

MÔ HÌNH TOÁN TÍCH HỢP NGUỒN THẢI ĐIỂM VÀ NGUỒN PHÂN TÁN CHO LƯU VỰC SÔNG THỊ TÍNH, PHỤC VỤ CÔNG TÁC ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG TIẾP NHẬN VÀ PHỤC HỒI CHẤT LƯỢNG NƯỚC

ThS. **Lê Việt Thắng**, PGS.TS. **Lê Mạnh Tân** - Đại học Thủ Dầu Một
 TS. **Nguyễn Hồng Quân** - Viện Môi trường và Tài nguyên
 GS.TS. **Lâm Minh Triết** - Viện Nước và Công nghệ Môi trường

Sông Thị Tính là một phụ lưu của sông Sài Gòn nằm ở thượng nguồn các nhà máy cấp nước của tỉnh Bình Dương (BD) và Thành phố Hồ Chí Minh (TPHCM). Lưu vực sông (LVS) Thị Tính chủ yếu thuộc tỉnh BD và một phần nhỏ thuộc tỉnh Bình Phước, đây là một trong những vùng phát triển công nghiệp mạnh của tỉnh BD trong những năm qua. Kết quả quan trắc nhiều năm cho thấy, sông Thị Tính đang bị ô nhiễm chất hữu cơ, nhiều vị trí quan trắc không đạt quy chuẩn nguồn nước phục vụ cấp nước sinh hoạt – QCVN 08:2008/BTNMT. Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu ứng dụng mô hình MIKE 11 trong đánh giá và dự báo chất lượng nước sông Thị Tính, trong đó xem xét đồng thời cả hai nguồn thải là nguồn phân tán và nguồn điểm trong mùa mưa (tháng 5 – 9/2010) cho chỉ tiêu BOD₅, NH₄. Kết quả tính toán các kịch bản cho thấy, nếu các cơ sở xử lý đạt tiêu chuẩn cho phép thì chất lượng nước sông sẽ được cải thiện đáng kể, mặc dù còn vượt mức quy chuẩn cho phép. Do vậy, việc kiểm tra, giám sát các nguồn thải và giảm thiểu mức độ phát thải là hết sức cần thiết.

1. Đặt vấn đề

Các mô hình toán là công cụ không thể thiếu trong những nghiên cứu về tài nguyên và môi trường nước của LVS. Ứng dụng mô hình toán cho phép tiết kiệm được nhiều nguồn lực trong việc đánh giá và dự báo chất lượng nước tại các khu vực nghiên cứu, là cơ sở để các nhà quản lý triển khai và đánh giá hiệu quả các giải pháp đã áp dụng trong việc quản lý chất lượng nước mặt, đáp ứng được các mục đích sử dụng khác nhau [3]. Trong nghiên cứu này, mô hình MIKE 11 được sử dụng để mô phỏng và dự báo chất lượng nước sông Thị Tính.

Sông Thị Tính là một phụ lưu chính của Sông Sài Gòn, nằm ở thượng nguồn các nhà máy cấp nước trên sông Sài Gòn. Do vậy, mọi diễn biến bất thường về chất lượng nước sông Thị Tính đều ảnh hưởng tiêu cực đến hoạt động an toàn cấp nước của các nhà máy ở hạ lưu.

LVS Thị Tính là vùng phát triển kinh tế rất năng động của tỉnh Bình Dương, trong lưu vực (LV) hiện có 03 khu công nghiệp và 1 cụm công nghiệp đang hoạt động với tổng diện tích quy hoạch là 2785 ha [2] và 19 [2] nhà máy nằm ngoài các KCN, CCN đang hoạt động xả thải nước thải vào LVS. Chất lượng nước sông Thị Tính diễn biến phức tạp, một số chỉ tiêu cơ bản để đánh giá ô nhiễm vượt nhiều lần so với quy định.

Do đó, việc ứng dụng mô hình toán để mô phỏng chất lượng nước sông Thị Tính, trên cơ sở tích hợp các

nguồn thải điểm và phân tán trong lưu vực làm cơ sở cho các nhà quản lý triển khai các giải pháp hữu hiệu để kiểm soát các nguồn ô nhiễm trong lưu vực bảo vệ chất lượng nước sông Thị Tính đạt được quy chuẩn cấp nước sinh hoạt.

2. Phương pháp tiếp cận và tài liệu tính toán

a. Xác lập ranh giới lưu vực sông Thị Tính và các tiểu lưu vực

Việc xác lập ranh giới LVS Thị Tính và các tiểu lưu vực được thực hiện trên cơ sở sử dụng mô hình số độ cao được xây dựng từ bản đồ địa hình có tỉ lệ 1: 25.000.

b. Xác định các nguồn thải

1. Các nguồn thải tập trung

Các nguồn thải tập trung bao gồm 3 KCN, 1 CCN và 19 nhà máy phân tán phân bố chủ yếu ở huyện Bến Cát, tập trung vào các ngành nghề giấy, cao su, chế biến thực phẩm và chăn nuôi. Lưu lượng và tải lượng BOD₅ từ các KCN/CCN lẫn lượt là 12500 m³/ngày.đêm và 375 kg/ngày.đêm và các cơ sở sản xuất là 16240 m³/ngày.đêm và 1812,5 kg/ngày.đêm [1].

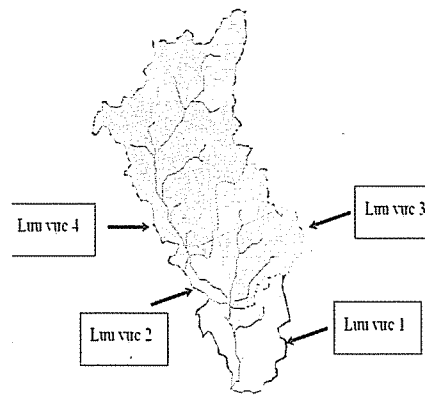
2. Nguồn thải phân tán

Nguồn thải phân tán được xác định trên cơ sở chồng lớp các thông tin về hiện trạng sử dụng đất.

Người đọc phản biện: PGS.TS. **Nguyễn Kỳ Phùng**



Hình 1. Hiện trạng sử dụng đất LVS Thị Tịch



Hình 2. Ranh giới các LVS Thị Tịch

LVS Thị Tịch được phân chia thành 4 tiểu LV chính với tỉ lệ phân bố sử dụng đất trong bảng 1 và hình 2.

Bảng 1. Cơ cấu sử dụng đất trên LVS Thị Tịch

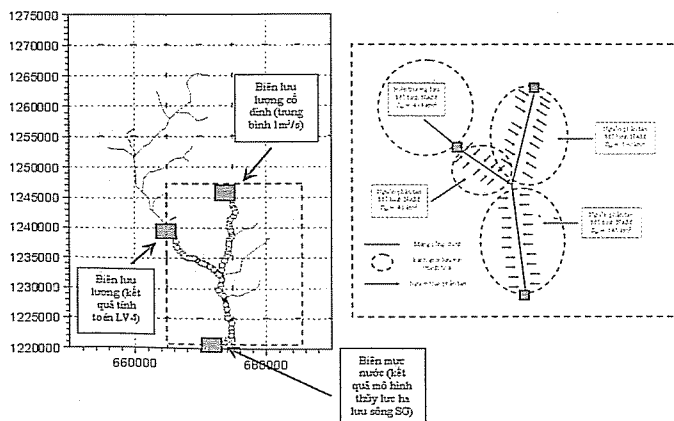
STT	Đất nông nghiệp (%)	Đất ở đô thị (%)	Đất ở nông thôn (%)	Mặt nước (%)	Tổng diện tích (%)	Tổng diện tích (ha)
LV1	52	24	22	2	100	14383.15
LV2	80	2	16	2	100	4105.33
LV3	78	3	17	2	100	18527.66
LV4	76	0	22	2	100	49140.90

Nguồn thải phân tán từ các loại hình sử dụng đất trên được xác định trên cơ sở tính toán lưu lượng dòng chảy bề mặt (lượng mưa chảy tràn) kết hợp với hệ số ô nhiễm của nước mưa khi đi qua các bề mặt. Theo tác giả [5], có thể xác định nồng độ các chất ô nhiễm cho

từng loại hình sử dụng đất. Trên nguyên tắc tính toán trung bình trọng số (theo diện tích), nồng độ trung bình nguồn thải phân tán tại các tiểu LV trình bày tại bảng 2.

Bảng 2. Nồng độ các chất ô nhiễm phân tán trên các tiểu LV

Tên lưu vực	DO	BOD ₅	NH ₄
LV1	3,77	6,46	1,05
LV2	3,99	6,02	0,87
LV3	3,94	5,99	0,88
LV4	4,01	5,98	0,88



Hình 3. Điều kiện biên thượng và hạ lưu mô hình thủy lực và chất lượng nước cho LVS Thị Tịch (hình trái) và phân bố các nguồn thải phân tán từ các tiểu LV (hình phải)

c. Xác lập mô hình tính toán

1. Sơ đồ mạng lưới tính toán

Mạng lưới thủy lực tính toán chất lượng nước LVS Thị Tịch bao gồm mạng lưới sông chính cho các tiểu LV 1, 2, 3. Lưu lượng từ LV 4 được xác định tại cửa ra của LV trên cơ sở kết quả tính toán mô hình NAM và nồng độ chất ô nhiễm từ LV 4 cũng được xác lập tại cửa ra của LV trên cơ sở số liệu trung bình từ nhiều nguồn tài liệu, đặc biệt kết quả từ tài liệu [2].

2. Các điều kiện biên

Các điều kiện biên thượng và hạ lưu: bao gồm 2 biên thượng lưu và 1 biên hạ lưu thể hiện trên hình 3;

Các biên xác lập các nguồn phân tán (distributed source): Bao gồm 3 nguồn từ các tiểu LV 1, 2 và 3 ;

Các biên nguồn thải điểm: gồm 04 K/CCN và 19 doanh nghiệp (trong đó không tính các nguồn thải điểm vào LV 4). Nồng độ các chất ô nhiễm được xác định từ số liệu năm 2008 [2]

Biên chất lượng nước hạ lưu được xác định từ số liệu quan trắc của Sở Tài nguyên và Môi trường Tp. Hồ Chí Minh trên cơ sở phương pháp ngẫu nhiên [8]

3. Mô hình thủy lực và chất lượng nước

Tính toán dòng chảy tràn: sử dụng mô hình NAM – mô phỏng quá trình mưa – dòng chảy mặt trong phạm vi LVS Thị Tịch. NAM hình thành nên một phần mô đun lượng mưa - dòng chảy (RR - Rainfall Runoff) của bộ mô hình MIKE11.

Tính toán thủy lực và chất lượng nước sử dụng mô đun thủy động lực (HD), mô đun lan truyền chất (AD) và mô đun Ecolab trong bộ mô hình MIKE11 để tính toán. Trong đó, thông số DO, BOD₅ được mô

phỏng trên cơ sở kết hợp mô đun thủy lực, tải – khuấy tán và Ecolab ở mức độ 1. Riêng thông số NH₄ chỉ mô phỏng dựa trên cơ sở mô đun thủy lực và tải khuấy tán mà không dùng mô đun Ecolab do không có các số liệu liên quan đến chu trình Ni-tơ.

a. Tài liệu đầu vào mô hình

Dữ liệu mưa: Được thu thập từ trạm Sở Sao

Dữ liệu bốc hơi: Được thu thập từ trạm Sở Sao

b. Hiệu chỉnh mô hình

Do trong LVS Thị Tịch không có trạm đo thủy văn cố định, đặc biệt với các LV thượng lưu. Tuy nhiên, theo số liệu quan trắc của Chi cục bảo vệ Môi trường TPHCM, hằng tháng đều có tiến hành đo thủy văn 3 ngày tại cầu Ông Cộ, gần cửa ra của sông Thị Tịch. Mặc dù vậy, do vùng hạ lưu của sông Thị Tịch chịu tác động mạnh của chế độ thủy triều sông Sài Gòn, việc hiệu chỉnh mô hình thủy văn chỉ trên cơ sở số liệu của trạm đo này là không khả thi, mà cần tích hợp vào kết quả tính toán thủy lực vùng hạ lưu sông Sài Gòn.

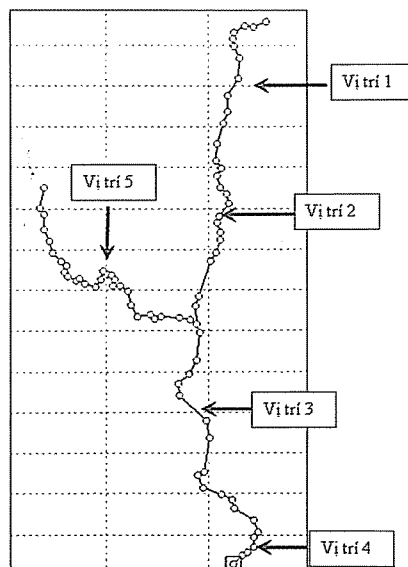
3. Kết quả mô hình

Việc mô phỏng các nguồn gây ô nhiễm tập trung và phân tán trên LVS Thị Tịch được nghiên cứu, tính toán trong điều kiện từ tháng 4 đến tháng 9 năm 2010. Kết quả tính toán bao gồm:

- Kết quả tính toán thủy văn cho 4 tiểu LV ;
- Kết quả tính toán thủy lực cho toàn bộ mạng lưới sông chính ;
- Kết quả tính toán chất lượng nước.

a. Kết quả tính toán mô hình NAM

Trên cơ sở số liệu đầu vào, mô hình NAM đã tính



Hình 4. Vị trí các điểm phân tích kết quả mô phỏng chất lượng nước

NGHIÊN CỨU & TRAO ĐỔI

toán được dòng chảy mặt phát sinh của 4 tiểu LV từ tháng 5 đến tháng 9 năm 2010. Lượng dòng chảy lớn nhất tại bề mặt dao động trong khoảng từ 6 đến 70 m³/s. Số liệu chi tiết trình bày trong [1].

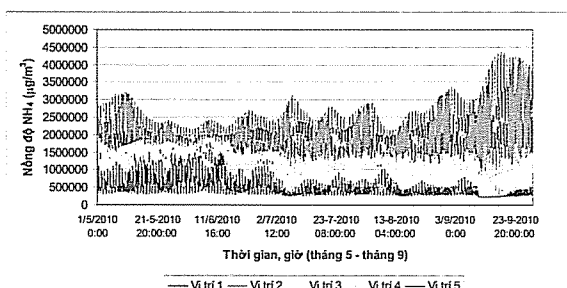
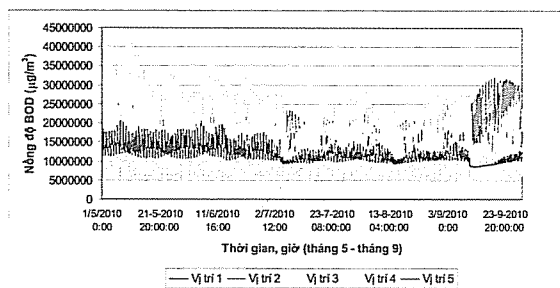
b. Kết quả tính toán thủy lực trên mạng lưới sông chính

Kết quả tính toán thủy lực trên mạng sông chính của LVS Thị Tịch trình bày trong [1]. Có thể nhận thấy dòng chảy lớn nhất trên hệ thống sông theo hướng xuôi chiều dòng chảy, bao gồm lượng nước được tính từ mô hình thủy văn. Kết quả tính toán cũng

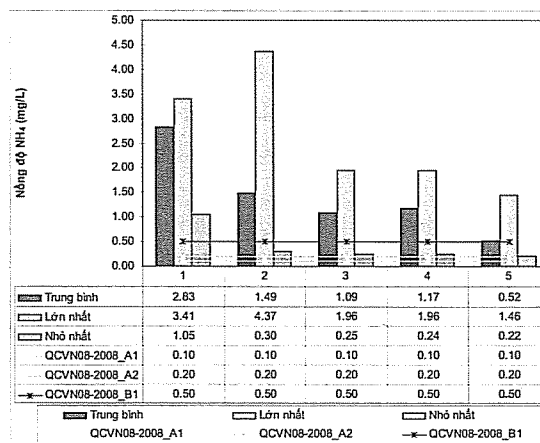
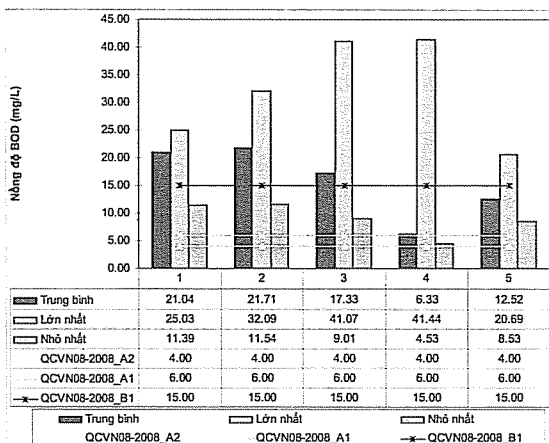
thể hiện tác động của thủy triều trên toàn bộ dòng chính của sông Thị Tịch (toàn phạm vi mô hình thủy lực tính toán).

c. Hiện trạng chất lượng nước

Tính toán chi tiết phân bố nồng độ BOD₅, NH₄ trên toàn bộ dòng chính sông Thị Tịch được trình bày trong [1], phần này chúng tôi trình bày kết quả kết quả mô phỏng hiện trạng chất lượng nước (chỉ tiêu BOD₅, NH₄) tại một số vị trí trên sông Thị Tịch thể hiện trên hình 4, 5, 6.



Hình 5. Kết quả mô phỏng chỉ tiêu BOD₅, NH₄ tại 5 vị trí, đơn vị µg/m³



Hình 6. Kết quả trung bình lớn nhất và nhỏ nhất BOD₅, NH₄ tại 5 vị trí so với Quy chuẩn QCVN 08:2008/BTNMT

Kết quả mô phỏng cho thấy BOD₅ trung bình dòng chính sông Thị Tịch nằm trong khoảng loại A2 và B1 của QCVN 08:2008/BTNMT, đạt tiêu chuẩn đối với nguồn sử dụng cho mục đích cấp nước nhưng phải áp dụng công nghệ xử lý phù hợp. Nồng độ ô nhiễm cao tại các vị trí thượng lưu (vị trí 1, 2, 3) nơi tập trung nhiều nhà máy phân tán nhưng chưa có giải pháp xử lý nước thải hiệu quả. Đáng lưu ý, giá trị lớn nhất vượt 1,5 – 5 lần so với Quy chuẩn Việt Nam mức B1. Tuy nhiên, với khả năng tự làm sạch cao do được bổ cập lưu lượng từ lưu vực 4 cũng như thủy triều đẩy nước sông Sài Gòn vào hệ thống sông Thị Tịch. Riêng chỉ tiêu NH₄ thì tại các vị trí đều vượt Quy chuẩn B1

của QCVN 08:2008/BTNMT từ 2 – 8 lần. Chất lượng nước vùng hạ lưu (vị trí 3, 4) tốt hơn so với vùng thượng lưu do khả năng pha loãng từ nguồn nước sông Sài Gòn. Kết quả mô phỏng cho thấy sự phù hợp với số liệu quan trắc được thực hiện trong khuôn khổ đề tài [2], mô hình có độ tin cậy nhất định, có thể sử dụng để tính toán các kịch bản giảm thiểu ô nhiễm.

d. Kịch bản giảm thiểu

Kết quả mô phỏng ở trên bằng cách tích hợp các nguồn điểm phân tán và tập trung cho thấy, nồng độ chất ô nhiễm trên sông Thị Tịch đã vượt mức cho phép tức khả năng tiếp nhận của sông Thị Tịch đã vượt tối

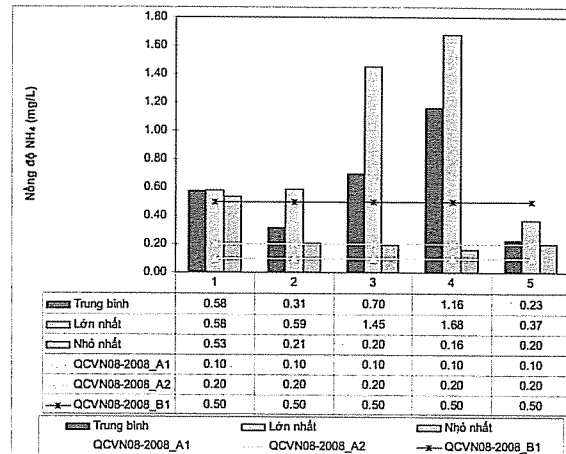
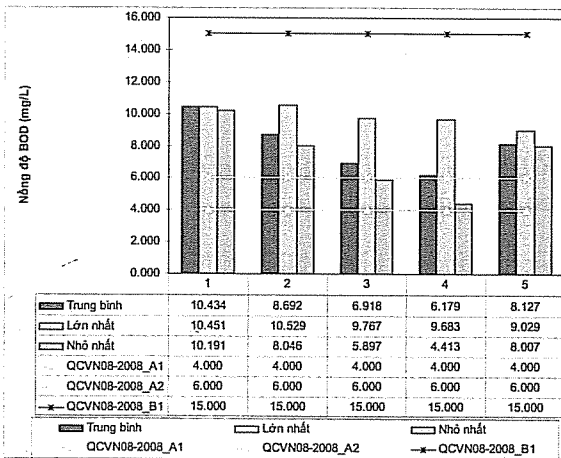
đã mức cho phép. Do vậy, cần có những biện pháp thích hợp để giảm thiểu mức độ ô nhiễm. Do tính giới hạn của đề tài, 3 kịch bản giảm thiểu được đề xuất như sau:

Kịch bản 1: Giảm thiểu tải lượng từ các nguồn thải điểm, đạt Quy chuẩn cho phép (QCVN 40:2011/BTNMT).

Kịch bản 2: Giảm thiểu tải lượng ô nhiễm từ nguồn thải phân tán, áp dụng cho tiểu lưu vực 1, 2, 3 : giảm 20% so với nồng độ ban đầu.

Kịch bản 3: kết hợp 2 kịch bản 1, 2

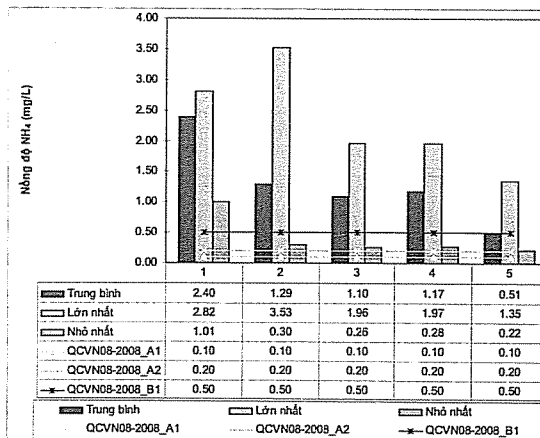
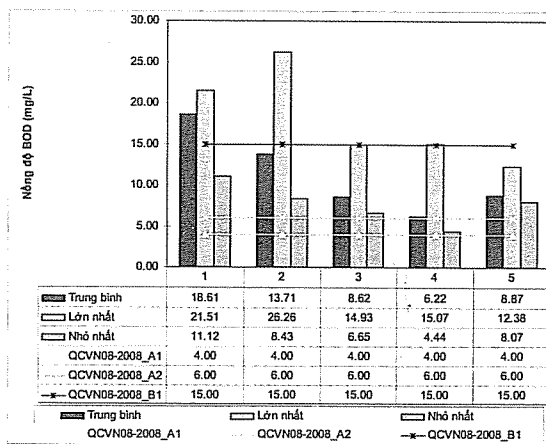
Kết quả tính toán cho 3 kịch bản được thể hiện trên các hình sau:



Hình 7. Kết quả trung bình lớn nhất và nhỏ nhất BOD₅, NH₄ tại 5 vị trí so với Quy chuẩn QCVN 08:2008/BTNMT theo kịch bản 1

Kết quả tính toán ở kịch bản 1 cho thấy, dù các nguồn thải điểm trên LVS Thị Tính phải giảm thiểu lượng thải đạt tiêu chuẩn cho phép, chất lượng nước

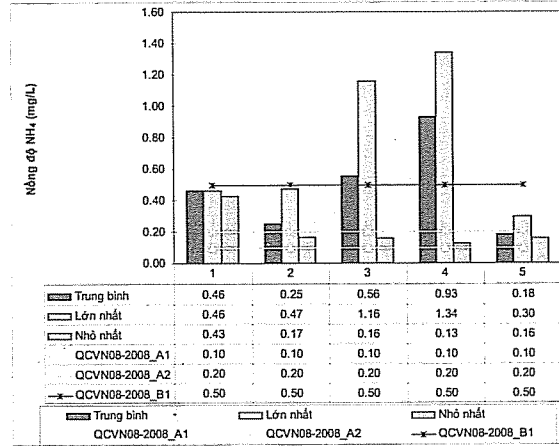
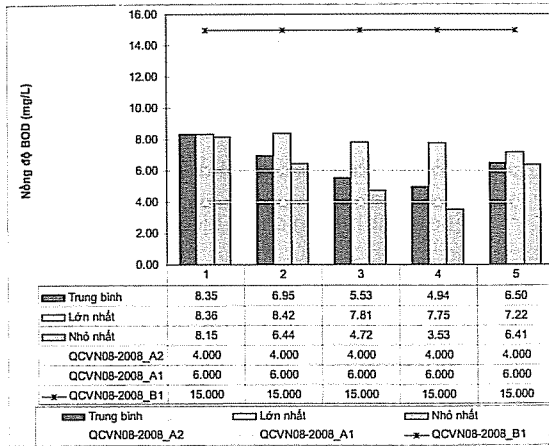
sông Thị Tính đã được cải thiện, đặc biệt với nhánh sông thượng lưu.



Hình 8. Kết quả trung bình lớn nhất và nhỏ nhất BOD₅, NH₄ tại 5 vị trí so với Quy chuẩn QCVN 08:2008/BTNMT theo kịch bản 2

Kết quả tính toán kịch bản 2 cho thấy, khi giảm thiểu tải lượng ô nhiễm do nguồn thải phân tán từ tiểu lưu vực 4 vào hệ thống sông Thị Tính, nồng độ các chất vùng hạ lưu đã giảm đáng kể. Giá trị trung bình BOD₅ tại các vị trí 3, 4, 5 dao động gần hơn với mức Quy chuẩn loại B1, nhưng chỉ tiêu NH₄ vẫn vượt mức

B1. Đối với kịch bản 3, tương tự trong kịch bản 1, khi tích hợp việc giảm thiểu nguồn thải điểm vào kịch bản 2, nồng độ chất ô nhiễm được cải thiện đáng kể. Nồng độ BOD₅ đã xấp xỉ mức A2, nồng độ NH₄ chỉ vượt mức B1 tại vị trí 3, 4.



Hình 9. Kết quả trung bình lớn nhất và nhỏ nhất BOD₅, NH₄ tại 5 vị trí so với Quy chuẩn QCVN 08:2008/BTNMT theo kịch bản 3

Nhận xét: Kết quả mô phỏng cho thấy, chất lượng nước sông Thị Tính có thể cải thiện đáng kể khi các nhà máy, khu công nghiệp xử lý đạt Quy chuẩn cho phép. Tuy nhiên, trong điều kiện này, chất lượng nước sông cũng đã vượt mức ô nhiễm cho phép vào nhiều thời điểm. Do vậy, việc nghiên cứu giảm thiểu mức độ ô nhiễm là hết sức cần thiết.

4. Kết luận

Kết quả mô phỏng cũng cho thấy chất lượng nước sông Thị Tính đã bị ô nhiễm nghiêm trọng. Chất lượng nước sông đã vượt mức ô nhiễm cho phép vào nhiều thời điểm. Bên cạnh đó, sự ô nhiễm của sông Thị Tính sẽ gây ra những nguy cơ cao về an toàn cấp nước cao tại một số nhà máy nước vùng hạ lưu. Do vậy, việc nghiên cứu giảm thiểu mức độ ô nhiễm là hết sức cần thiết.

Kết quả ban đầu của mô hình chỉ giới hạn với

việc mô phỏng chỉ tiêu BOD₅, N-NH₄. Tuy nhiên, để có góc nhìn tổng hợp về các nguồn ô nhiễm, cần bổ sung nghiên cứu, đánh giá, mô phỏng thêm các chỉ tiêu dinh dưỡng khác liên quan đến chu trình ni-tơ, photpho cũng như một số chỉ tiêu độc hại khác trong tương lai. Để thực hiện mục tiêu phục hồi chất lượng nước sông Thị Tính, cần nghiên cứu tập trung vào một số khía cạnh sau:

Nâng mức Quy chuẩn áp dụng cho các nguồn thải điểm

Hạn chế đầu tư các loại hình sản xuất có nguy cơ ô nhiễm cao

Giảm thiểu nguồn ô nhiễm phân tán trên lưu vực trên cơ sở nghiên cứu xác định vị trí và đề xuất công nghệ phù hợp (đặc biệt các giải pháp kỹ thuật sinh thái).

Tài liệu tham khảo

1. Lâm Minh Triết, Lê Việt Thắng, 3/2012, Báo cáo tổng hợp đề tài "Nghiên cứu đề xuất các giải pháp tổng thể và khả thi bảo vệ nguồn nước sông Sài Gòn đảm bảo an toàn cho cấp nước cho thành phố - giai đoạn 2", TPHCM.
2. Trần Minh Trí và nnk, 2008, Báo cáo tổng hợp đề tài "Điều tra, đánh giá hiện trạng môi trường và đề xuất giải pháp tổng hợp quản lý chất lượng nước LVS Thị Tính – tỉnh Bình Dương", Bình Dương.
3. Lê Việt Thắng, Nguyễn Hồng Quân, Lâm Minh Triết, Lê Mạnh Tân, 2012, Ứng dụng mô hình toán trong đánh giá mức độ ô nhiễm nước sông Sài Gòn phục vụ công tác quản lý chất lượng nước và mục tiêu an toàn cấp nước.
4. US EPA, 2008. Handbook for Developing Watershed TMDLs, U.S. Environmental Protection Agency (USEPA), Office of Wetlands, Oceans & Watersheds, Washington, D.C.
5. US EPA, 1997. Technical Guidance Manual for Performing Wasteload Allocations, Book II: Streams and Rivers – Part 1: Biochemical Oxygen Demand/Dissolved Oxygen and Nutrients/Eutrophication, U.S. Environmental Protection Agency (USEPA), Office of Wetlands, Oceans & Watersheds, Washington, D.C.
6. DHI software - MIKE 11 Reference Manual – 2004
7. Lê Việt Thắng, Nguyễn Hồng Quân, Lâm Minh Triết, Lê Minh Tân, 2012. Ứng dụng mô hình toán trong đánh giá mức độ ô nhiễm nước sông Sài Gòn phục vụ công tác quản lý chất lượng nước và mục tiêu an toàn cấp nước. Tạp chí Khí tượng thủy văn, 7/2012.