

MÔ PHÒNG CÁC CHỈ TIÊU CHẤT LƯỢNG NƯỚC BOD5 VÀ DO TẠI VÙNG CỬA SÔNG ĐỒNG NAI

NCS. Bảo Thạnh

Phân viện Khí tượng Thủy văn & Môi trường phía Nam - Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường

Báo cáo trình bày việc mô phỏng dao động mực nước, dòng chảy triều và các chỉ tiêu chất lượng nước BOD5 và DO tại vùng cửa sông Đồng Nai bằng bộ phần mềm DHI MIKE 21 (xác định miền tính, lưới tính, các điều kiện thủy lực, điều kiện biên, các nguồn thải công nghiệp và sinh hoạt, hiệu chỉnh và kiểm định mô hình .v.v.).

Các giá trị tính toán định lượng của các chỉ tiêu chất lượng nước BOD5 và DO cho mùa khô và mùa mưa phù hợp với giá trị thực đo trên từng khu vực cụ thể cũng như trên toàn vùng cửa sông Đồng Nai.

Các kết quả cũng cho thấy, dao động của các chỉ tiêu chất lượng nước BOD5 và DO theo dao động của mực nước triều ngày và tháng, nhưng thay đổi dọc sông và ngang mặt cắt sông do chịu tác động của địa hình, độ cong sông, nhập lưu của các nhánh sông và vị trí nguồn xả thải.

1. Mở đầu

Vùng cửa sông Đồng Nai nằm trong vùng kinh tế trọng điểm phía Nam đang trong quá trình công nghiệp hóa, đô thị hóa và gia tăng dân số nhanh chóng và do đó vấn đề ô nhiễm môi trường sông biển tại đây ngày càng bức xúc.

Hàng ngày, vùng hạ lưu sông Đồng Nai tiếp nhận lượng nước thải của các khu công nghiệp tập trung khoảng 161.464 m³, của các cơ sở sản xuất phân tán khoảng 320.000 m³ và của các khu đô thị khác nhau khoảng trên 1 triệu m³.

Đã xuất hiện các con kênh đen, những dòng sông chết và cùng với đó là sự ảnh hưởng nghiêm trọng đến đời sống xã hội và sản xuất kinh tế. Nhiệm vụ giám sát môi trường, đo đạc các chỉ tiêu chất lượng nước thật khó khăn và tốn kém cho một vùng sông biển rộng lớn và có chế độ thủy động lực phức tạp như vùng cửa sông Đồng Nai này.

Do đó, việc mô phỏng các chỉ tiêu chất lượng nước bằng công cụ mô hình là một giải pháp khả thi và hiệu quả để giám sát môi trường và quy hoạch sản xuất.

2. Sử dụng bộ phần mềm DHI MIKE 21 để mô phỏng các chỉ tiêu chất lượng nước BOD5 và DO

Bộ phần mềm DHI MIKE 21 tích hợp do Viện

Thủy lực Đan Mạch xây dựng được áp dụng rộng rãi trên thế giới cũng như tại Việt Nam, dùng để nghiên cứu nhiều hiện tượng liên quan đến thủy lực như: dao động và dòng chảy triều; nước dâng do bão; hoàn lưu nhiệt muối; chất lượng nước; sóng; bồi xói và vận chuyển trầm tích; được xây dựng theo dạng những module theo bốn mảng ứng dụng: thủy lực ven bờ và hải dương học; thủy lực môi trường; các quá trình trầm tích và sóng. MIKE 21 là một gói phần mềm kỹ thuật chuyên nghiệp chứa một hệ thống mô hình dòng chảy mặt tự do 2 chiều, có thể áp dụng để mô phỏng các hiện tượng thủy lực trong hồ, cửa sông, vịnh, biển ven bờ nơi sự phân tầng có thể bỏ qua. Phần mềm MIKE 21 được sử dụng ở đây gồm module cơ bản HD và các module tải – tán xạ AD và module chất lượng nước WQ.

a. Xác định miền tính và xây dựng lưới tính toán

Miền tính toán vùng hạ lưu hệ thống sông Đồng Nai – Sài Gòn bao gồm:

- Sông Đồng Nai: bắt đầu từ Biên Hòa (Hóa An) xuống đến hợp lưu với sông Sài Gòn tại Mũi Đèn Đỏ, lần lượt qua Cù Lao Phố, Long Đại, Cát Lái;

- Sông Sài Gòn: bắt đầu từ Thủ Dầu Một xuống đến hợp lưu với sông Đồng Nai tại Mũi Đèn Đỏ, lần lượt qua Lái Thiêu (Cầu Phú Long), Cầu Bình Phước, Cầu Bình Triệu, Thanh Đa, Tp.Hồ Chí Minh

Phản biện: TS. Nguyễn Thị Hiền Thuận

Nghiên cứu & Trao đổi

(Phú An), Bến Nhà Rồng, Cầu Tân Thuận;

- Sông Nhà Bè: đoạn hợp lưu của hai sông Đồng Nai và Sài Gòn, từ Mũi Đèn Đỏ đến Nhà Bè, điểm phân lưu Lòng Tàu – Soài Rạp;

- Sông Soài Rạp: từ phân lưu Nhà Bè ra đến cửa biển Soài Rạp;

- Sông Lòng Tàu: từ phân lưu Nhà Bè ra đến sông Ngã Bảy đổ vào Vịnh Gành Rái;

- Sông Đồng Tranh,

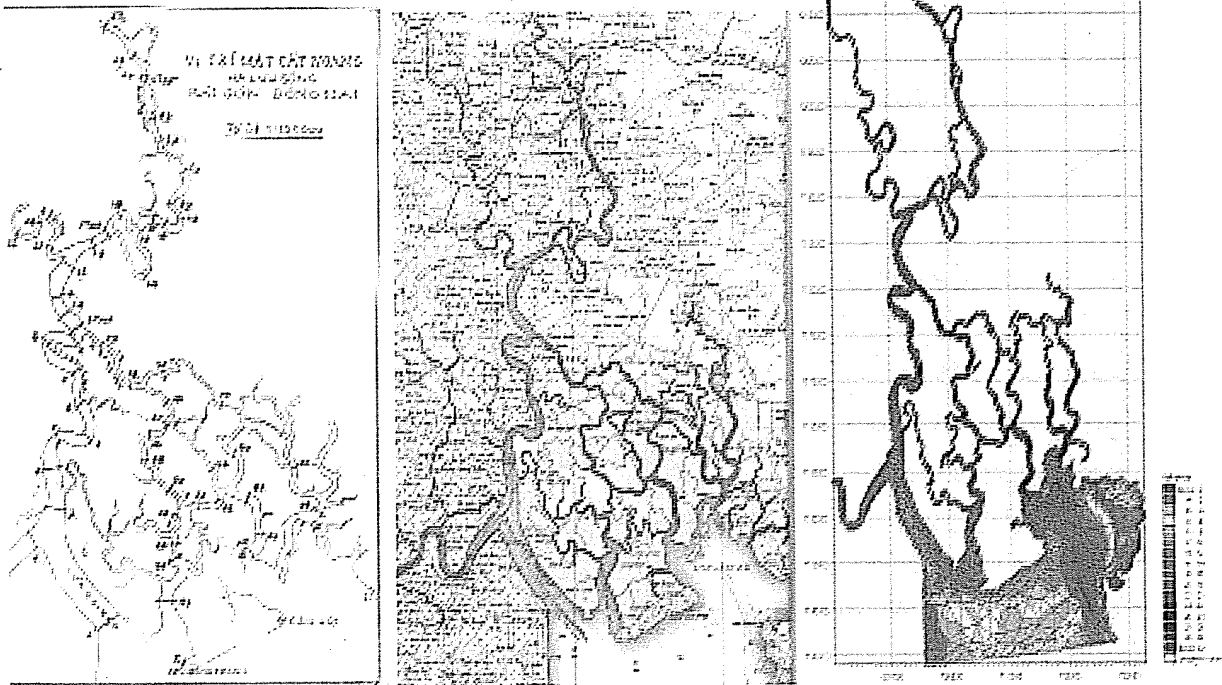
- Sông Thị Vải, sông Gò Gia từ nguồn đến cửa Cái Mép,

- Một số sông, rạch lớn nối giữa các sông như sông Bà Giỏi (Gò Gia – Lòng Tàu), rạch Vàm Sát (Đồng Tranh – Soài Rạp),

- Các cửa sông Soài Rạp, Đồng Tranh, Vàm Cỏ, Cái Mép,

- Vịnh Gành Rái với mặt cắt từ Mũi Nghinh Phong (Bà Rịa – Vũng Tàu) qua Cần Giờ (Tp. Hồ Chí Minh) đến Gò Công (Tiền Giang),

- Bãi cạn sông Dinh phía Bà Rịa – Vũng Tàu.



Hình 1. Bản đồ miền tính với 52 mặt cắt, hải đồ và bản đồ lưới tính.

Sử dụng số liệu của 52 mặt cắt ngang và dọc sông được đo đạc năm 2004 và hải đồ Vịnh Gành Rái tỷ lệ 1:75.000 để xây dựng lưới tính toán tam giác với 4975 nút và 6245 phần tử. Bước thời gian là 6 s với số Courant tối đa là 0,489.

Các điều kiện thủy lực

- Độ nhớt xoáy nằm ngang chọn là hằng số (= 0,002 m²/s).

- Lực ma sát đáy thông qua hệ số Manning chọn là hằng số (= 30m^{1/3}/s).

- Lực Coriolis chọn là không đổi trên miền tính tại vĩ độ 10°.

- Lực gió không đổi với vận tốc 2m/s hướng Đông có hệ số ma sát (= 0,001255).

- Lượng mưa không đổi (= 10mm/ngày) và không có bốc hơi.

Điều kiện biên và điều kiện ban đầu

- Điều kiện biên được sử dụng là giá trị mực nước và lưu lượng thực đo của các trạm quan trắc trên hạ lưu sông Đồng Nai – Sài Gòn, bao gồm:

* Biên Hòa trên sông Đồng Nai: mực nước giờ,

* Thủ Dầu Một trên sông Sài Gòn: mực nước giờ,

* Vàm Cỏ: lưu lượng trung bình tháng (= 600 m³/s),

* Thị Vải: lưu lượng trung bình tháng (= 100 m³/s),

* Vũng Tàu: mực nước giờ.

- Điều kiện ban đầu là giá trị mực nước thực đo

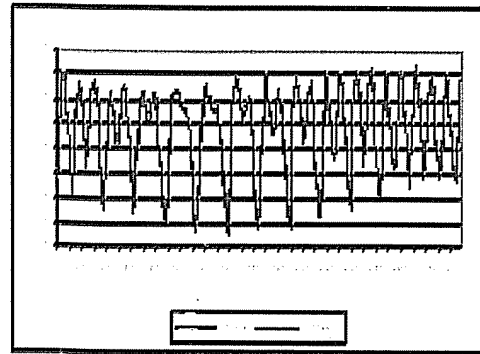
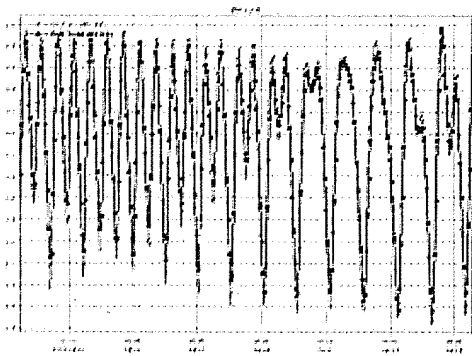
tại thời điểm $t = 0$.

Kết xuất của mô hình ngoài mực nước giờ, còn có các thành phần vận tốc theo phương x và y , tốc độ và hướng dòng chảy.

b. Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình thủy lực

Mô hình được hiệu chỉnh bằng số trở kháng đáy

Manning khi so sánh mực nước tính toán và mực nước thực đo tại 2 điểm giữa miền tính là Phú An và Nhà Bè thông qua chỉ số Nash – Sutcliffe. Để kiểm định mô hình, số trở kháng đáy Manning = 40 $m^{1/3}/s$ sau hiệu chỉnh, được chọn áp dụng vào tính toán trường thủy động lực cho các chuỗi thời gian khác nhau.



Hình 2. Diễn biến mực nước giờ thực đo và tính toán tại Phú An tháng 4 và 9/03

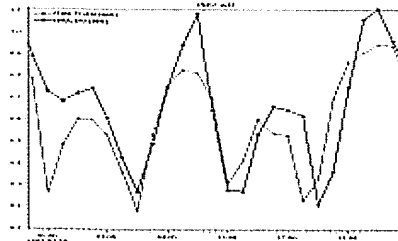
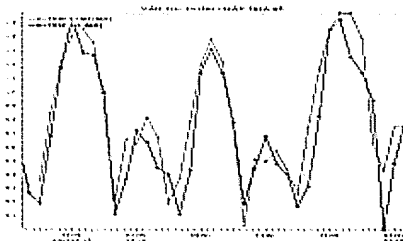
c. Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình chất lượng nước

Bài toán xét 2 chỉ tiêu chất lượng nước là:

- BOD5 (nhu cầu oxy sinh hóa): với giá trị đầu

lấy từ số liệu thực đo, đơn vị mg/l ,

- DO (oxy hòa tan): với giá trị đầu lấy từ số liệu thực đo, đơn vị mg/l .



Hình 3. Diễn biến vận tốc dòng chảy thực đo và tính toán tại Nhà Bè ngày 18 – 20 tháng 4/2003 và tại Phú An ngày 19 tháng 4/2003.

Nhiệt độ và độ mặn được chọn là hằng số không đổi, lần lượt là $25^{\circ}C$ và 10 psu. Các hệ số tán xạ theo phương ngang cho cả BOD5 và DO được chọn là hằng số có giá trị là $1m^2/s$.

Các nguồn thải trong miền tính

Mô hình xem xét bổ sung 28 nguồn thải, bao gồm 15 nguồn thải từ các khu công nghiệp đổ ra các sông Sài Gòn, Đồng Nai, Thị Vải và 13 nguồn thải sinh hoạt từ các khu dân cư đồng đúc đổ ra các sông Sài Gòn, Vàm Cỏ, Đồng Nai, Nhà Bè, Gành

Rái, Đồng Tranh.

Điều kiện đầu và điều kiện biên

Điều kiện đầu gán cho giá trị BOD5 và DO là $5 mg/l$. Điều kiện biên gán cho các giá trị BOD5 và DO các giá trị trung bình cần tính tại các vị trí biên:

- Thủ Dầu Một: BOD5 là $9,6 mg/l$ và DO là $5,0 mg/l$;

- Vũng Tàu: BOD5 là $1,5 mg/l$ và DO là $6,5 mg/l$;

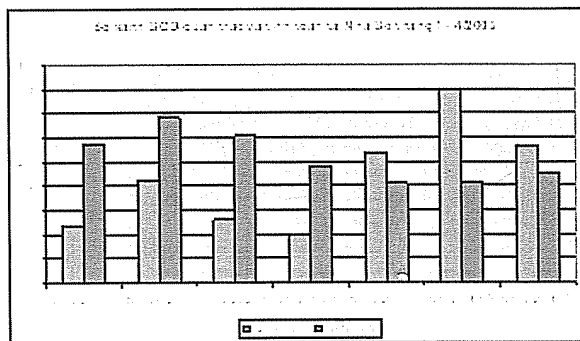
- Vàm Cỏ: BOD5 là $3,3 mg/l$ và DO là $5,3 mg/l$;

- Biên Hòa: BOD5 là $4,6 mg/l$ và DO là $5,1 mg/l$;

Nghiên cứu & Trao đổi

- Thị Vải : BOD5 là 12,0 mg/l và DO là 1,0 mg/l.

Mô hình chất lượng nước được tiến hành thực nghiệm để tính toán giá trị BOD5 và DO trên toàn miền tính trong khoảng thời gian 4 tháng từ tháng 2 – 4 năm 2005. Kết quả được so sánh với giá trị thực đo tại Phú An và Nhà Bè, mỗi tháng có 2 giá trị BOD5 và 4 giá trị DO.



Hình 4. So sánh giá trị BOD5 quan trắc và tính toán tại Nhà Bè tháng 2- 4/2005

Tại Phú An, giá trị BOD5 tính toán thường thấp hơn giá trị thực đo; ngược lại, giá trị DO tính toán lại cao hơn giá trị thực đo. Tại Nhà Bè cũng nhận thấy tương tự nhưng kết quả tính toán khá phù hợp với kết quả thực đo.

3. Các kết quả mô phỏng các chỉ tiêu chất lượng nước BOD5 và DO vùng cửa sông Đồng Nai

Sử dụng bộ phần mềm DHI MIKE 21 với các thông số, hằng số đã hiệu chỉnh và kiểm định trên, tiến hành tính toán các chỉ tiêu chất lượng nước BOD5 và DO cho thời gian mùa khô (tháng 2-4) và mùa mưa (tháng 9 -11) của các năm 2003 – 2006. Kết quả định lượng cho thấy:

Vào mùa khô :

- Trên sông Soài Rạp (đoạn trên cửa Vàm Sát), giá trị BOD5 dao động trong khoảng 5,2 – 8,3 mg/l ; giá trị DO trong khoảng 3,3 – 4,5 mg/l ;

- Trên sông Thị Vải (Cảng Cái Mép), giá trị BOD5 dao động trong khoảng 12,0 – 20,4 mg/l ; giá trị DO trong khoảng 1,6 – 2,4 mg/l ;

- Trên sông Nhà Bè (đoạn gần Nhà Bè), giá trị BOD5 dao động trong khoảng 5,5 – 9,0 mg/l ; giá trị

DO trong khoảng 3,5 – 4,6 mg/l ;

- Trên sông Đồng Nai (đoạn Cát Lái), giá trị BOD5 dao động trong khoảng 4,5 – 8,7 mg/l ; giá trị DO trong khoảng 4,0 – 4,9 mg/l ;

- Trên sông Sài Gòn (đoạn Phú An), giá trị BOD5 dao động trong khoảng 13,8 – 15,2 mg/l ; giá trị DO trong khoảng 3,0 – 4,5 mg/l ;

Vào mùa mưa :

- Trên sông Soài Rạp (đoạn gần cửa Vàm Sát), giá trị BOD5 dao động trong khoảng 4,5 – 7,4 mg/l ; giá trị DO trong khoảng 3,6 – 4,7 mg/l ;

- Trên sông Thị Vải (Cảng Cái Mép), giá trị BOD5 dao động trong khoảng 8,8 – 13,8 mg/l ; giá trị DO trong khoảng 2,1 – 3,0 mg/l ;

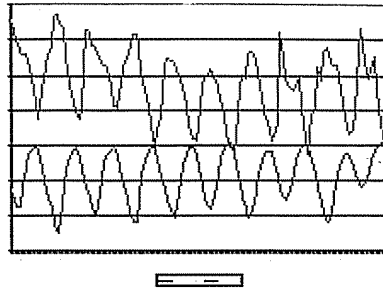
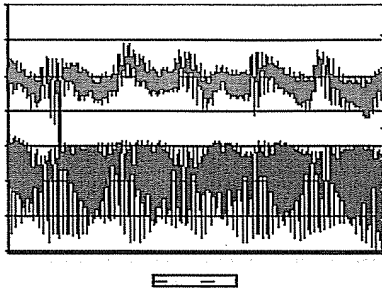
- Trên sông Nhà Bè (đoạn gần Nhà Bè), giá trị BOD5 dao động trong khoảng 4,5 – 8,8 mg/l ; giá trị DO trong khoảng 3,8 – 4,9 mg/l ;

- Trên sông Đồng Nai (đoạn Cát Lái), giá trị BOD5 dao động trong khoảng 4,5 – 8,1 mg/l ; giá trị DO trong khoảng 4,0 – 5,1 mg/l ;

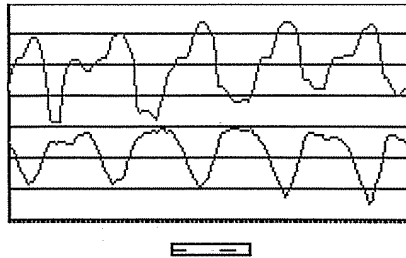
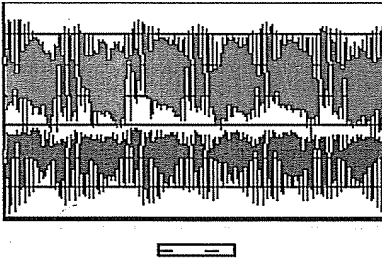
- Trên sông Sài Gòn (đoạn Phú An), giá trị BOD5 dao động trong khoảng 9,2 – 15,2 mg/l ; giá trị DO trong khoảng 2,6 – 4,6 mg/l.

Các kết quả trên đây phù hợp số liệu quan trắc BOD5 và DO trên từng con sông của vùng cửa sông Đồng Nai. Về mặt định lượng, cho thấy mức độ ô nhiễm nghiêm trọng trên sông Thị Vải, ô nhiễm có mức độ trên sông Sài Gòn và chưa ô nhiễm trên sông Đồng Nai, Lòng Tàu, Vịnh Gành Rái và các cửa biển. Về mặt định tính cũng đã thể hiện sự thay đổi theo mùa: giá trị BOD5 vào mùa khô lớn hơn mùa mưa và ngược lại, giá trị DO vào mùa mưa lớn hơn mùa khô.

Các kết quả cũng cho thấy các chỉ tiêu chất lượng nước BOD5 và DO dao động theo dao động của mực nước triều. Hàng ngày, dao động một đỉnh, một chân hoặc hai đỉnh, hai chân, nhưng ngược pha, khi mực nước lên, các chỉ tiêu giảm xuống, khi mực nước xuống, các chỉ tiêu tăng lên. Hàng tháng, các chỉ tiêu này cao hơn vào các ngày triều kém và thấp dần vào các ngày triều cường. Biên độ dao động ngày thường nhỏ hơn biên độ tháng.

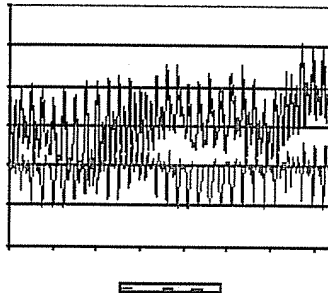
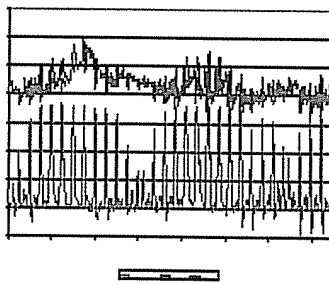


Hình 5. Quá trình mực nước và chỉ tiêu BOD5 tại Phú An tháng 2-4/2005 và 5 ngày triều cường



Hình 6. Quá trình mực nước và chỉ tiêu DO tại Hiệp Phước tháng 2-4/2005 và 5 ngày triều kém.

Dao động của các chỉ tiêu chất lượng nước cũng thay đổi dọc sông và ngang mặt cắt sông do chịu tác động của địa hình, độ cong sông, nhập lưu của các nhánh sông và vị trí nguồn xả thải.



Hình 7. Chênh lệch các chỉ tiêu BOD5 và DO trên sông Nhà Bè tháng 3/2005.

4. Kết luận

- Các trường thủy động lực và chỉ tiêu chất lượng nước vùng cửa sông Đồng Nai đã được mô phỏng khá tốt bằng phần mềm DHI MIKE 21 hai chiều, giúp giám sát môi trường hiệu quả hơn,

- Giá trị tính toán định lượng của các chỉ tiêu chất lượng nước BOD5 và DO phù hợp với giá trị quan

trắc trên từng khu vực cụ thể cũng như trên toàn vùng cửa sông Đồng Nai,

- Dao động của các chỉ tiêu chất lượng nước BOD5 và DO theo dao động của mực nước triều ngày và tháng, nhưng thay đổi dọc sông và ngang mặt cắt sông do chịu tác động của địa hình, độ cong sông, nhập lưu của các nhánh sông và vị trí nguồn xả thải.

Tài liệu tham khảo

1. Lê Trình, Lê Quốc Hùng - "Môi trường lưu vực sông Đồng Nai – Sài Gòn", NXB Khoa học và Kỹ thuật, 246 tr., 2004.
2. Các báo cáo kết quả phân tích số liệu quan trắc môi trường nước, đợt 8, 10, 12/2006; 4, 6, 9, 11/2007; 4, 6/2008, Phân viện KTTV&MT phía Nam.
3. DHI MIKE Manuals.