 10%. Những điểm có sai số lớn thường trùng cửa Thuận An, Tư Hiền (hình 6).



Hình 6. Nồng độ DO (mg/l) theo số liệu thực đo và tính toán tại các điểm trên đầm phá

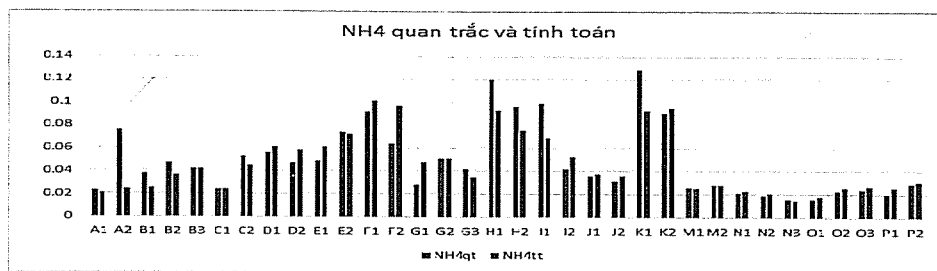
NGHIÊN CỨU & TRAO ĐỔI

* BOD₅: Sai số các điểm đo dao động từ 0 cho đến 37,5%. Số điểm có sai số trên 25% có 6/34 điểm quan trắc. Hệ số Nash của BOD là 0,77, đạt mức khá (hình 7).



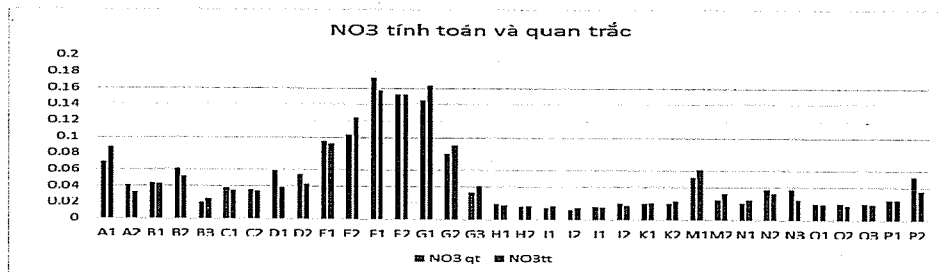
Hình 7. Phân bố nồng độ BOD₅(mg/l) theo số liệu thực đo và tính toán

* NH₄: Sai số các điểm đo dao động từ 0 cho đến 34,5%. Số điểm có sai số trên 25% có 4/34 điểm quan trắc. Hệ số Nash của NH₄ là 0,87, đạt mức khá (hình 8).



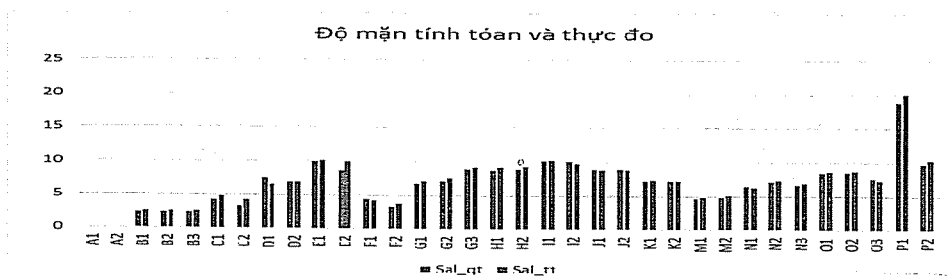
Hình 8. Nồng độ NH₄ (mg/l) theo số liệu thực đo và tính toán

* NO₃: Sai số các điểm đo NO₃ dao động từ 0 cho đến 32,1%. Số điểm có sai số trên 25% có 4/34 điểm quan trắc. Hệ số Nash của NO₃ đạt 0,97, đạt mức tốt (hình 9).



Hình 9. Nồng độ NO₃ (mg/l) theo số liệu thực đo và tính toán

* Độ mặn: Sai số các điểm đo độ mặn thay đổi từ 0 cho đến 27,3%. Số điểm có sai số trên 25% có 1/34 điểm quan trắc. Hệ số Nash: 0,98, đạt mức tốt (hình 10).



Hình 10. Độ mặn (PSU) theo số liệu thực đo và tính toán tại các điểm đo trên đầm phá

Nhận xét: Ngoại trừ DO, các thông số chất lượng nước còn lại có chỉ số Nash từ 0,77 đến 0,98 (bảng 1).

Bảng 1. Chỉ số Nash của các thông số chất lượng nước trong hiệu chỉnh

Thông số	DO (mg/l)	BOD ₅ (mg/l)	NO ₃ (mg/l)	NH ₄ (mg/l)	Độ mặn (PSU)
Nash	0,52	0,77	0,97	0,77	0,98

2) Kiểm nghiệm mô hình

Số liệu thực đo tại 34 điểm trên đầm phá vào tháng 08/2012 được sử dụng để kiểm nghiệm mô

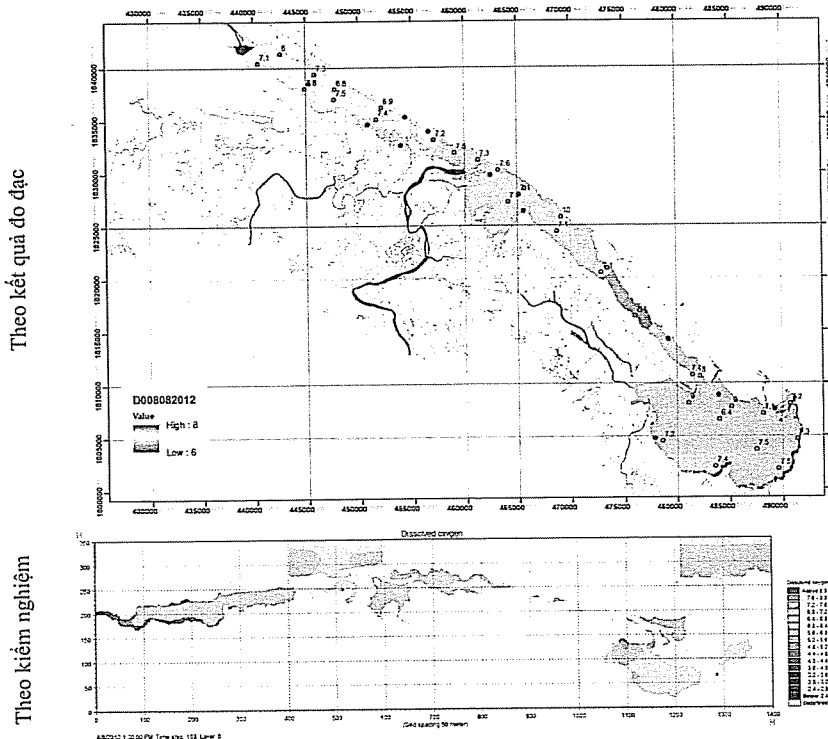
hình. Công tác kiểm nghiệm mô hình tương tự như hiệu chỉnh. Chỉ số Nash của công tác kiểm nghiệm đạt từ 0,68 - 0,92 (bảng 2).

Bảng 2. Chỉ số Nash của các thông số chất lượng nước trong kiểm nghiệm mô hình

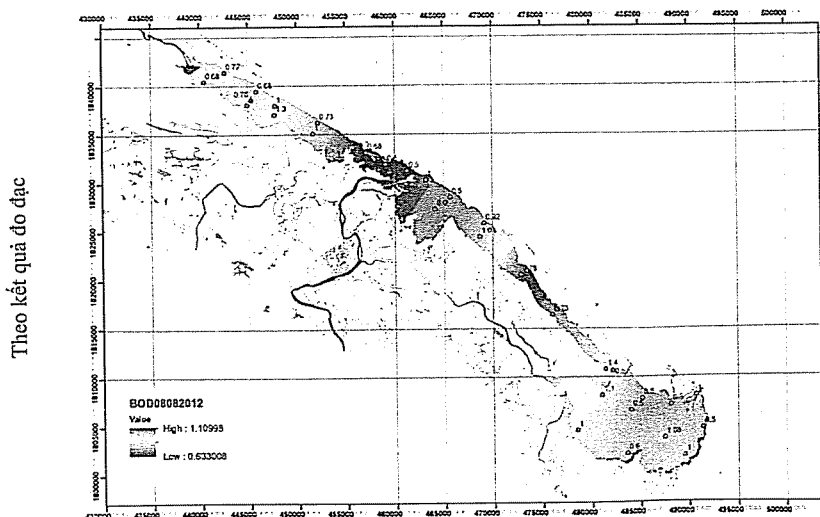
Thông số	DO (mg/l)	BOD ₅ (mg/l)	NO ₃ (mg/l)	NH ₄ (mg/l)	Độ mặn (PSU)
Nash	0,68	0,72	0,87	0,66	0,92

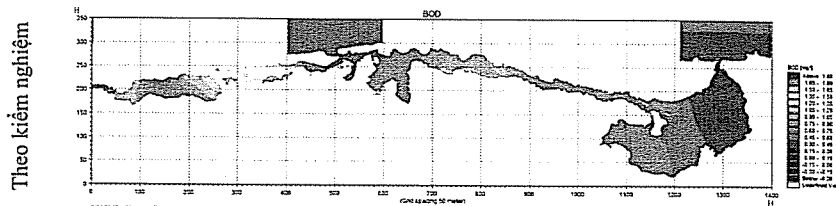
Một số kết quả của công tác hiệu chỉnh mô hình (hình 11).

* DO



* BOD₅





Hình 11. Một số kết quả về chất lượng nước đầm phá Tam Giang – Cầu Hai

3. Kết luận

Mô hình mô phỏng chất lượng nước được xây dựng trên cơ sở kết nối mô hình một chiều MIKE11 trên các nhánh sông Hương và hai chiều MIKE21HD trên đầm phá Tam Giang – Cầu Hai với các điều kiện biên về mực nước, lưu lượng, chất lượng nước... với nguồn số liệu hiện có trên địa bàn. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm nghiệm mô hình cho thấy phần lớn các thông số chất lượng nước đều đạt chỉ số Nash từ 0,7 - 0,9 khá phù hợp với hiện trạng dòng chảy và chất lượng nước vùng đầm phá, đặc biệt và các thông số về độ mặn, BOD₅, NO₃, NH₄; riêng DO,

PO₄... có mức độ đáp ứng kém hơn.

Kết quả mô phỏng của mô hình có thể cung cấp các thông tin về mực nước, lưu lượng và chất lượng nước tại vị trí bất kỳ ở hạ lưu của các con sông đổ vào đầm phá: sông Hương, sông Bồ, sông Truồi, sông Ô Lâu, sông Nông cũng như các sông nhánh như sông Kê Vạn, Lợi Nông, Như Ý, sông Cù, sông Nham Biều,... và đầm phá TG - CH. Do đó việc áp dụng mô hình mô phỏng chất lượng nước khu vực nghiên cứu sẽ hỗ trợ việc phát triển kinh tế xã hội vùng đầm phá nói riêng và phát triển bền vững nói chung.

Tài liệu tham khảo

1. Chi cục Bảo vệ Môi trường Thừa Thiên Huế, 2012. Hiện trạng môi trường Thừa Thiên Huế năm 2012, Tài liệu lưu trữ.
2. Thủ tướng Chính phủ, 2009, Quyết định 1955/QĐ-TTg ngày 27 tháng 11 năm 2009 của Thủ tướng Chính phủ về việc phê duyệt Đề án "Phát triển kinh tế - xã hội vùng đầm phá Tam Giang - Cầu Hai, tỉnh Thừa Thiên Huế đến năm 2020".
3. Trung tâm Quan trắc môi trường Thừa Thiên Huế, 2014, Tập số liệu quan trắc môi trường Thừa Thiên Huế năm 2010 đến 2013, Lưu hành nội bộ.

(Tiếp theo trang 41)

đầu. Xây dựng được các trường nhiệt muối 3 chiều tin cậy phục vụ cho các mô hình dự báo biển, đã khẳng định tính hiệu quả của phương pháp xây dựng mặt cong cấu trúc nhiệt muối trong nghiên

cứu biển. Trên cơ sở này, chúng ta hoàn toàn có cơ sở khẳng định khả năng triển khai phương pháp này trong dự báo cấu trúc nhiệt muối vùng Vịnh Bắc bộ nói riêng và các vùng biển cụ thể khác.

Tác giả xin trân thành cảm ơn sự hỗ trợ kinh phí của đề tài QG.12.16 trong quá trình thực hiện nghiên cứu này.

Tài liệu tham khảo

1. Pham Hoang Lam, Ha Thanh Huong, Pham Van Huan 2007, Computing vertical profile of temperature in Eastern Sea using cubic spline functions. Vietnam National University, Hanoi, Journal of Science, Earth Sciences, Volume 23, No. 2, pp. 122-125.
2. Đinh Văn Ưu, Báo cáo tổng kết đề tài KHCN 06-02 "Nghiên cứu cấu trúc ba chiều (3D) thủy nhiệt động lực học biển Đông và ứng dụng của chúng" năm 2000.