

MỘT SỐ VẤN ĐỀ KỸ THUẬT KHI THIẾT KẾ CÁC HỆ THỐNG THỦY LỢI PHỤC VỤ NUÔI TRỒNG THỦY SẢN VEN BIỂN

SOME TECHNICAL ISSUES IN DESIGNING AN AQUA-HYDRAULIC SYSTEM

*PGS.TS. Tăng Đức Thắng
GS.TSKH. Nguyễn Ân Niên
ThS.NCS. Nguyễn Đình Vương
KS. Nguyễn Đức Phong*

TÓM TẮT

Có nhiều vấn đề về nguồn nước đặt ra đối với hệ thống thủy lợi đa mục tiêu, nhất là hệ thống phục vụ nông nghiệp và thủy sản, trong đó đáng chú ý nhất là các bài toán về chất lượng nước và môi trường. Bài viết này trình bày một tiếp cận mới về nghiên cứu nguồn nước phục vụ cho các hệ thống đa mục tiêu theo sự lan truyền các nguồn nước. Một ví dụ minh họa về tính lan truyền nước bản và nước mang mầm bệnh trong hệ thống đã được giới thiệu. Kết quả tính toán cho thấy rõ lý do tại sao trong nhiều trường hợp phải tách rời kênh cấp và kênh thoát trong các hệ thống nuôi thủy sản.

ABSTRACT

There are many issues related with an aqua-hydraulic system, such as water quality, layout of canals and sluices. This paper will show in detail some issues above mentioned. An example is also introduced for illustration.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, dọc theo dải ven biển nước ta đang trong quá trình chuyển đổi mô hình sản xuất rất mạnh. Trước đây là mô hình thuần nông hay lâm nghiệp, nay chuyển sang nông nghiệp thủy sản và lâm nghiệp. Nhiều vùng đã chuyển hẳn sang nuôi trồng thủy sản.

Quá trình chuyển đổi đã gặp không ít khó khăn và còn nhiều bất cập. Các hệ thống trước đây phục vụ cho nông nghiệp, với khẩu độ nhỏ do chỉ cần hệ số cấp, thoát nhỏ. Khi chuyển sang nuôi trồng thủy sản, ngoài yêu cầu cấp thoát các loại nước còn có yêu cầu thau rửa, trao đổi nước rất lớn. Chính vì thế các hệ thống trước đây chỉ thiết kế cho nông nghiệp nay chuyển sang phục vụ thủy sản không còn phù hợp nữa, cả quy mô và cấu trúc, bố trí công trình.

Gần đây, để giải quyết các vấn đề trên, phục vụ cho nhiệm vụ chuyên đổi, Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam (Nguyễn Ân Niên, Tăng Đức Thắng và các cộng sự [3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 16,17]) đã phát triển *Lý thuyết lan truyền các nguồn nước trong hệ thống sông kênh*, là một phương pháp tính mới, hiện đại, đa năng giải quyết các vấn đề về nguồn nước; đã ứng dụng giải quyết tốt nhiều vấn đề phức tạp [1,8], đặc biệt là các hệ thống nuôi trồng thủy sản...

Nhằm trao đổi, giúp các nhà khoa học, cán bộ kỹ thuật làm về công tác thiết kế và vận hành các hệ thống này có thể ứng dụng, dưới đây chúng tôi xin giới thiệu vài nét chính trong số rất nhiều ứng dụng mà lý thuyết này có thể giải quyết. Hai bài toán chính được giới thiệu ở đây là bài toán lan truyền nước mang mầm bệnh theo đường nước và lan truyền nước bẩn trong hệ thống. Trong đó làm rõ thêm lý do tại sao trong các hệ thống thủy ngư, ở một số vùng cần phải tách rời các kênh cấp và thoát nước...

II. HỆ THỐNG THỦY LỢI VEN BIỂN: CÁC VẤN ĐỀ KỸ THUẬT CẦN GIẢI QUYẾT

II.1. Đặc điểm các hệ thống nuôi trồng thủy sản ven biển

Đặc điểm chung về nguồn nước trong các hệ thống nuôi trồng thủy sản ven biển:

- Chịu nhiều nguồn nước tác động.
- Nước lưu cữ lâu dài trong hệ thống, dễ sinh ra chất lượng kém.
- Bệnh thủy sản (có khả năng lan truyền mầm bệnh theo đường nước) lan rất nhanh, nhất là trong các hệ thống có kênh cấp và thoát chung.

II.2. Các vấn đề kỹ thuật cần giải quyết

Đối với hệ thống ven biển, các yêu cầu kỹ thuật chính cần giải quyết là:

- Bố trí hợp lý hệ thống cống và kênh, trong đó chú trọng chất lượng nước nguồn cấp và tùy từng vùng để từ đó bố trí các công trình kiểm soát chất lượng nước hợp lý; nhất là xác định rõ điều kiện bố trí tách rời các kênh cấp và thoát cho các khu nuôi sao cho vừa an toàn, vừa tiết kiệm diện tích đất xây dựng.
- Dự báo được nguồn nước (chất và lượng) cho các vùng nuôi trồng khác nhau trong hệ thống, từ đó có được kế hoạch lấy nước và xả thải, thau rửa hệ thống thích hợp.

II.3. Các bài toán cơ bản trong thiết kế hệ thống thủy sản

Các bài toán quan trọng về nguồn nước thường phải quan tâm giải quyết trong các hệ thống thủy lợi đa mục tiêu, đặc biệt là hệ thống ven biển, bao gồm:

- Bài toán lan truyền nguồn nước mặn từ các nguồn khác nhau;

- Bài toán lan truyền nước ngọt;
- Bài toán lan truyền nước chua;
- Bài toán lan truyền nước bẩn, ô nhiễm như thải sinh hoạt, công nghiệp,...
- Bài toán lan truyền nước phù sa;
- Bài toán lan truyền mầm bệnh theo đường nước trong các hệ thống nuôi thủy sản như tôm, cá...
- Bài toán lấy con giống thủy sản, phiêu sinh từ biển, cửa sông...

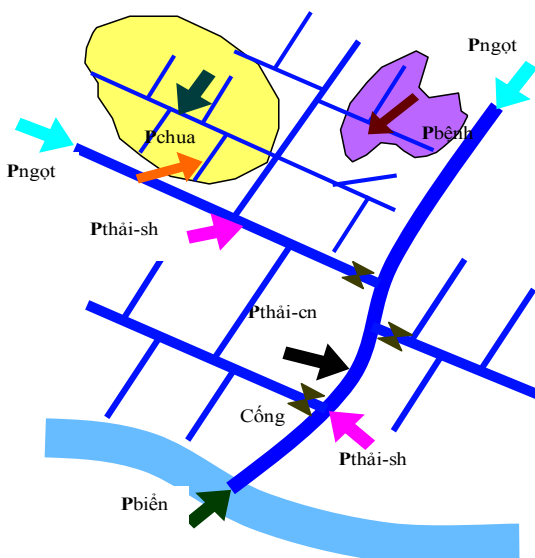
Mỗi bài toán trên lại bao gồm các bài toán khác nhau như đánh giá hiện trạng, dự báo ngắn và dài hạn... Cần lưu ý là các bài toán trên cần được xét đến theo từng mức độ khác nhau của các giai đoạn quy hoạch, thiết kế và vận hành hệ thống.

Các công cụ tính toán chính trong các hệ thống thủy lợi phục vụ nuôi trồng thủy sản (trong quy hoạch, thiết kế, vận hành) thường là (1) Lý thuyết truyền thống, xem [12,13,18,19] hoặc (2) Lý thuyết lan truyền các nguồn nước trong hệ thống. Trong tài liệu này xin đề cập đến lý thuyết lan truyền các nguồn nước trong hệ thống.

III. SƠ LƯỢC VỀ LÝ THUYẾT LAN TRUYỀN CÁC NGUỒN NƯỚC TRONG HỆ SÔNG KÊNH VÀ CÁC ỨNG DỤNG

III.1. Giới thiệu sơ lược lý thuyết lan truyền nguồn nước trong hệ thống

Lý thuyết lan truyền nguồn nước trong hệ thống sông kênh xem xét nguồn nước trong hệ thống bao gồm các nguồn nước thành phần khác nhau. Thông qua việc khảo sát các nguồn thành phần này, rồi từ đó đánh giá định lượng vai trò tác động của từng nguồn và toàn dòng, giúp đưa ra các thông tin điều khiển, kiểm soát đến từng nguồn.



Hình 1: Sơ họa các nguồn nước trong một hệ thống nuôi trồng thủy sản ven biển

Lý thuyết này đã được trình bày trong rất nhiều tài liệu (tạp chí, đề tài nghiên cứu,...) vì thế ở đây sẽ không trình bày lại, chỉ nêu vài điểm rất cơ bản để dễ dàng hơn cho tham khảo và lý giải các kết quả trong ví dụ tính toán ở phần sau.

Khái niệm nguồn nước và tỷ lệ nguồn nước

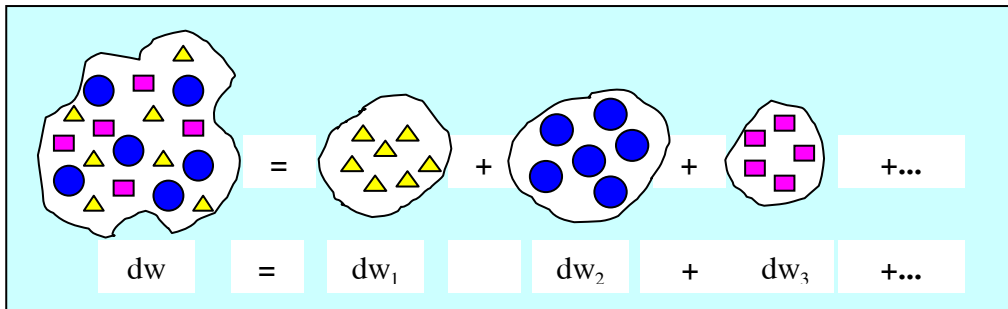
Chẳng hạn trong hệ thống nguồn nước ven biển gồm nhiều nguồn thành phần như Hình 1. Xét một thể tích nước dw trong dòng chảy do các thể tích nguồn nước thành phần dw_i tạo nên, xem hình 2.

Tỷ lệ thành phần nguồn nước i (p_i) tại điểm M ở thời gian t được định nghĩa là:

$$p_i(M, t) = \frac{dw_i}{dw} \quad (1); \text{ với các điều kiện: } \sum_{i=1}^n p_i = 1; 0 \leq p_i \leq 1; \quad (2)$$

Trong bài toán một chiều (1D):

$$p_i(M, t) = \frac{Q_i}{Q} \quad (3)$$



Hình 2: Sơ họa khối nước dw và các nguồn nước thành phần dw_i của nó

Phương trình cơ bản

Hệ phương trình cơ bản bài toán lan truyền các nguồn nước bao gồm hai loại phương trình: (1) Phương trình bảo tồn thành phần nước, (2) Phương trình thủy lực (Saint Venant). Hệ phương trình lan truyền nguồn nước i (bài toán 1 D):

$$\frac{\partial \omega}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} - q = 0 \quad (3)$$

$$\frac{1}{g} \frac{\partial v}{\partial t} + \frac{\alpha v}{g} \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial z}{\partial x} + kv|v| = 0 \quad (4)$$

$$\frac{\partial p_i}{\partial t} + v \frac{\partial p_i}{\partial x} - \frac{1}{\omega} \frac{\partial}{\partial x} D_i \omega \frac{\partial p_i}{\partial x} - \frac{q}{\omega} (p_{iq} - p_i) + [\varepsilon p_i] = 0 \quad (5)$$

$i = 1, n$ (n – số nguồn nước trong hệ thống)

Điều kiện biên, điều kiện ban đầu, cách giải

- Điều kiện biên gồm biên thủy lực và biên tỷ lệ nguồn nước.
- Điều kiện ban đầu cũng bao gồm các điều kiện ban đầu về thủy lực và nguồn nước.
- Giải như phương trình truyền chất thông thường.
- Sử dụng các phần mềm tính toán truyền chất để giải (MIKE, KOD, SAL, ISIS...).

III.2. Các ứng dụng

Lý thuyết lan truyền các nguồn nước có thể áp dụng để giải quyết nhiều bài toán thực tế như tính nồng độ chất (bảo tồn và không bảo tồn), xâm nhập mặn, lan truyền nước chua, nước bẩn, nước mang mầm bệnh, nước phù sa, lầy con giống từ các cửa sông,... Vì biết được tác động của từng nguồn nước đến các vùng khác nhau nên có thể sử dụng lý thuyết này để tính toán điều khiển hệ thống rất thuận lợi. Trong khi phân tích nguồn nước nên sử dụng một số chỉ tiêu đánh giá nguồn nước, chẳng hạn cường suất ảnh hưởng của nguồn, chỉ số so sánh độ mạnh các nguồn, tuổi của nguồn nước, chỉ số pha loãng, tốc độ pha loãng...

IV. VÍ DỤ ỨNG DỤNG CHO CÁC HỆ THỐNG NUÔI TRỒNG THỦY SẢN

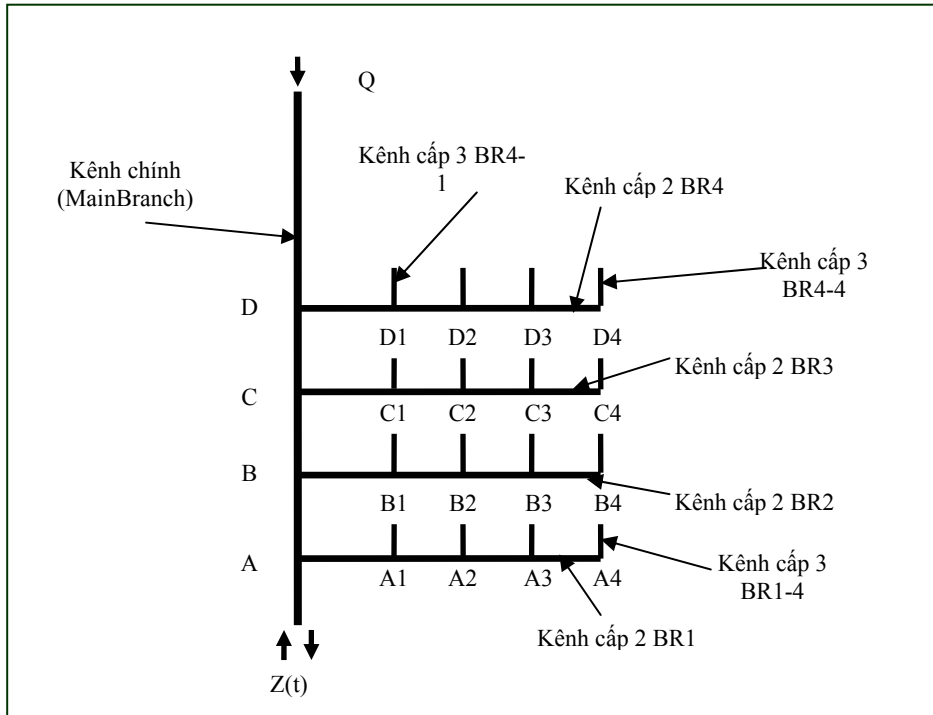
Trên đây trình bày một số vấn đề cần thiết phải xem xét khi thiết kế hệ thống nuôi trồng thủy sản. Dưới đây, với mục đích minh họa, chúng tôi xin trình bày một số ví dụ tính toán cụ thể. Hai bài toán được xem xét là (1) lan truyền nước mang mầm bệnh thủy sản và (2) thau rửa hệ thống (lan truyền nước bẩn).

IV.1. Tính toán lan truyền nước mang mầm bệnh thủy sản

Với mục đích minh họa động thái của nguồn nước mang mầm bệnh, dưới đây xét một sơ đồ tính đơn giản, thường gặp trong thực tế.

IV.1.1. Sơ đồ hệ thống

Sơ đồ hệ thống như hình 3.



Hình 3: Sơ đồ ví dụ mạng lưới kênh tính toán

IV.1.2. Các thông số tính toán

Các kênh có thông số hệ thống như bảng 1. Điều kiện biên nguồn ngọt $Q=5 \text{ m}^3/\text{s}$, biên triều biển $Z(t)$ có bậc như ở Mỹ Thanh.

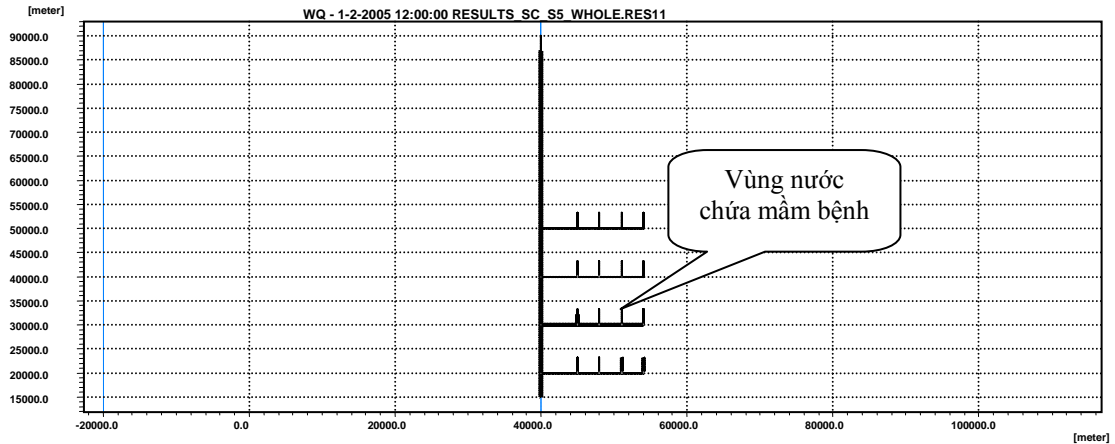
Bảng 1

Công trình	L (km)	B (m)	Z đáy (m)	Ghi chú
Kênh chính cấp 1 (MainBranch)	75	50	-5	
Kênh cấp 2	14	15	-3	Các kênh như nhau, mặt cắt chữ nhật
Kênh cấp 3	3	7	-2,5	Các kênh như nhau, mặt cắt chữ nhật

IV.1.3. Trường hợp tính toán

Trong ví dụ này coi nước mang mầm bệnh nằm trong kênh cấp 2 BR2, xem hình 4.

Thời gian tính toán: từ 12:00, ngày 1/2/2005.

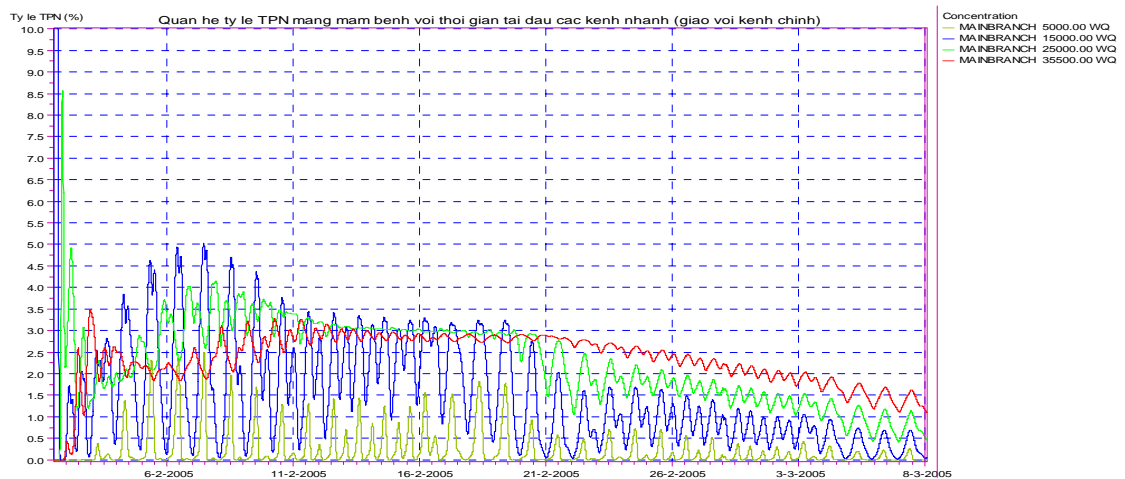


Hình 4: Trường hợp tính toán (vùng nước mang mầm bệnh biểu thị bằng màu đen)

IV.1.4. Kết quả tính toán

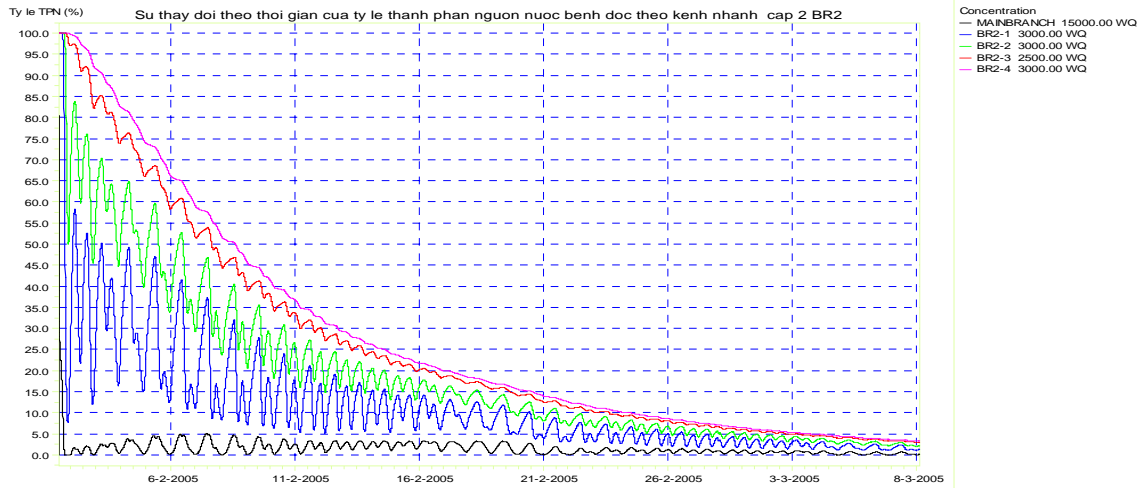
Dưới đây trình bày kết quả tính toán cho trường hợp nêu trên hình 3. Trong đó chỉ nêu vắn tắt cho một số vùng điển hình, gồm một số vị trí dọc kênh chính, trên vài kênh cấp 2 đại biểu và trên một số vị trí đầu kênh cấp 3.

- Sự thay đổi tỷ lệ nước mang mầm bệnh dọc kênh chính

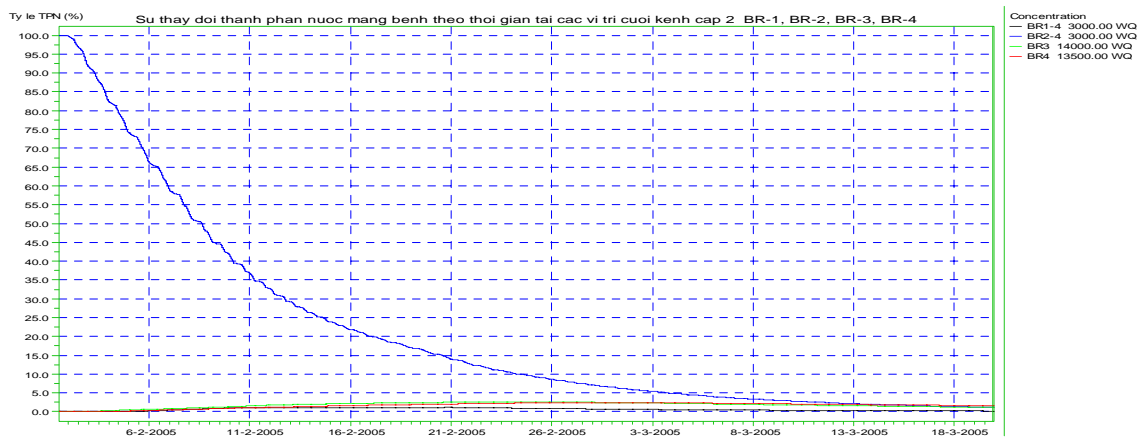


Hình 5: Sự thay đổi tỷ lệ nước mang mầm bệnh dọc theo kênh chính, tại các vị trí đầu các kênh nhánh (trên hình 5: Tại điểm A-MAINBRANCH 5000; Tại điểm B-MAINBRANCH 15000; Tại điểm C-MAINBRANCH 25000; Tại điểm A-MAINBRANCH 35500)

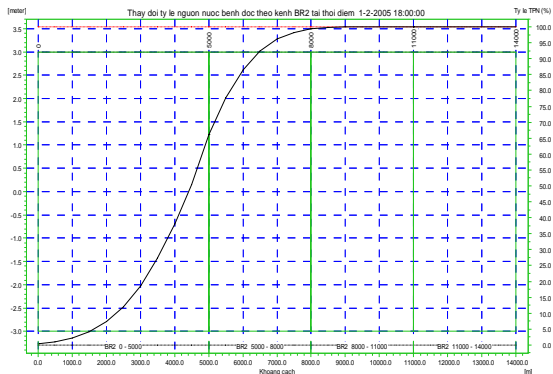
• Sự thay đổi tỷ lệ nước mang mầm bệnh dọc các kênh nhánh cấp 2



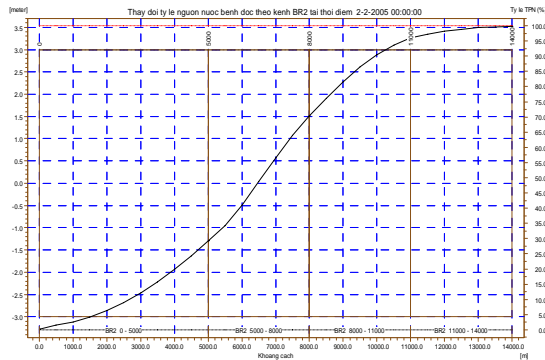
Hình 6: Sự thay đổi TPN bệnh dọc theo kênh nhánh cấp 2 BR2, tại các vị trí đầu các kênh cấp 3



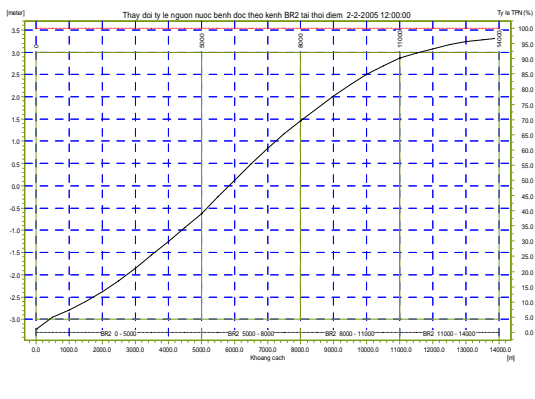
Hình 7: Sự thay đổi tỷ lệ nguồn nước mang mầm bệnh cuối các kênh cấp 2 (tại các vị trí A4, B4, C4, D4 – xem hình 2)



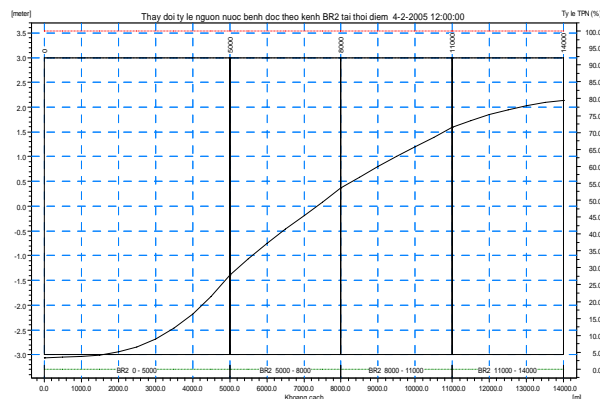
Hình 8: Tỷ lệ nguồn nước bệnh độc theo kênh cấp 2 BR2 sau 6 giờ



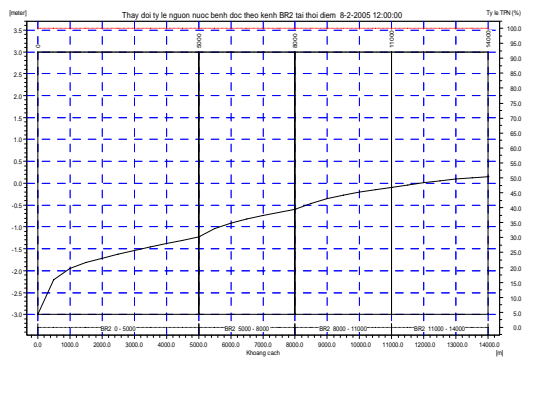
Hình 9: Tỷ lệ nguồn nước bệnh độc theo kênh cấp 2 BR2 sau 12 giờ



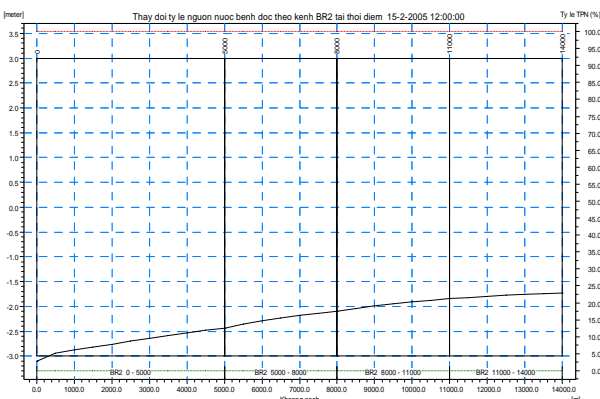
Hình 10: Tỷ lệ nguồn nước bệnh độc theo kênh cấp 2 BR2 sau 1 ngày



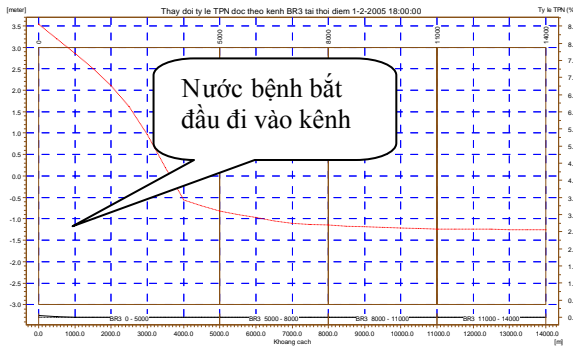
Hình 11: Tỷ lệ nguồn nước bệnh độc theo kênh cấp 2 BR2 sau 3 ngày



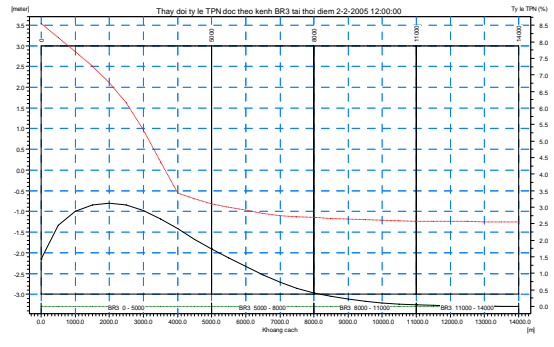
Hình 12: Tỷ lệ nguồn nước bệnh độc theo kênh cấp 2 BR2 sau 1 tuần lan truyền



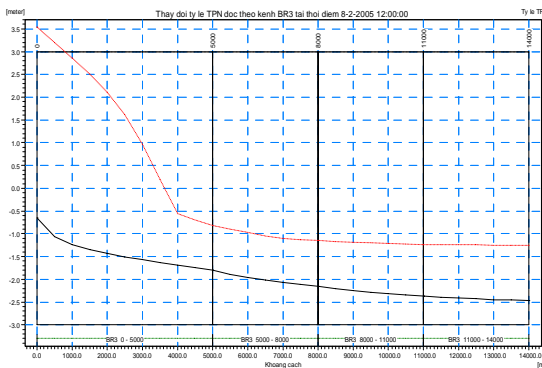
Hình 13: Tỷ lệ nguồn nước bệnh độc theo kênh cấp 2 BR2 sau 2 tuần



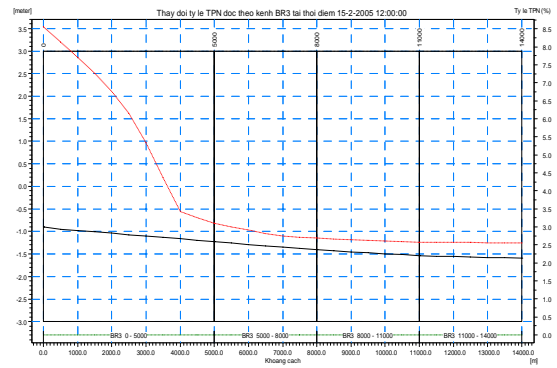
Hình 14: Tỷ lệ nguồn nước bệnh dọc theo kênh cấp 2 BR3: sau 6 giờ, khối ô nhiễm đã bắt đầu lan đến đầu kênh BR3



Hình 15: Tỷ lệ nguồn nước bệnh dọc theo kênh cấp 2 BR3 sau 1 ngày (đường liền nét)

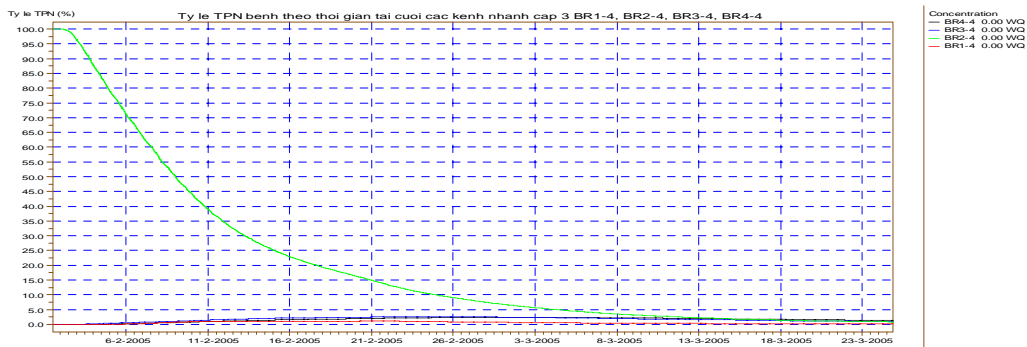


Hình 16: Tỷ lệ nguồn nước bệnh dọc theo kênh cấp 2 BR3 sau 1 tuần (đường liền nét)



Hình 17: Tỷ lệ nguồn nước bệnh dọc theo kênh cấp 2 BR3 sau 2 tuần (đường liền nét)

- Sự thay đổi tỷ lệ nước mang mầm bệnh tại các kênh cấp 3



Hình 18: Tỷ lệ nguồn nước bệnh đầu các kênh nhánh cấp 3 BR1-4, BR2-4, BR3-4, BR4-4

IV.2. Tính toán thau rửa hệ thống

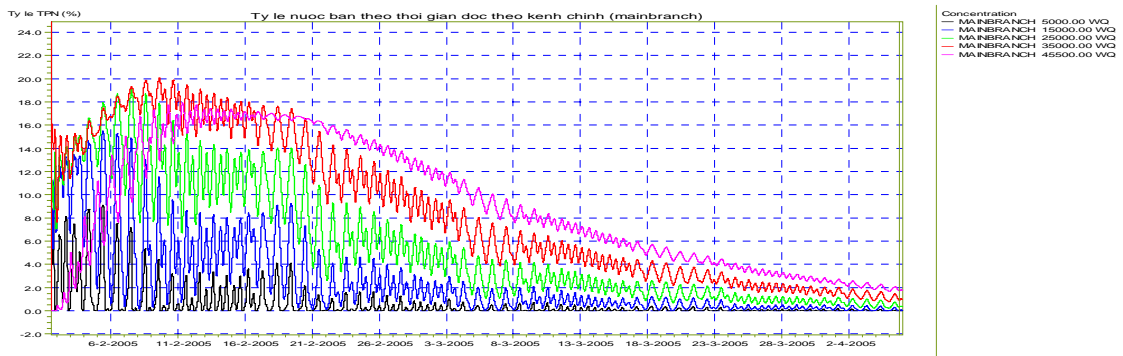
IV.2.1. Sơ đồ tính

Vẫn sử dụng sơ đồ tính lan truyền nước mang mầm bệnh thủy sản.

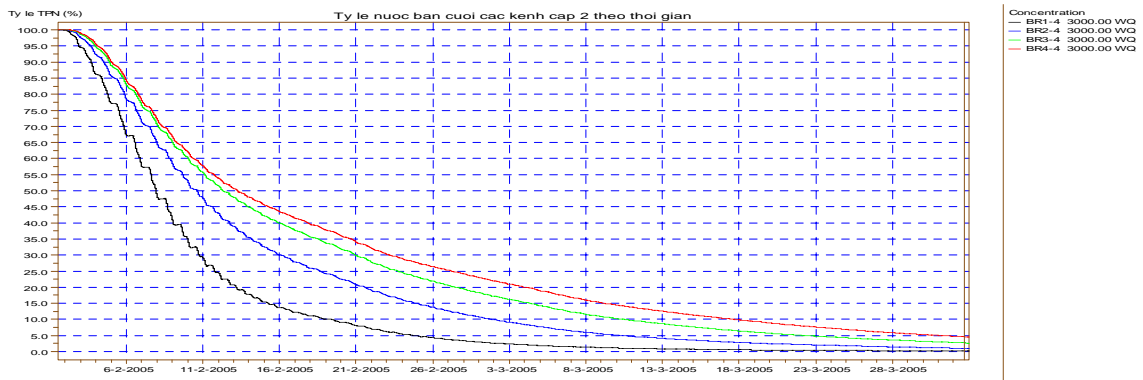
IV.2.2. Trường hợp tính toán

Xem rằng nước trong các kênh cấp 2 bị bẩn, cần thau rửa. Ở đây cũng chỉ xem xét cho trường hợp hệ thống chưa có công trình kiểm soát nước. Thời gian tính toán kể từ 12:00, 1/2/05

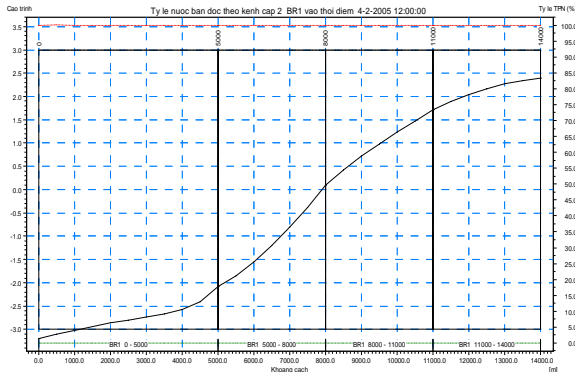
IV.2.3. Kết quả tính toán



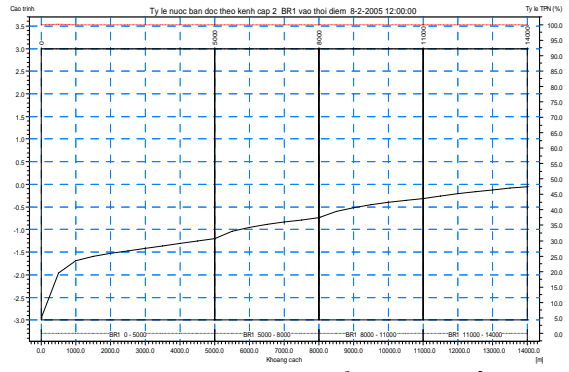
Hình 19: Tỷ lệ nước bẩn theo thời gian trên kênh chính tại các vị trí A, B, C, D, D+10.000m (cách D 10.000m về thượng lưu); D+20.000m



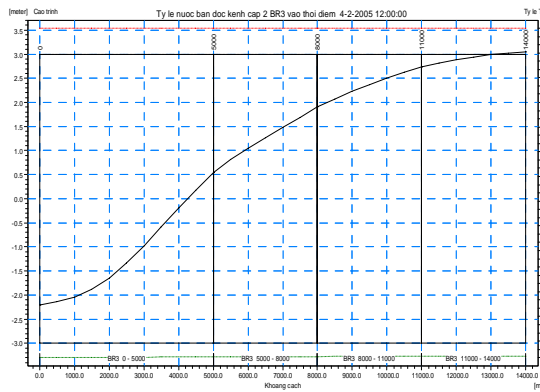
Hình 20: Tỷ lệ nước bẩn cuối các kênh cấp 2 theo thời gian



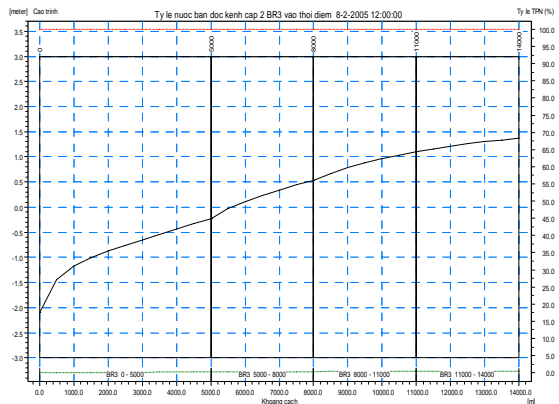
Hình 21: Tỷ lệ nước xả kênh cấp 2 BR1 sau 3 ngày



Hình 22: Tỷ lệ nước xả kênh cấp 2 BR1 sau 1 tuần



Hình 23: Tỷ lệ nước xả dọc kênh cấp 2 BR3 sau 3 ngày



Hình 24: Tỷ lệ nước xả dọc kênh cấp 2 BR3 sau 1 tuần

V. NHẬN XÉT

- Nguồn nước xả, nước bệnh lan tỏa rất nhanh và rộng trong hệ thống.
- Tính lưu cữu của nguồn nước trong hệ thống rất cao, khả năng trao đổi nước thấp ở xa các kênh chính, trong các kênh thứ cấp, đặc biệt thấp ở cuối kênh cụt.
- Phần giữa, cuối các kênh cấp 2 và cấp 3: Khó thu rửa nhưng cũng khó nhiễm bệnh, bắt từ ngoại lai mang tới. Do đó, trong khai thác hệ thống, quản lý phải rất chú ý đến việc bảo vệ môi trường không chỉ ở kênh lớn mà còn ở các kênh thứ cấp.
- Nếu kênh cấp và thoát tách rời nhau thì khả năng lấy nước tốt từ kênh chính là rất lớn, hơn hẳn phương án kênh chung và cũng hạn chế lan bệnh trong hệ thống.
- Xét theo tiêu chuẩn bảo vệ nguồn nước thì mỗi hệ thống, theo một hình thức canh tác sẽ có một giới hạn tối đa về diện tích canh tác thủy sản trên diện

tích tự nhiên. Giới hạn này phụ thuộc rất mạnh vào vị trí của hệ thống, tác động các nguồn nước. Khi thiết kế hệ thống cần chỉ ra giới hạn này.

- Cần hết sức thận trọng khi thiết kế để hạn chế lan nhiễm cho hệ thống.

VI. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

- Kết quả tính toán thu được đã chỉ rõ cách thức vận động của khối nước có nguồn gốc khác nhau trong hệ thống kênh.

- Lý thuyết lan truyền các nguồn nước có nhiều ưu điểm, rất mạnh trong giải quyết vấn đề động thái các nguồn nước, theo các cách quan tâm khác nhau, từ định tính, đến định lượng với nhiều thông tin rất bổ ích, trong đó các thông tin về môi trường và chất lượng nước, lan truyền bệnh là rất phong phú, rất thích hợp cho giải quyết các bài toán hệ thống đa mục tiêu nông nghiệp thủy sản.

- Đề nghị Bộ NN-PTNT cho nghiên cứu chi tiết các hệ thống kênh cấp và kênh thoát trong nuôi trồng thủy sản ven biển, một vấn đề đang rất bức xúc hiện nay.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Nguyễn Quang Kim, Tăng Đức Thắng và Phạm Đức Nghĩa (2005).** Báo cáo đề tài nhánh: “Động thái các nguồn nước sông Vàm Cỏ và các vùng lân cận”. Đề tài cấp NN “Nghiên cứu diễn biến tài nguyên nước và môi trường phục vụ phát triển bền vững lưu vực sông Vàm Cỏ”. 2005.
2. **Nguyễn Ân Niên (1997).** “Về một bài toán định xuất xứ của khối nước (ứng dụng cho đồng bằng sông Cửu long”. Tuyển tập kết quả NCKH, Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam. NXB. Nông nghiệp.
3. **Nguyễn Ân Niên và Tăng Đức Thắng (2002).** “Thủy lợi phục vụ cho công cuộc phát triển nuôi trồng thủy sản trên vùng chuyển đổi ở các tỉnh phía Nam- Các cách tiếp cận phát triển bền vững”. Tuyển tập Báo cáo khoa học tại hội thảo Quốc gia “Nghiên cứu khoa học phục vụ nuôi trồng thủy sản ở các tỉnh Phía Nam”. 2002.
4. **Nguyễn Ân Niên và Tăng Đức Thắng (2003).** “Tính toán các thành phần nguồn nước – một công cụ mới đa năng phục vụ quản lý tổng hợp nguồn nước và môi trường”. Tuyển tập kết quả NCKH Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam 2003.
5. **Nguyễn Ân Niên, Tăng Đức Thắng và Nguyễn Anh Đức (2003).** “Thành phần nguồn nước, tuổi của nó và cách tính các chất có nồng độ biến đổi từ thành phần nguồn nước”. Tuyển tập kết quả NCKH Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam. 2003.
6. **Nguyễn Ân Niên và Tăng Đức Thắng (2004).** “Các phát triển mới về lý thuyết lan truyền các thành phần nguồn nước và mở rộng ứng dụng”. Tuyển tập kết quả NCKH Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam 2004.

7. **Nguyễn Ân Niên, Tăng Đức Thắng và Hồ Trọng Tiến (2004).** “*Tuổi của nguồn nước và biến đổi trong không gian*”. Tuyển tập kết quả NCKH Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam, 2004.
8. **Tăng Đức Thắng (2002).** “*Nghiên cứu hệ thống thủy lợi chịu nhiều nguồn nước tác động – Ví dụ ứng dụng cho Đồng bằng sông Cửu Long và Đông Nam bộ*”. Luận án Tiến sỹ.
9. **Tăng Đức Thắng (2005),** “*Ứng dụng bài toán lan truyền khối nước lưu cữu nâng cao chất lượng thiết kế và vận hành hiệu quả các hệ thống sông kênh và hệ thống thủy lợi*”. Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn. Số 15/2005.
10. **Tăng Đức Thắng (2005).** “*Một phương pháp nghiên cứu nước lưu cữu trong các hệ thống sông kênh*”, Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, Số 16/2005.
11. MIKE11 – Uses’ Guide
12. **Steven Chapra,** “*Surface water quality modelling*”. Mac.GrawHill
13. **Nguyen An Nien and Tang Duc Thang (2000).** *Computation of components of different derivative flood water in Mekong Data.* Proc. of International European – Asian Workshop ECOSYSTEM&FLOOD 2000, Hanoi, Vietnam.
14. **Nguyen An Nien, Tang Duc Thang (2000).** “*Computation of Mass-Transmission by a Forced-Mixed Model (One Dimentional Problem)*”. International Coloquium in Mechanics Solid, Fluids and Structures and Interraction. Nha trang, Vietnam.
15. **Nguyen An Nien and Tang Duc Thang (2005).** *Water Source components Computation, New Development and widering Application, Proc. of International Symposium on Sustainable Development in the Mekong River Basin.* Ho Chi Minh City, 10/2005, Japan Science and Technology.

Người phản biện: GS.TS. Lê Sâm