

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PTNT
VIỆN KHOA HỌC THỦY LỢI VIỆT NAM

NGUYỄN ĐỨC PHONG

NGHIÊN CỨU TÁC ĐỘNG CỦA CÁC LOẠI
NGUỒN XẢ THẢI ĐẾN CHẤT LƯỢNG NƯỚC
VÙNG BÁN ĐẢO CÀ MAU

TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT

Ngành: Môi trường đất và nước

Mã số: 9 44 03 03

HÀ NỘI, 2023

Công trình đã được hoàn thành tại:

VIỆN KHOA HỌC THỦY LỢI VIỆT NAM

Người hướng dẫn khoa học :

- 1. GS.TS Tăng Đức Thắng - Viện Khoa học Thủy lợi Miền Nam**
- 2. GS.TS Nguyễn Vũ Việt - Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam**

Phản biện 1:

Phản biện 2:

Phản biện 3:

Luận án sẽ được bảo vệ trước Hội đồng chấm luận án cấp Viện họp tại: Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam. Địa chỉ 171 Tây Sơn, Đống Đa, Hà Nội.

Vào hồi giờ.....ngày.....tháng.....năm 2023.

Có thể tìm hiểu luận án tại:

- Thư viện Quốc gia;
- Thư viện Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam;
- Thư viện Viện Nước, Tưới tiêu và Môi trường.

MỞ ĐẦU

I. Mục tiêu nghiên cứu

- Đánh giá được các nguồn nước thải chính (công nghiệp, nông nghiệp và sinh hoạt) xả vào hệ thống sông, kênh vùng Bán đảo Cà Mau;

- Xây dựng được cơ sở khoa học đánh giá lan truyền các nguồn thải chính gây ô nhiễm môi trường nước vùng Bán đảo Cà Mau;

- Xác định được sự lan truyền và phạm vi tác động của các nguồn nước thải trong vùng nghiên cứu.

II. Ý nghĩa khoa học của luận án

Kết quả nghiên cứu của luận án sẽ cung cấp cơ sở khoa học và công cụ để phân tích, đánh giá định lượng được mức độ xả thải (của các nguồn thải chính), sự lan truyền của từng loại nguồn, nhóm nguồn gây ô nhiễm nước mặt trên các sông, kênh dưới tác động của các nguồn ở biên vùng nghiên cứu. Từ đó đánh giá được ảnh hưởng của từng loại nguồn xả thải đến chất lượng nước mặt trên các sông, kênh.

III. Ý nghĩa thực tiễn của luận án

Ý nghĩa thực tiễn của luận án bao gồm:

- Kết quả nghiên cứu của luận án là tài liệu tham khảo để cảnh báo ô nhiễm nước mặt trên các sông kênh vùng nghiên cứu phục vụ cấp nước sinh hoạt, nông nghiệp và nuôi trồng thủy sản trong vùng nghiên cứu;

- Kết quả của luận án cũng là tài liệu tham khảo cho các cơ quan quản lý tài nguyên nước, bảo vệ môi trường nước trong việc quy hoạch phát triển tài nguyên nước mặt, sử dụng đất, sản xuất theo

hướng bền vững phục vụ phát triển kinh tế xã hội của vùng nghiên cứu và các vùng có điều kiện tương tự.

IV. Đóng góp mới của luận án

(1) Làm rõ các loại nguồn xả thải (lượng và chất) vào sông kênh vùng Bán đảo Cà Mau, đánh giá lan truyền các nguồn xả thải và thành phần gây ô nhiễm chính có trong nước thải sinh hoạt, công nghiệp, nông nghiệp và nuôi trồng thủy sản;

(2) Làm rõ được xu thế lan truyền các nguồn nước từ biên (Sông Hậu, biên Biển) vào Bán đảo và sự lan truyền các nguồn nước xả thải trong nội Bán đảo, từ đó đánh giá được xu thế, phạm vi lan truyền, gây ảnh hưởng, ô nhiễm của các nguồn nước trong vùng Bán đảo;

(3) Xác định được các vùng ô nhiễm dựa vào đặc tính thủy lực (dòng chảy, hướng nhận nước, hướng tiêu thoát...) và chất lượng nước từ đó xác định được các vấn đề chính đối với môi trường nước mặt và định hướng giải pháp cải thiện môi trường vùng Bán đảo.

CHƯƠNG 1. NGHIÊN CỨU TỔNG QUAN TÁC ĐỘNG CỦA CÁC NGUỒN XẢ THẢI ĐẾN CHẤT LƯỢNG NƯỚC MẶT TRÊN THẾ GIỚI VÀ VÙNG BÁN ĐẢO CÀ MAU

1.1. Tổng quan về chất lượng nước mặt

Tình trạng ô nhiễm nguồn nước đang gia tăng ở mọi nơi trên Trái đất, nghiêm trọng nhất là tại các nước đang phát triển, việc xả thải không được xử lý hiệu quả vào nguồn nước dẫn đến các nguồn nước mặt bị ô nhiễm nghiêm trọng. Hầu hết các hoạt động của con người, hoạt động sản xuất... đều có khả năng phát sinh ô nhiễm ra môi trường, trong đó có môi trường nước.

1.2. Tổng quan về các loại nguồn xả thải

Ô nhiễm môi trường nước của vùng nghiên cứu xuất phát từ nhiều nguyên nhân khác nhau (hoạt động của con người và thiên nhiên), một phần do tiếp nhận chất thải từ các nguồn xả thải vào nguồn tiếp nhận, một phần do sự lan truyền chất ô nhiễm trong môi trường nước. Đối với vùng Bán đảo Cà Mau, nguyên nhân chính gây ô nhiễm môi trường nước mặt vùng nghiên cứu là do các nguồn thải xả trực tiếp vào nguồn nước mặt (không qua xử lý hoặc xử lý không đạt chuẩn), bao gồm các nguồn nước thải sinh hoạt, công nghiệp, nông nghiệp, nuôi trồng thủy sản...

1.3. Tổng quan về các nghiên cứu liên quan đến nguồn xả thải và chất lượng nước mặt vùng Bán đảo Cà Mau

Đối với các nghiên cứu trên thế giới về đánh giá ảnh hưởng của các nguồn thải đến chất lượng nước đã được thực hiện tương đối nhiều. Kết quả nghiên cứu là cơ sở khoa học cho việc đánh giá ảnh hưởng của xả thải tới chất lượng nước mặt. Từ đó, đã đề xuất được những giải pháp khắc phục ô nhiễm môi trường nước mặt vùng BĐCM, đồng thời nhấn mạnh vai trò của nguồn nước ngọt dùng để đầy mặn và thau rửa hệ thống.

Việc ứng dụng mô hình thủy lực tính toán về chất lượng nước đối với vùng nghiên cứu còn nhiều tồn tại. Các nghiên cứu chưa đi sâu vào nghiên cứu lan truyền các thành phần nguồn nước chứa các chất không bảo tồn, việc ứng dụng mô hình thủy lực và chất lượng nước để dự báo xu thế chất lượng nước vẫn còn hạn chế, mặc dù đây là vấn đề rất quan trọng trong công tác cảnh báo ô nhiễm.

Để giải quyết vấn đề trên, luận án sẽ ứng dụng lý thuyết lan truyền các nguồn nước trong hệ thống sông kênh. Nhằm bổ sung,

tăng cường sức mạnh cho công cụ tính toán và phương pháp luận đánh giá nguồn nước hiện nay, dựa trên ý tưởng xem xét hệ thống nguồn nước thông qua các nguồn nước thành phần của nó. Luận án sẽ sử dụng Mô hình Mike11-Ecolab để tính toán lan truyền các nguồn nước.

1.4. Xác định và giới hạn vấn đề nghiên cứu của luận án

Từ những tồn tại của các nghiên cứu hiện nay như đã phân tích ở trên, có thể xác định các vấn đề nghiên cứu của luận án như sau:

(1) Đánh giá các nguồn xả thải ô nhiễm vào hệ thống sông/kênh vùng Bán đảo Cà Mau (định lượng các loại nguồn cho hiện tại và xu thế tương lai). Đồng thời, đánh giá được tác động của từng loại nguồn xả thải đến chất lượng nước vùng Bán đảo Cà Mau.

(2) Nghiên cứu chế độ chất lượng nước dưới tác động của các nguồn xả thải nội bán đảo và các điều kiện biên, trong đó sự lan truyền, phân bố một số nguồn nước quan trọng được chú ý cho vùng BĐCM nhằm xác định được lan truyền và phạm vi tác động (hướng, phạm vi, tỷ lệ nguồn nước ô nhiễm theo thời gian) các nguồn xả thải và cơ chế gây ô nhiễm của từng loại nguồn, nhóm nguồn gây ô nhiễm.

(3) Đưa ra định hướng các giải pháp kỹ thuật kiểm soát nguồn nước thải (dựa vào phạm vi tác động của nguồn xả thải).

CHƯƠNG 2. ĐỐI TƯỢNG VÀ CÁC PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

2.1.1. Phạm vi nghiên cứu

Phạm vi vùng nghiên cứu là toàn bộ BĐCM, nằm ở phía Nam kênh Cái Sắn và hữu ngạn sông Hậu, có tổng diện tích tự nhiên khoảng 1.678.000 ha (chiếm khoảng 43% diện tích Đồng bằng sông Cửu Long). Bao gồm thành phố Cần Thơ, các tỉnh Hậu Giang, Sóc Trăng, Bạc Liêu, Cà Mau và phần phía Nam tỉnh Kiên Giang (gồm các huyện Giồng Riềng, An Biên, An Minh, Vĩnh Thuận, Gò Quao và các xã phía Nam các huyện Châu Thành, Tân Hiệp).

2.1.2. Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu là nguồn nước mặt và nguồn nước thải vùng Bán đảo Cà Mau bao gồm: Nguồn nước mặt (nguồn nước ngọt từ sông Hậu và nước mặn từ biển Đông và biển Tây); Các nguồn nước thải chính gây ô nhiễm bao gồm: sinh hoạt, công nghiệp, nông nghiệp, nuôi trồng thủy sản. Các đối tượng xả nước thải có lưu lượng $\geq 50 \text{ m}^3/\text{ngày đêm}$; Và chất lượng nước mặt vùng BĐCM.

Trong vùng BĐCM có hai loại nguồn gây ô nhiễm chính là nguồn thải điểm và nguồn thải phân tán. Ô nhiễm do nguồn điểm rất dễ xác định vì nó đến từ một nơi duy nhất. Ô nhiễm nguồn phân tán khó xác định và khó giải quyết hơn vì nguồn ô nhiễm này đến từ nhiều nơi, tất cả cùng một thời điểm (nước thải nông nghiệp, nước mưa chảy tràn,...).

- Có 552 nguồn thải điểm, trong đó 144 nguồn thải có lưu lượng lớn hơn $50 \text{ m}^3/\text{ngày.đêm}$; 408 nguồn thải nhỏ lẻ từ các cơ sở

nằm ngoài KCN (Các cơ sở phân bố rải rác dọc theo các tuyến sông – kênh).

- Nguồn phân tán là nguồn từ nhiều nơi, tất cả cùng một thời điểm (nước thải nông nghiệp, nước mưa chảy tràn,...) và rất khó xác định và khó kiểm soát hơn. Theo Quy hoạch tài nguyên nước vùng BĐCM có 52 tiểu vùng thủy lợi, tương ứng với nguồn thải phân tán (trồng trọt và NTTS) xả vào 135 sông/kênh chính trong vùng (các tiểu vùng thủy lợi cũng là các vùng nông nghiệp tương ứng)

2.2. Các phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp đo đạc hiện trường, lấy mẫu phân tích

- Vị trí và số lượng mẫu quan trắc: 233 mẫu, được phân bố rải rác theo dọc các tuyến sông, kênh và các địa phương trong vùng nghiên cứu. Trong đó, tỉnh Bạc Liêu 52 mẫu; Cà Mau 48 mẫu; Cần Thơ 31 mẫu; Hậu Giang 29 mẫu; Kiên Giang 31 mẫu và Sóc Trăng 48 mẫu;

- Thông số quan trắc: Dựa theo kết quả quan trắc trong nhiều năm của các địa phương trong vùng nghiên cứu đã xác định được các chỉ tiêu ô nhiễm nước trong sông, kênh chủ yếu là lý, hóa và vi sinh;

- Thời gian lấy mẫu: Mẫu nước được lấy vào mùa khô năm 2016 (tháng 4) và mùa mưa năm 2016 (tháng 10);

- Tiêu chuẩn đánh giá chất lượng nước: Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước mặt QCVN 08-MT:2015/BTNMT;

- Phương pháp lấy mẫu và quan trắc: Áp dụng theo bộ tiêu chuẩn TCVN 6663 (ISO 6667) Chất lượng nước – Lấy mẫu.

2.2.2. Phương pháp tính toán lưu lượng nước thải

- Để xác định tổng lượng nước thải phát sinh của toàn vùng đối với từng nguồn cụ thể, luận án sẽ tính toán lượng nước thải phát

sinh của các nguồn nước thải chính: sinh hoạt, công nghiệp, nông nghiệp và nuôi trồng thủy sản vì căn cứ vào nguyên nhân gây ô nhiễm nước mặt của vùng BĐCM chủ yếu là do 4 nguồn nước thải trên.

+ Lượng nước thải sinh hoạt được dự báo dựa trên số lượng dân cư (2016) và định mức sử dụng nước sinh hoạt hiện hành;

+ Tính toán lượng nước thải công nghiệp: Theo TCXDVN 33:2006 về cấp nước – mạng lưới đường ống và công trình tiêu chuẩn thiết kế (Bộ Xây dựng), tiêu chuẩn dùng nước cho nhu cầu sản xuất công nghiệp được xác định trên cơ sở những tài liệu thiết kế đã có hoặc so sánh với các điều kiện tương tự.

+ Tính toán lượng nước thải trồng trọt: Lượng nước thải trồng trọt là lượng nước chảy ra từ các khu ruộng do việc tháo nước thừa hay rò rỉ tự nhiên (lượng nước hồi quy). Theo một số nghiên cứu trên Thế giới và Việt Nam hệ số hồi quy được lấy khoảng 15%.

+ Lượng nước thải chăn nuôi phát sinh được ước tính trên số lượng gia súc, gia cầm và hệ số phát sinh nước thải. Theo Quyết định 88/QĐ-UBND ngày 13 tháng 01 năm 2014 của Ủy ban nhân dân tỉnh Bình Dương hướng dẫn thu thập, tính toán chỉ thị môi trường giai đoạn 2013 – 2020.

+ Tính toán lượng nước thải thủy sản: Lượng nước thải do nuôi trồng thủy sản là lượng nước chảy ra từ các ao nuôi do việc tháo nước hay rò rỉ tự nhiên.

2.2.3. Tính toán tải lượng ô nhiễm

Tải lượng ô nhiễm là khối lượng chất ô nhiễm có trong nước thải hoặc nguồn nước trong một đơn vị thời gian xác định. Để xác định tải lượng ô nhiễm cho vùng Bán đảo Cà Mau, các nguồn thải

được tính toán bao gồm sinh hoạt, công nghiệp, chăn nuôi và nuôi trồng thủy sản. Theo Thông tư số 76/2017/TT-BTNMT của Bộ Tài nguyên và Môi trường (Quy định về đánh giá khả năng tiếp nhận nước thải, sức chịu tải của nguồn nước sông, hồ).

2.2.4. Phương pháp tính toán chỉ số chất lượng nước mặt (WQI)

Chỉ số chất lượng nước của Việt Nam (VN_WQI) là chỉ số được tính toán từ các thông số quan trắc chất lượng nước mặt ở Việt Nam, dùng để mô tả định lượng về chất lượng nước và khả năng sử dụng của nguồn nước đó, được biểu diễn qua một thang điểm. Chỉ số chất lượng nước được tính theo thang điểm (6 khoảng giá trị WQI) tương ứng với biểu tượng và các màu sắc để cảnh báo chất lượng nước đáp ứng cho nhu cầu sử dụng.

2.2.5. Phương pháp mô hình toán

Sử dụng mô hình Mike11-Ecolab cho vùng Bán đảo Cà Mau nhằm mô phỏng và dự báo được diễn biến của chất lượng nước mặt trên hệ thống sông/kênh vùng BĐCM theo không gian và thời gian. Làm cơ sở để đánh giá tác động của các nguồn nước thải chính (sinh hoạt, công nghiệp, nông nghiệp, NTTS) đến chất lượng nước mặt của vùng BĐCM.

Sử dụng mô hình toán lan truyền các nguồn nước để tính toán lan truyền các nguồn nước ô nhiễm nội vùng và các nguồn nước lan truyền từ biên vùng nghiên cứu vào các hệ thống, làm cơ sở để đánh giá phạm vi và mức độ tác động của từng nguồn ô nhiễm và các nguồn nước từ biên.

2.2.6. Phương pháp Bayes

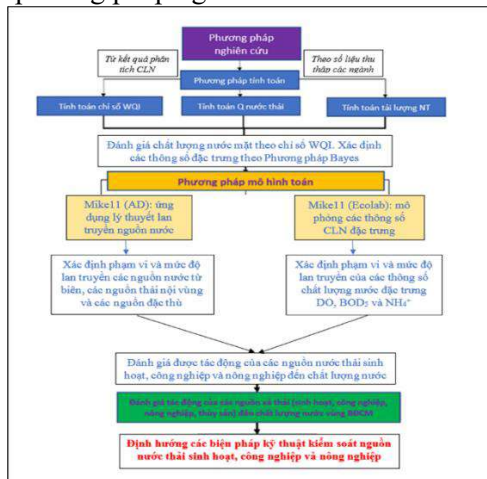
Phương pháp Bayes (BMA) khai thác nhân tố Bayes (BF) và chỉ số đo lường mức độ quân bình “compromise” giữa độ phức tạp và khả năng tiên lượng của mô hình (BIC) để chọn mô hình tối ưu.

Trong nghiên cứu này có rất nhiều thông số chất lượng nước (BOD_5 , DO, NH_4^+ , tổng Coliform...) quyết định đến ô nhiễm, tức là đến chất lượng nước (ở đây là giá trị WQI). Phương pháp này sẽ xác định được những biến (thông số chất lượng nước) nào có liên quan đến WQI. Từ đó, xác định được các thông số đặc trưng để để tính toán (dự báo) WQI trong vùng nghiên cứu.

2.2.7. Phương pháp học máy

Nghiên cứu sử dụng các mô hình học máy để tính toán (dự báo) WQI với 2 nhóm chính: thuật toán tăng cường, thuật toán cây quyết định vì đây là 2 thuật toán cho kết quả tính toán có độ chính xác cao, các thuật toán dễ hiểu và dễ triển khai.

Sơ đồ phương pháp nghiên cứu như Hình 2.1.



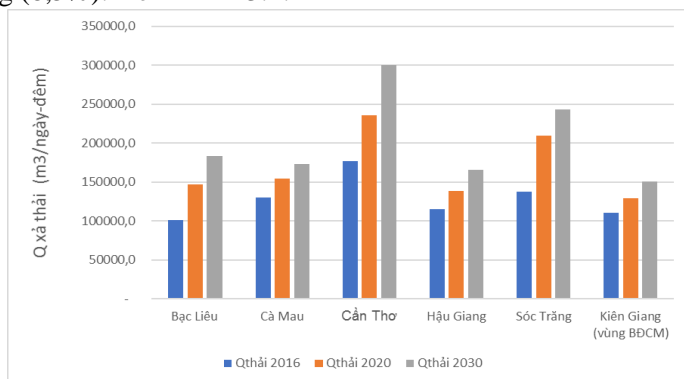
Hình 2.1: Sơ đồ phương pháp nghiên cứu

CHƯƠNG 3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN TÁC ĐỘNG CỦA CÁC LOẠI NGUỒN XẢ THẢI ĐẾN CHẤT LƯỢNG NƯỚC MẶT VÙNG BẮN ĐẢO CÀ MAU

3.1 Nghiên cứu xác định nguồn xả thải vùng Bán đảo Cà Mau

3.1.1 Tính toán lưu lượng nước thải

Luận án tập trung tính toán một số nguồn phát sinh nước thải chính bao gồm: Nước thải sinh hoạt, nước thải công nghiệp, nước thải y tế, và nước thải chăn nuôi. Qua các tính toán thấy rằng tổng lượng nước thải phát sinh (sinh hoạt, công nghiệp, nông nghiệp và nuôi trồng thủy sản) của vùng BĐCM năm 2016 ước tính khoảng 3.506.796 m³/ngày; năm 2030 là 3.375.070 m³/ngày-đêm, giảm 3,75% so với năm 2016 (chủ yếu do nguồn nước thải trồng trọt giảm vì diện tích giảm). Trong đó, Cà Mau có lượng nước thải xả vào sông/kênh lớn nhất (chiếm 29,0%); tiếp đến là Sóc Trăng (18,0%); Bạc Liêu (17,2%); Kiên Giang (16,8%); Cần Thơ (10,5%) và Hậu Giang (8,5%). Xem Hình 3.1.



Hình 3.1: Biểu đồ so sánh tổng lượng nước thải vùng BĐCM

3.1.2 Tính toán tải lượng thông số ô nhiễm

Theo các tính toán ở trên, các nguồn thải sinh hoạt, công nghiệp, nông nghiệp (trồng trọt) và NTTS là những nguồn gây ô nhiễm chính cho vùng. Do vậy, các nguồn thải chính được đưa vào tính toán tải lượng ô nhiễm gồm nguồn thải sinh hoạt, công nghiệp, chăn nuôi và nuôi trồng thủy sản. Các thành phần được lựa chọn để tính tải lượng ô nhiễm là BOD₅, COD, TSS, Tổng N, Tổng P vì đây cũng là những thông số ô nhiễm đặc trưng của vùng BĐCM.

Qua kết quả tính toán lưu lượng nước thải và tải lượng thông số ô nhiễm của chất thải thấy rằng các nguồn thải chính ảnh hưởng đến chất lượng nước của vùng nghiên cứu là nguồn thải sinh hoạt, công nghiệp, trồng trọt và NTTS.

3.2 Đánh giá chất lượng nước mặt theo chỉ số chất lượng nước mặt (WQI)

3.2.1 Kết quả quan trắc chất lượng nước mặt

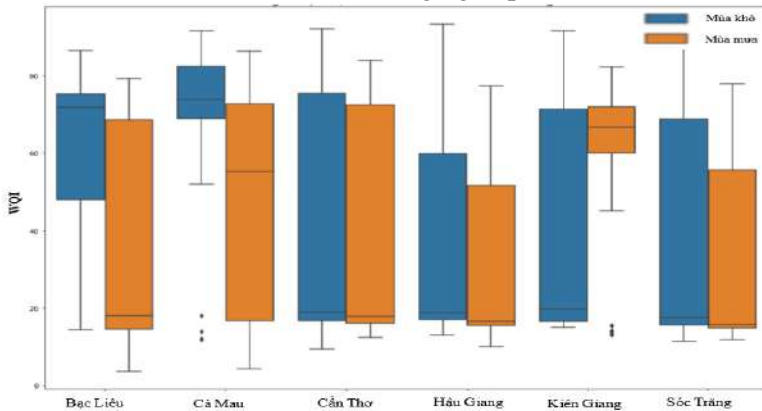
Qua kết quả quan trắc, thấy rằng nước mặt vùng nghiên cứu chủ yếu bị ô nhiễm hữu cơ, chất dinh dưỡng, vi sinh vật. Các thông số vượt nhiều lần TCCP là DO, BOD₅, NH₄⁺ và tổng Coliform (đây cũng là những thông số ô nhiễm điển hình của vùng nghiên cứu). Ngoài ra, TSS trong nước cũng cao do một lượng lớn phù sa từ các đợt lũ trong năm mang lại. Mức độ ô nhiễm hữu cơ, chất dinh dưỡng và vi sinh vật ngày càng tăng qua các năm (vượt TCCP từ 1,1 – 3,7 lần).

3.2.2 Kết quả tính toán chỉ số chất lượng nước mặt (WQI)

Qua kết quả tính toán VN_WQI có thể thấy vùng bị ảnh hưởng bởi ô nhiễm nước mặt rất rộng (chiếm khoảng ½ diện tích toàn vùng): vùng phía Đông Bắc (Thành phố Cần Thơ); vùng Đông

Nam (Sóc Trăng – Bạc Liêu); vùng phía Tây (huyện An Minh, An Biên tỉnh Kiên Giang) và vùng giữa Bán đảo (Vị Thanh, Cà Mau).

Các tuyến kênh bị ảnh hưởng bởi ô nhiễm là Kênh Cà Mau – Bạc Liêu, Quán Lộ - Phụng Hiệp; Các kênh rạch trong đô thị của các đô thị lớn (Cần Thơ và Sóc Trăng). Đối với các tỉnh trong vùng nghiên cứu, biên độ dao động của VN_WQI cũng rất khác nhau, các tỉnh Hậu Giang, Sóc Trăng, Kiên Giang và Cần Thơ có giá trị WQI thấp và biên độ dao động lớn (đồng nghĩa với ô nhiễm nghiêm trọng hơn); 2 tỉnh Bạc Liêu và Cà Mau có giá trị VN_WQI lớn hơn 50, nên chất lượng nước mặt không bị ô nhiễm nghiêm trọng. Tuy nhiên, tỉnh Cà Mau có một vài điểm ô nhiễm cục bộ (chủ yếu ở thành phố Cà Mau do nước thải từ sinh hoạt và công nghiệp). Xem Hình 3.2

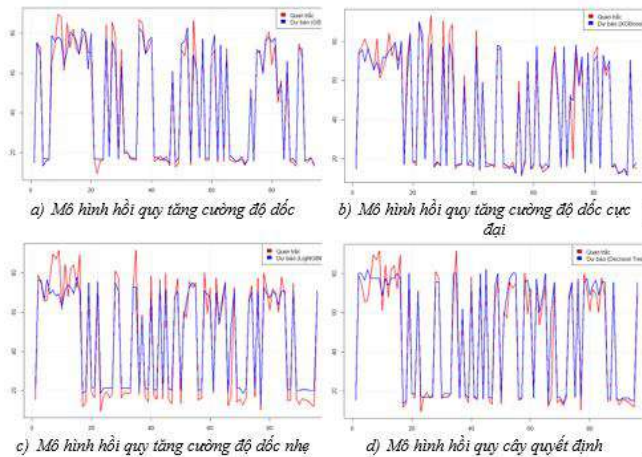


Hình 3.2: Biểu đồ biên độ dao động WQI của các tỉnh trong vùng BDCM (tháng 4 và 10/2016)

3.2.3 Dự báo chỉ số chất lượng nước mặt bằng mô hình học máy

Căn cứ vào kết quả lựa chọn các thông số phục vụ xây dựng mô hình học máy bằng phương pháp Bayes (BMA), nghiên cứu đã lựa chọn Mô hình 1 với 4 thông số pH, BOD5, PO4 và Coliform để

làm số liệu đầu vào dự báo WQI theo 4 thuật toán (mô hình) học máy là Tăng cường độ dốc, Tăng cường độ dốc cực đại, Tăng cường độ dốc nhẹ và Cây quyết định. Kết quả dự báo WQI cho thấy mô hình Tăng cường độ dốc có kết quả dự báo chính xác nhất vì có hệ số xác định R2 cao nhất (0,973), giá trị các sai số MAE, MSE và RMSE thấp nhất (3,24; 22,54; 4,75). Tiếp đến là mô hình Tăng cường độ dốc cực đại có R2 là 0,966 và giá trị các sai số tương ứng (3,15; 28,95; 5,38). Mô hình Cây quyết định có R2 là 0,944; giá trị các sai số là 4,46; 49,67; 7,04; Mô hình Tăng cường độ dốc nhẹ có R2 là 0,928; giá trị các sai số là 5,95; 63,30; 7,95).



Hình 3.3: Biểu đồ so sánh giữa giá trị WQI dự báo và thực đo đối với tập số liệu thử nghiệm theo 4 mô hình học máy khác nhau

Có thể thấy, các mô hình học máy được áp dụng trong nghiên cứu này đều có thể dự đoán tốt WQI cho khu vực nghiên cứu (hệ số xác định rất cao, lớn hơn 0,9). Đây là cơ sở khoa học vững chắc và cũng là kết quả quan trọng để có thể ứng dụng các mô hình học máy trong tính toán WQI cho các vùng khác có điều kiện tương

tự như vùng BĐCM, nhất là trong điều kiện khó khăn trong công tác quan trắc đầy đủ các thông số chất lượng nước để phục vụ tính toán WQI theo phương pháp truyền thống.

3.3 Nghiên cứu lan truyền các nguồn nước vùng Bán đảo Cà Mau

3.3.1 Các loại nguồn nước mặt và nước thải vùng nghiên cứu

Chất lượng nước vùng nghiên cứu là hệ quả của sự tương tác của tất cả các nguồn nước từ biên và nội bán đảo (nước mặt và nước thải), bao gồm (Hình 3.4):

- Các nguồn nước từ biên vùng BĐCM bao gồm các nguồn từ Sông Hậu (từ thượng lưu); từ biển Đông và biển Tây. Đây là các nguồn chính chi phối chế độ thủy lực vùng bán đảo, do đó nó cũng chi phối động lực của các nguồn ô nhiễm;

- Các nguồn nội bán đảo bao gồm các nguồn thải chính: sinh hoạt, công nghiệp, nông nghiệp, nuôi trồng thủy sản;

- Các nguồn đặc thù (phát sinh trong thời gian nào đó) như nước thải từ khu nuôi trồng thủy sản, sự cố môi trường...



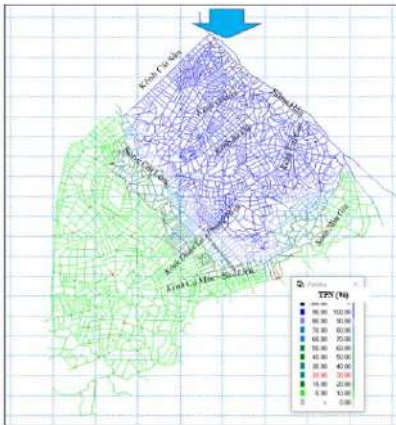
Hình 3.4: Sơ đồ phạm vi các nguồn nước biên BĐCM

3.3.2 Nghiên cứu lan truyền các nguồn biên vùng BĐCM

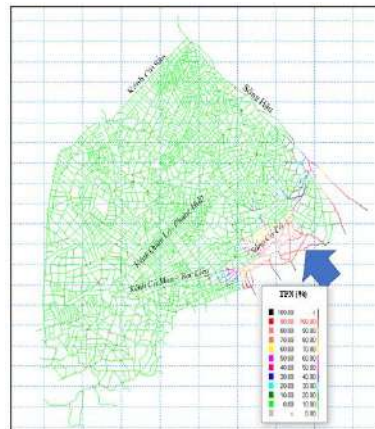
Kết quả mô phỏng cho thấy:

- Nguồn nước mặt (ngọt) từ sông Hậu (với tỷ lệ thành phần nước ngọt lớn hơn 75%) đi sâu vào Bán đảo chiếm khoảng 40-45% diện tích BĐCM theo các tuyến kênh Cái Sắn, Thốt Nốt, Ô Môn, Cái Côn đến Sông Cái Lớn, kênh Quản Lộ - Bạc Liêu, sông Nhu Gia (Sóc Trăng);

- Nguồn nước biển: dòng nước biển Biển Đông có thể xâm nhập rất sâu vào Bán đảo, điều này sẽ làm cho các nguồn thải từ phía Biển đông có thể lan truyền sâu vào Bán đảo. Dòng nước biển Biển Tây không có khả năng xâm nhập sâu vào Bán đảo, yếu hơn nhiều so với dòng từ Biển Đông (do triều Biển Đông mạnh hơn Biển Tây).
Xem Hình 3.5 đến Hình 3.10.



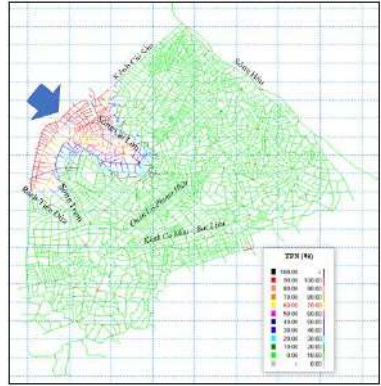
Hình 3.5: Phân bố tỷ lệ thành phần nước ngọt lớn nhất sông Hậu khi có công trình ngăn mặn (1/2016)



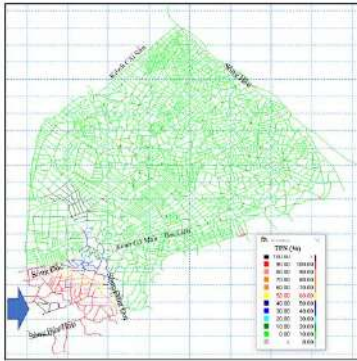
Hình 3.6: Phân bố thành phần nguồn nước biển từ cửa sông Hậu - kênh Hòa Phú khi có công trình ngăn mặn (1/2016)



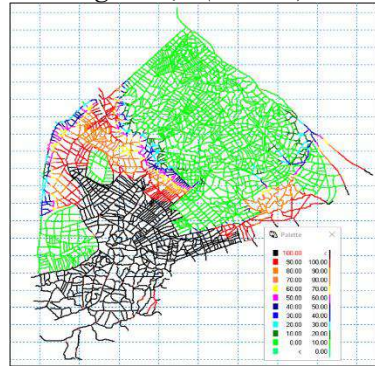
Hình 3.7: Phân bố thành phần nguồn nước biển Bạc Liêu – Gành Hào khi có công trình ngăn mặn (1/2016)



Hình 3.8: Phân bố thành phần nguồn nước biển Tiểu Dừa - Rạch Giá khi có công trình ngăn mặn (1/2016)



Hình 3.9: Phân bố thành phần nguồn nước biển (lớn nhất) Gành Hào – Sông Đốc (tháng 1/2016)



Hình 3.10: Phân bố thành phần nguồn nước biển (lớn nhất) Sông Hậu - Rạch Giá (trung bình tháng 1/2016)

3.3.3 Nghiên cứu lan truyền các nguồn nội vùng BĐCM

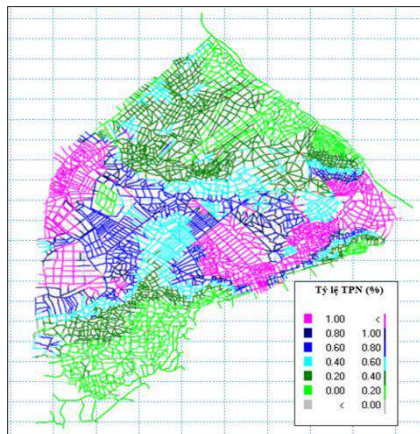
Kết quả mô phỏng lan truyền các nguồn nội vùng BĐCM như sau:

- Lan truyền nguồn nước thải sinh hoạt: Tỷ lệ thành phần nguồn nước thải sinh hoạt 20% lan rộng chiếm khoảng 80% diện tích toàn bán đảo;

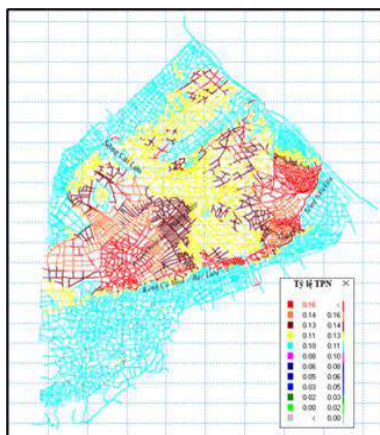
- Nước thải công nghiệp phân bố với nồng độ khá cao gần các nguồn xả, sau đó lan rất rộng ra nhiều hướng khác nhau;

- Lan truyền nguồn nước thải trồng trọt: Càng vào sâu trong Bán đảo, tỷ lệ nước thải này cao dần và đạt trị số lớn, đến 10%, kể cả trên các sông kênh lớn.

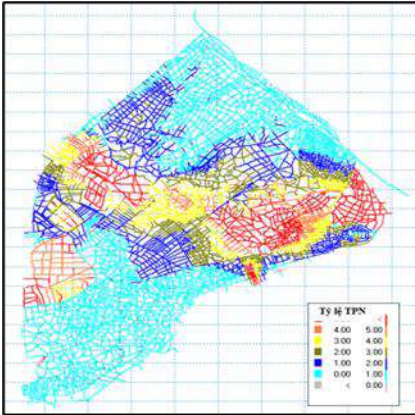
- Lan truyền nguồn nước thải NTTS là lớn nhất với nồng độ thể tích phổ biến từ 0,75 -1% (nghĩa là vẫn còn rất lớn) có khả năng gây nguy hiểm cho các vùng nuôi



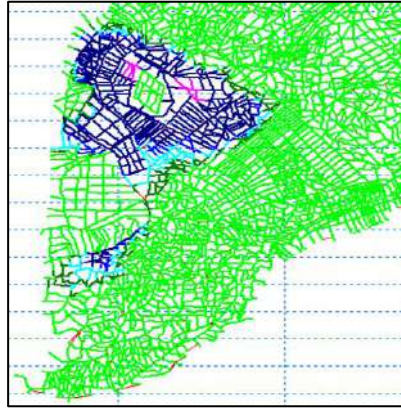
Hình 3.11: Sơ đồ lan truyền nguồn nước thải sinh hoạt vùng BDCM (trung bình tháng 1/2016)



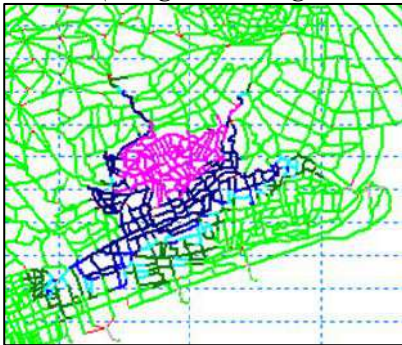
Hình 3.12: Sơ đồ lan truyền nguồn nước thải công nghiệp vùng BDCM (trung bình tháng 1/2016)



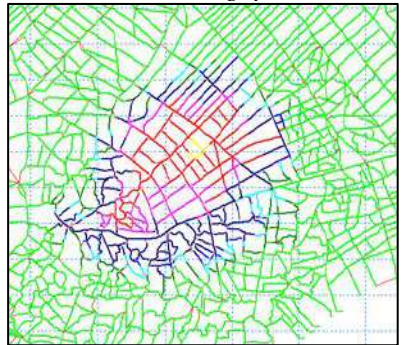
Hình 3.13: Sơ đồ lan truyền nguồn nước thải trồng trọt vùng BDCM (trung bình tháng 1/2016)



Hình 3.14: Tỷ lệ nguồn nước thải NTTS vùng Nam Cà Mau sau 30 ngày



Hình 3.15: Tỷ lệ nguồn nước thải NTTS vùng Mỹ Xuyên, tỉnh Sóc Trăng sau 7 ngày



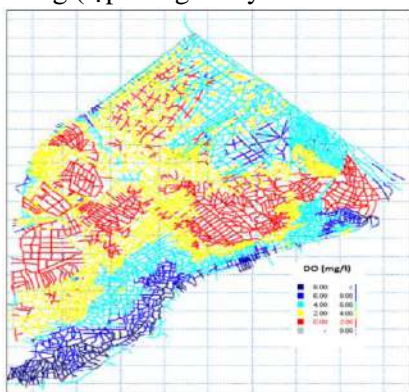
Hình 3.16: Tỷ lệ nguồn nước thải NTTS vùng Bắc QL1A, tỉnh Bạc Liêu sau 3 ngày

3.4 Mô phỏng chất lượng nước vùng Bán đảo Cà Mau

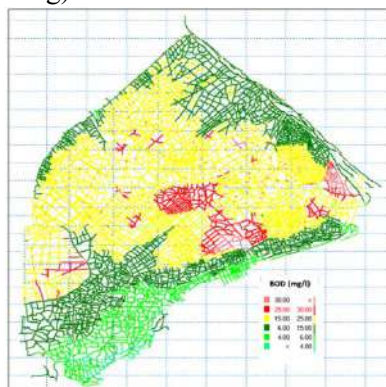
3.4.1 Kết quả mô phỏng các thông số chất lượng nước bằng mô hình Mike11-Ecolab

Trong phần này sẽ mô phỏng và dự báo diễn biến chất lượng nước mặt trên hệ thống sông/kênh vùng BDCM theo không gian và thời gian đối với 3 thông số DO, BOD₅ và NH₄⁺ (đây cũng là các

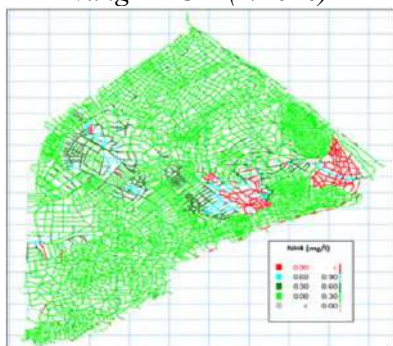
thông số có ảnh hưởng lớn đến chất lượng nước mặt trong vùng BĐCM) nhằm giá tác động của các nguồn ô nhiễm đến chất lượng nước mặt của vùng BĐCM năm hiện trạng (2016). Kết quả mô phỏng thông số CLN cho thấy vùng ô nhiễm nặng: tập trung chủ yếu ở phía Tây Bán đảo (ven biển Tây: tỉnh Cà Mau và Kiên Giang); vùng giữa Bán đảo (tỉnh Bạc Liêu, Sóc Trăng) và vùng ven biển Đông (tập trung chủ yếu ở tỉnh Sóc Trăng).



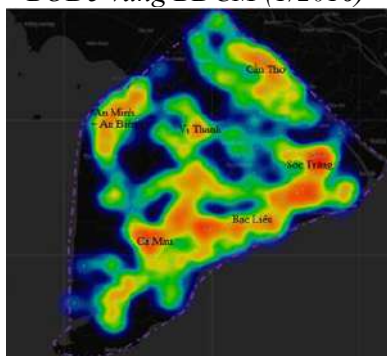
Hình 3.17: Kết quả mô phỏng DO vùng BĐCM (1/2016)



Hình 3.18: Kết quả mô phỏng BOD5 vùng BĐCM (1/2016)



Hình 3.19: Kết quả mô phỏng NH_4^+ trên hệ thống sông/kênh vùng BĐCM (1/2016)



Hình 3.20: Vùng bị ảnh hưởng do ô nhiễm nước mặt

3.5 Đánh giá tác động của nguồn xả thải đến chất lượng nước

Đối với vùng nghiên cứu, tác động đến chất lượng nước mặt chủ yếu là do nguồn thải gây ô nhiễm từ các hoạt động như sinh hoạt, công nghiệp, nông nghiệp và nuôi trồng thủy sản dưới tác động của chế độ thủy văn (thủy triều), thủy lực phức tạp.

- Phạm vi và hướng tác động của các nguồn nước thải: lan truyền theo nhiều hướng khác nhau, rất khó kiểm soát. Các nguồn ven sông Hậu và Biển dễ tiêu thoát; các nguồn trong nội vùng (giữa bán đảo) rất phức tạp không theo quy luật;

- Mức độ tác động của các nguồn nước thải: càng vào giữa bán đảo càng ô nhiễm nặng và phức tạp:

+ Tác động của nguồn nước thải sinh hoạt đến chất lượng nước mặt vùng BĐCM là rất rõ nét, nhất là trên các đoạn sông, kênh rạch chảy qua các khu đô thị, dân cư tập trung... chất lượng môi trường nước mặt có sự suy giảm đáng kể;

+ Nguồn nước thải công nghiệp phân bố với nồng độ thể tích khá cao gần các nguồn xả, sau đó lan rất rộng gây ảnh hưởng đến nhiều vùng trong Bán đảo;

+ Nguồn nước thải từ các ruộng nuôi tuy chỉ xuất hiện ở một vùng nhỏ ở giữa bán đảo nhưng có khả năng lan rất rộng sang đến Cà Mau và Kiên Giang, nguồn nước mang mầm bệnh (khi xảy ra) có khả năng lưu cữu lâu dài, lan rộng trong vùng và các vùng lân cận.

3.6 Định hướng các biện pháp kỹ thuật kiểm soát nguồn nước thải

- Đối với vùng bị ô nhiễm nặng: là các khu vực giữa bán đảo và các khu vực với các thành phố lớn (Cần Thơ, Sóc Trăng, Bạc

Liêu...), cần tập trung thực hiện các biện pháp giảm thiểu ô nhiễm môi trường nước mặt (phòng ngừa ô nhiễm tại nguồn và xử lý ô nhiễm cuối đường ống) để tiếp tục mục tiêu đảm bảo phát triển kinh tế xã hội một cách bền vững.

- Đối với vùng bị ô nhiễm nhẹ: là những khu vực ven sông lớn (Sông Hậu) và những khu vực ven biển (Biển Đông và Tây) vì đây là những khu vực có sự trao đổi nước tốt, lưu thông và thoát nước dễ dàng. Cần tăng cường khả năng tự làm sạch nguồn nước bị ô nhiễm, tăng khả năng tiêu thoát bằng cách lợi dụng thủy triều (vùng ven biển) và tận dụng tối đa lượng nước cấp từ thượng nguồn qua sông Hậu.

- Đối với vùng ô nhiễm trung bình là các khu vực xen giữa 2 vùng trên: đây là vùng giáp ranh giữa 2 vùng ô nhiễm nặng và nhẹ nên sẽ có sự dịch chuyển vùng ô nhiễm (không cố định) do dòng chảy. Cần thích ứng linh hoạt các biện pháp quản lý, trong đó chú trọng đến thực hiện các biện pháp phòng ngừa ô nhiễm tại nguồn và xử lý ô nhiễm cuối đường ống.

KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN CÁC NGHIÊN CỨU TIẾP THEO

I. Kết luận

Nghiên cứu đã đạt được những kết quả chính dưới đây:

- Về nghiên cứu nguồn xả thải và tải lượng nước thải ảnh hưởng đến chất lượng nước mặt vùng BĐCM: đã tính toán được lưu lượng nước thải và tải lượng chất thải của vùng BĐCM 3.506.796 m³/ngày-đêm, tỉnh Cà Mau có lượng nước thải xả vào sông/kênh lớn nhất (chiếm 29,0%); nhỏ nhất ở Hậu Giang (8,5%). Từ đó, đã xác

định được 4 nguồn thải chính ảnh hưởng đến chất lượng nước của vùng nghiên cứu là nguồn thải sinh hoạt, công nghiệp, trồng trọt và NTTS, nguồn nước thải trồng trọt là lớn nhất (chiếm 44,7%); NTTS (33,3%); sinh hoạt (16%); công nghiệp (5,2%). Trong đó, nguồn nước thải sinh hoạt phân bố khắp bán đảo (tải lượng lớn nhất chiếm 64,4%), dọc theo các sông kênh của vùng (đây cũng là một đặc điểm điển hình của vùng nghiên cứu, nhà ven kênh) và tập trung ở các thành phố/thị xã của vùng; nguồn thải công nghiệp tập trung ở các sông lớn như sông Hậu, Gành Hào, Ông Đốc,...; nguồn thải NTTS tập trung ở các vùng ven biển Đông và Tây, vùng giữa bán đảo. Riêng nguồn thải trồng trọt tập trung ở các khu vực ngọt hóa ở phía Bắc và giữa bán đảo (là nguồn phân tán) nên rất khó kiểm soát và cũng đã ảnh hưởng đến chất lượng nước mặt của vùng. Các nguồn thải trên đã làm nước mặt trong vùng BĐCM bị ô nhiễm hữu cơ và vi sinh với các thông số vượt TCCP là DO, BOD5, NH4+ và tổng Coliform (vượt TCCP từ 1,1 – 3,7 lần).

- Kết quả nghiên cứu lan truyền các nguồn nước vùng BĐCM (Mike11-AD) cho thấy, các nguồn từ biên vùng BĐCM bao gồm các nguồn từ Sông Hậu từ thượng lưu (tỷ lệ thành phần nguồn nước chiếm lớn nhất trên 80%); từ biển Đông và biển Tây (trên 90%) là các nguồn chi phối chế độ thủy lực vùng bán đảo, do đó nó cũng chi phối động lực của các nguồn ô nhiễm. Các nguồn nội bán đảo bao gồm các nguồn thải sinh hoạt, công nghiệp, nông nghiệp, nuôi trồng thủy sản là các nguồn chính gây ô nhiễm. Nhất là các nguồn thải không thường xuyên (phát sinh trong thời gian nào đó) như nước thải thủy sản, sự cố môi trường... cũng đã gây ô nhiễm môi trường cho bán đảo.

- Kết quả mô phỏng lan truyền ô nhiễm (Mike-Ecolab) đã đánh giá được tổng quát, chi tiết chất lượng nước mặt trong vùng BĐCM. Trong đó đã xác định được các vùng ô nhiễm nghiêm trọng, cần có biện pháp xử lý ngay, chủ yếu tập trung tại các thành phố Cần Thơ, Sóc Trăng, Cà Mau... Các vùng giữa Bán đảo bị ô nhiễm nghiêm trọng hơn các vùng ven biển do bị ảnh hưởng của thủy triều Biển Đông và Biển Tây đã tạo những vùng giáp nước nên việc trao đổi nước bị hạn chế. Các kênh tiếp nhận nhiều nguồn nước thải như sông Gành Hào, kênh Cà Mau - Bạc Liêu, Quản Lộ - Phụng Hiệp... và các kênh nội thị của các thành phố, thị xã. Vùng bị ô nhiễm nhẹ là những khu vực ven sông lớn (Sông Hậu) và những khu vực ven biển (Biển Đông và Tây) vì đây là những khu vực có sự trao đổi nước tốt, lưu thông và thoát nước dễ dàng.

Nghiên cứu đã đánh giá được tác động của nguồn xả thải đến chất lượng nước và vai trò của các yếu tố khác (triều, dòng chảy). Trong đó nguồn nước thải sinh hoạt là nguồn ảnh hưởng chính đến chất lượng nước vùng Bán đảo Cà Mau với phạm vi và mức độ ảnh hưởng rất rộng, vì hầu hết các sông/kênh của vùng nghiên cứu đều có dân sinh sống dọc theo sông/kênh và lượng nước thải sinh hoạt không được xử lý liên tục xả hàng giờ vào nguồn nước. Tiếp đến là nguồn nước thải công nghiệp cũng đã gây ảnh hưởng đến vùng, mặc dù ít nguồn nhưng lưu lượng xả thải lớn đã gây ô nhiễm nghiêm trọng cho một số sông, kênh chính của vùng. Các nguồn thải còn lại (trồng trọt, NTTS...) là nguồn thải phân tán, khó kiểm soát cũng đã ảnh hưởng đến chất lượng nước của vùng nghiên cứu.

Về định hướng các biện pháp kỹ thuật kiểm soát nguồn nước thải: với đặc điểm xả thải của các loại hình xả thải trong vùng

BĐCM chủ yếu là nước thải sinh hoạt, công nghiệp, trồng trọt và NTTS. Do vậy, bên cạnh các giải pháp quản lý chung để bảo vệ môi trường nước mặt, cần tập trung kiểm soát các nguồn thải trọng điểm là vấn đề ưu tiên đối với vùng nghiên cứu. Đồng thời, cần có giải pháp tái sử dụng nước thải vì đây là giải pháp tránh lãng phí nguồn nước và giảm thiểu ô nhiễm.

II. Hướng phát triển nghiên cứu trong tương lai

Có thể thấy rằng, kết quả của luận án đã góp phần giải quyết các vấn đề đang tồn tại về ô nhiễm nguồn nước mặt do các hoạt động xả thải trong vùng nghiên cứu. Các kết quả đã cho thấy khả năng lớn của việc ứng dụng các công cụ tính toán (Mô hình toán, GIS...) trong việc giải quyết bài toán lan truyền ô nhiễm trong vùng BĐCM.

Để ứng dụng kết quả vào thực tế được tốt hơn, đáp ứng được yêu cầu thực tế thì cần tiếp tục nghiên cứu sâu hơn các nội dung sau:

- Nghiên cứu sâu hơn về khả năng tự làm sạch của nguồn nước trên các sông, kênh trong vùng nghiên cứu phục vụ công tác quản lý và kiểm soát ô nhiễm;

- Các nguồn thải phân tán (nông nghiệp, nước mưa chảy tràn...) rất khó kiểm soát, cần tiếp tục nghiên cứu sâu hơn.

- Cần nghiên cứu sâu hơn vấn đề ô nhiễm môi trường nước xuyên biên giới, ứng phó hiệu quả với diễn biến BĐKH để giảm thiểu tác động tới môi trường nước mặt trong vùng nghiên cứu.

- Một số vị trí xả thải điển hình cần nghiên cứu đánh giá chi tiết hơn (mô phỏng chất lượng nước bằng mô hình 3D) để xác định được chính xác quy luật, diễn biến ô nhiễm theo không gian (3 chiều) nhằm có những giải pháp giảm thiểu hiệu quả.

DANH MỤC CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ

1. Nguyễn Đức Phong, Hà Hải Dương (2023), Nghiên cứu ứng dụng các mô hình học máy để dự báo chỉ số chất lượng nước mặt vùng Bán đảo Cà Mau, Tạp chí Khoa học và công nghệ Thủy lợi, ISSN: 1859 - 4255, số 76 (02/2023), Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam.
2. Nguyễn Đức Phong, Phạm Hồng Cường (2017), Đánh giá hiện trạng nguồn nước mặt và đề xuất các giải pháp quản lý nguồn nước mặt trong vùng Bán đảo Cà Mau, Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường, ISSN: 1859 - 3941, số 58 (9/2017), Trường Đại học Thủy lợi.
3. Nguyễn Đức Phong, Phạm Hồng Cường (2017), Hiện trạng xả thải và đề xuất giải pháp giảm thiểu tác động do hoạt động xả nước thải vào nguồn nước trong vùng Bán đảo Cà Mau, Tạp chí Tài nguyên nước, ISSN: 1859 - 3771, số 04 (10/2017), Hội Thủy lợi Việt Nam.
4. Tăng Đức Thắng, Nguyễn Đức Phong, Nguyễn Đình Vượng, Vũ Quang Trung, Phạm Văn Giáp, Nguyễn Thanh Hải (2018), Nghiên cứu sự lan truyền các nguồn nước mang mầm bệnh trong các hệ thống thủy lợi phục vụ nuôi trồng thủy sản, Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy lợi, ISSN: 1859 - 4255, Số 49 (11/2018), Viện KHTL Việt Nam.
5. Nguyễn Vũ Việt, Nguyễn Đức Phong. Nghiên cứu đánh giá diễn biến chất lượng nước và đề xuất các giải pháp giảm thiểu ô nhiễm nguồn nước mặt các sông chính vùng ven biển Đồng bằng Sông Hồng, Tạp chí Khoa học kỹ thuật thủy lợi và Môi trường. Số 65 (6/2019).
6. Nguyen Tung Phong, Ha Hai Duong, Nguyen Duc Phong, Water quality monitoring and management for domestic use and agriculture production in coastal irrigation systems in the Red river delta, Vietnam. Proceeding of the international conference on Science and Technology for water security disaster reduction and climate change adaptation. November 05, 2019. Science and Technics Publishing House, 2019. ISBN: 978-604-67-1627-3.