

NGHIÊN CỨU QUÁ TRÌNH LAN TRUYỀN NGUỒN NƯỚC TRONG KÊNH DẪN VÙNG TRIỀU (TRƯỜNG HỢP XÉT VỚI ĐIỀU KIỆN CHIỀU DÀI KÊNH THAY ĐỔI)

ThS. Nguyễn Đình Vượng

Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam

Tóm tắt: Bài báo này trình bày kết quả ứng dụng lý thuyết lan truyền các nguồn nước trong hệ thống sông kênh (lý thuyết thành phần nước) kết hợp sử dụng công cụ tính toán là phần mềm MIKE11 để mô phỏng thành phần nước quan tâm (nước ô nhiễm, nước mang mầm bệnh thủy sản,...) lan truyền trên hệ thống kênh dẫn vùng ven biển ảnh hưởng triều, xét trong điều kiện thay đổi chiều dài kênh nhánh chứa thành phần nước (TPN) quan tâm. Kết quả tính toán cho thấy rõ quá trình diễn biến triết giảm tỷ lệ TPN quan tâm trên kênh nhánh phụ thuộc vào chiều dài kênh chứa TPN đó. Kênh nhánh càng dài, mức độ triết giảm TPN quan tâm trên kênh diễn ra càng chậm đặc biệt ở vùng cuối kênh, đây là một trong những cơ sở khoa học quan trọng cho việc bố trí thiết kế quy hoạch hệ thống kênh dẫn các vùng nuôi trồng thủy sản ven biển.

Từ khóa: Lý thuyết thành phần nguồn nước, TPN quan tâm, chiều dài kênh, vùng triều.

Summary: This paper presents result of water sources component theory application combining with the computing tool as MIKE11 to model the transport of interested water source components (pollution water; aquaculture disease water, etc.) in the coastal canal network affected by tide regime having considered the case of change in the length of branch channel that contain the interesting water sources component (WSC). The result showed that the reduction process of WSC belongs to the channel length of containing the interesting WSC. In short, the longer branch canals length, the slower reduction process of interesting WSC, especially the end segment of channel. Therefore, there are the scientific arguments for the arrangement of design and planning on the water supply channel network to the aquaculture of coastal region.

Key words: Modeling transport of water sources component, water interesting sources component, canals length, coastal areas.

ĐẶT VẤN ĐỀ

Lý thuyết lan truyền các nguồn nước trong hệ thống sông kênh (gọi tắt là lý thuyết thành phần nước) đã được Nguyễn Ân Niên đề xuất và được phát triển bởi Nguyễn Ân Niên, Tăng Đức Thắng và những người khác, xem [1],[2],[3],[4]. Hiện lý thuyết này đang phát triển rất mạnh và là công cụ kết hợp mô hình toán mở rộng ứng dụng đặc biệt trong việc

nghiên cứu quá trình thủy động lực và môi trường xem xét vấn đề trao đổi nước của các hệ thống ven biển ảnh hưởng triều,[5], [6], [7], [8].

Trong nghiên cứu này, việc ứng dụng lý thuyết thành phần nguồn nước vào tính toán mô phỏng quá trình diễn biến triết giảm tỷ lệ thành phần nước (TPN) quan tâm trên kênh nhánh ứng với với chiều dài kênh nhánh thay đổi ($L_{nhánh} = 5; 10; 15$ km) sẽ cho thấy rõ đặc tính thủy động lực môi trường trong hệ thống kênh dẫn thông qua động thái nguồn nước. Đây cũng là một trong các cơ sở khoa học quan trọng cho việc bố trí thiết kế các hệ thống thủy

Người phản biện: **GS.TS Tăng Đức Thắng**

Ngày nhận bài: 15/9/2014

Ngày thông qua phản biện: 02/10/2014

Ngày duyệt đăng 13/10/2014

lợi phục vụ nuôi trồng thủy sản ven biển.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

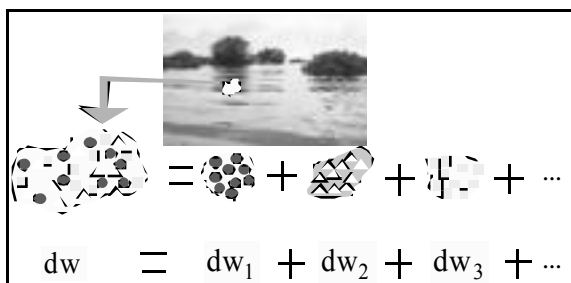
Tác giả đã ứng dụng lý thuyết lan truyền các thành phần nguồn nước kết hợp với phần mềm MIKE11,[9] để tính toán mô phỏng lan truyền TPN quan tâm trong kênh dẫn vùng triều. “TPN quan tâm” được đề cập trong nghiên cứu này là TPN xem xét trên kênh dẫn (nước mặn, nước ngọt, nước ô nhiễm, nước mang mầm bệnh thủy sản, ...) vùng nghiên cứu

Khái niệm nguồn nước và tỷ lệ nguồn nước

Xét một thể tích nước “dw” trong dòng chảy do các thể tích nguồn nước thành phần dw_i tạo nên, xem Hình 1. Tỷ lệ thành phần nguồn nước i (p_i) tại điểm M ở thời gian t được định nghĩa là:

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

Trong bài toán một chiều (1D): $p_i(M, t) = \frac{Q_i}{Q}$



Hình 1: Sơ họa khối nước “dw” và các nguồn nước thành phần “dw_i” của nó

Hệ phương trình cơ bản lan truyền một thành phần nước bất kỳ bao gồm các phương trình thủy lực (phương trình liên tục và phương trình chuyển động của toàn dòng) và phương trình bảo tồn thành phần nước, xem [2],[3],[4]:

$$\frac{\partial \omega}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} - q = 0 \quad (1)$$

$$\frac{1}{g} \frac{\partial v}{\partial t} + \frac{\alpha v}{g} \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial z}{\partial x} + kv|v| = 0 \quad (2)$$

$$\frac{\partial p_i}{\partial t} + v \frac{\partial p_i}{\partial x} - \frac{1}{\omega} \frac{\partial}{\partial x} D_i \omega \frac{\partial p_i}{\partial x} - \frac{q}{\omega} (p_{iq} - p_i) = 0 \quad (3)$$

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

trong đó

p_i: Thành phần nguồn nước i; v: Lưu tốc trung bình mặt cắt;

ω: Diện tích mặt cắt; D: Hệ số khuếch tán rối;

q_i = q.p_{iq} là tỷ lệ dòng gia nhập bên của dòng thành phần i.

Điều kiện biên, điều kiện ban đầu

- 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.

Cách giải, các công cụ tính toán:

- Giải như phương trình tuyến tính thông thường
- Sử dụng các phần mềm tính toán truyền chất để giải (MIKE, SAL, KOD, ISIS...).

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

a. Thiết lập bài toán

Xét một sơ đồ tính đơn giản nhất của hệ kênh thường gặp trong thực tế (kênh chính và kênh nhánh – kênh đơn 1 đầu đóng), xem Hình 3a.

Đặt bài toán với các thông số quy mô kích thước hệ kênh và điều kiện biên thủy lực nguồn ngọt Q = 5 m³/s, xem Bảng 1.

Để đơn giản hóa trong quá trình nghiên cứu ta giả thiết biên mực nước Z(t) dùng để tính toán là triều biến đổi đều: (i) Mẫu triều đều “Dạng 1”, có dạng giống triều biển Đông (biên độ lớn dạng chữ M) và (ii) Mẫu triều đều “Dạng 2” giống với triều biển Tây (biên độ nhỏ dạng chữ W).

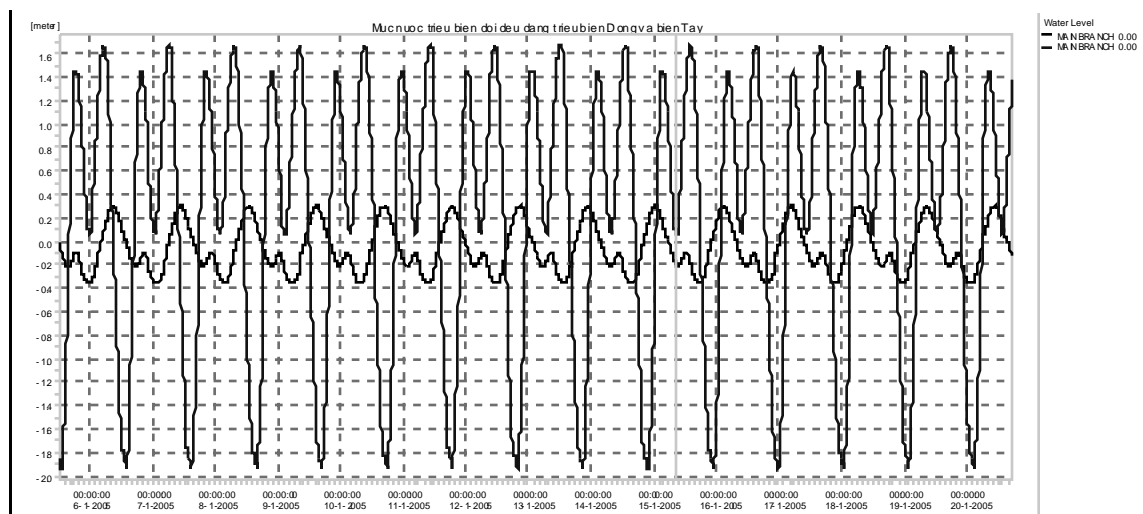
Triều đều “Dạng 1” và “Dạng 2” đề cập trên đây được thiết lập bằng cách chọn đại diện 1

con triều trong 1 ngày bất kỳ có tính chất đặc trưng mực nước giống biên độ triều biển Đông và triều biển Tây, con triều đại diện đó được kéo dài chuỗi số liệu bằng việc lặp lại

một cách tuần hoàn và giống nhau về cường độ lên xuống khi đó ta được chu kỳ giao động mực nước triều không đổi theo thời gian, xem Hình 2.

Bảng 1: Thông số về quy mô kích thước kênh

Công trình	L (km)	B (m)	Z đáy (m)	Khoảng cách kênh nhánh so với biển Xk (km)	Ghi chú
Kênh chính cấp 1 (MainBranch)	35	35	-3.5		Kênh mặt cắt chữ nhật
Kênh nhánh cấp 2 (1 đầu đóng - kênh cụt)	5, 10, 15	5	-1.5	7	Kênh mặt cắt chữ nhật



————— : MN triều đều “Dạng 1” ————— : MN triều đều “Dạng 2”

Hình 2 : Biểu đồ mực nước triều biến đổi đều “Dạng 1” và triều “Dạng 2”

b. Điều kiện tính toán

- Vùng chứa TPN quan tâm được giả thiết như Hình 1, là toàn bộ khối nước nằm trên kênh nhánh.

- Xác định điều kiện biên, điều kiện đầu cho biến TPN quan tâm như sau :

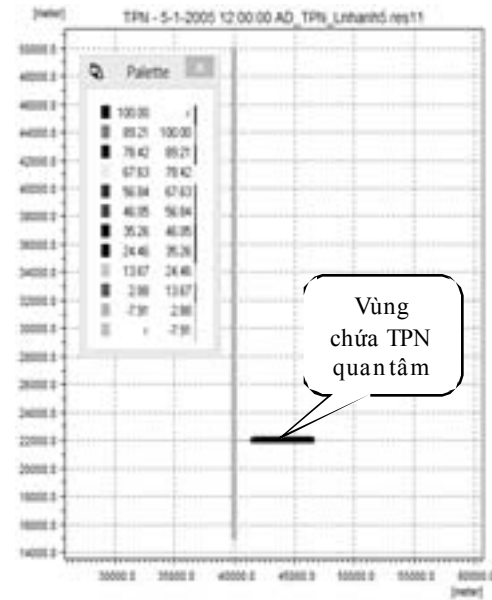
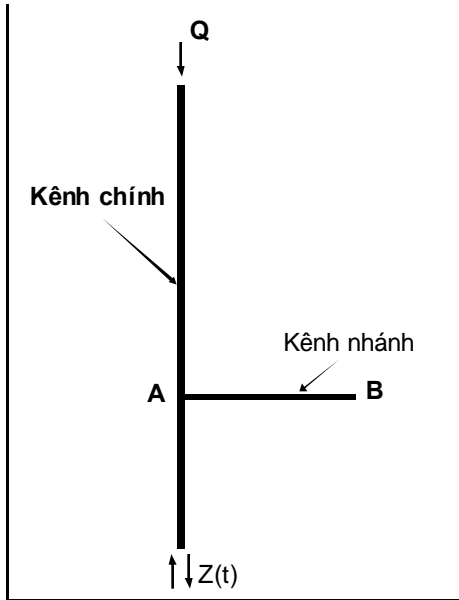
▪ Điều kiện biên (TPN quan tâm tại biên) : $P_b = 0$

▪ Điều kiện đầu : $P_d = 1$ (100%) (vùng chứa TPN quan tâm – kênh nhánh);

$P_d = 0$ (vùng không chứa TPN quan tâm – kênh chính).

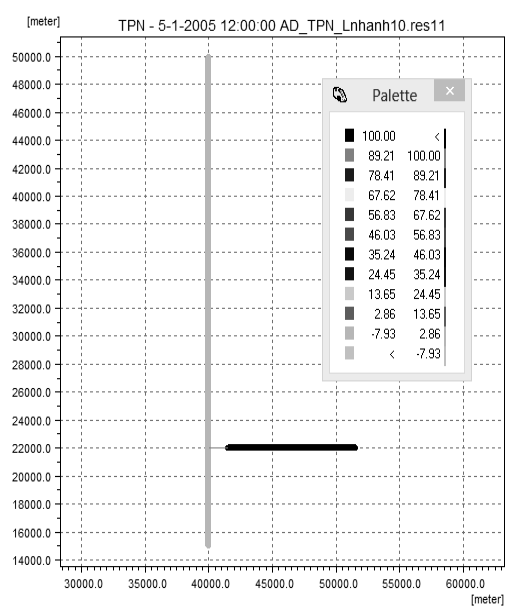
- Mô hình toán thủy lực sử dụng phần mềm MIKE11 đã được thiết lập cân chỉnh tốt. Tại thời điểm bắt đầu tính toán, tỷ lệ thể tích khối nước chứa TPN quan tâm trên kênh nhánh so với thể tích nước trong hệ thống khoảng 1,2% ($L_{nhánh} = 5\text{km}$), 2,4% ($L_{nhánh} = 10\text{km}$) và 3,5% ($L_{nhánh} = 15\text{km}$).

- Thời gian mô phỏng lan truyền TPN quan tâm bắt đầu từ 12 giờ ngày 5/1/2005.

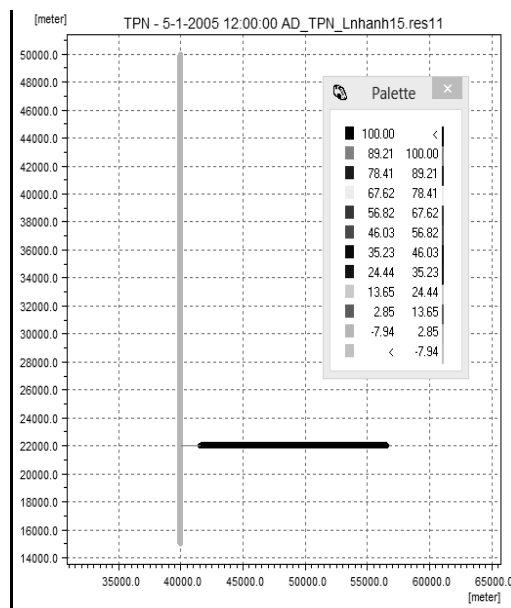


a). Sơ đồ kênh chính và kênh đơn 1 nhánh

b). $L_{nhánh} = 5 \text{ km}$



c). $L_{nhánh} = 10 \text{ km}$



d). $L_{nhánh} = 15 \text{ km}$

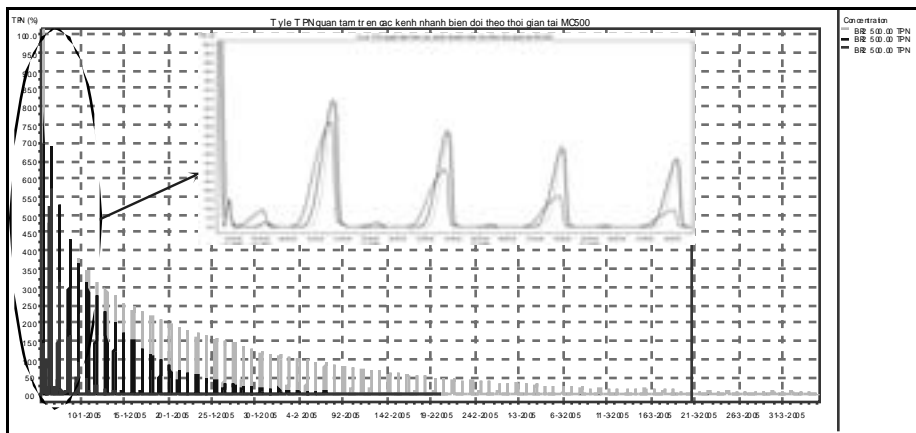
Hình 3: Sơ đồ hệ kênh dẫn vùng triều, các trường hợp chiều dài kênh nhánh chứa TPN quan tâm ban đầu trước khi lan truyền (màu đen)

c. Kết quả tính toán mô phỏng lan truyền TPN quan tâm trên các kênh nhánh

Kết quả tính toán mô phỏng được trình bày trong các Hình 4 đến 19, trị số trong hình là tỷ lệ TPN quan tâm, tính theo tỷ lệ % so

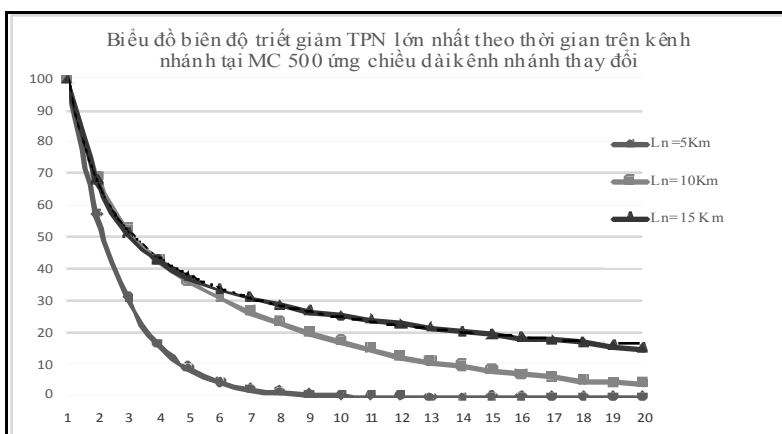
với toàn bộ thể tích khối nước chứa TPN quan tâm.

- Thay đổi TPN quan tâm trên các kênh nhánh ứng với triều biến đổi đều “Dạng 1” (biên độ lớn có dạng triều biến Đông)

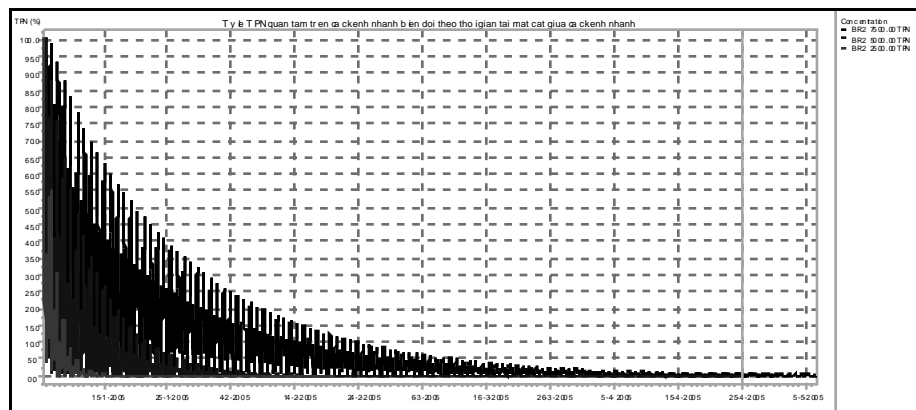


— : $L_{nhanh} = 15km$ — : $L_{nhanh} = 10km$ — : $L_{nhanh} = 5km$

Hình 4: Thay đổi tỷ lệ TPN quan tâm theo thời gian tại MC500 trên các kênh nhánh, xét với triều đều “Dạng 1”

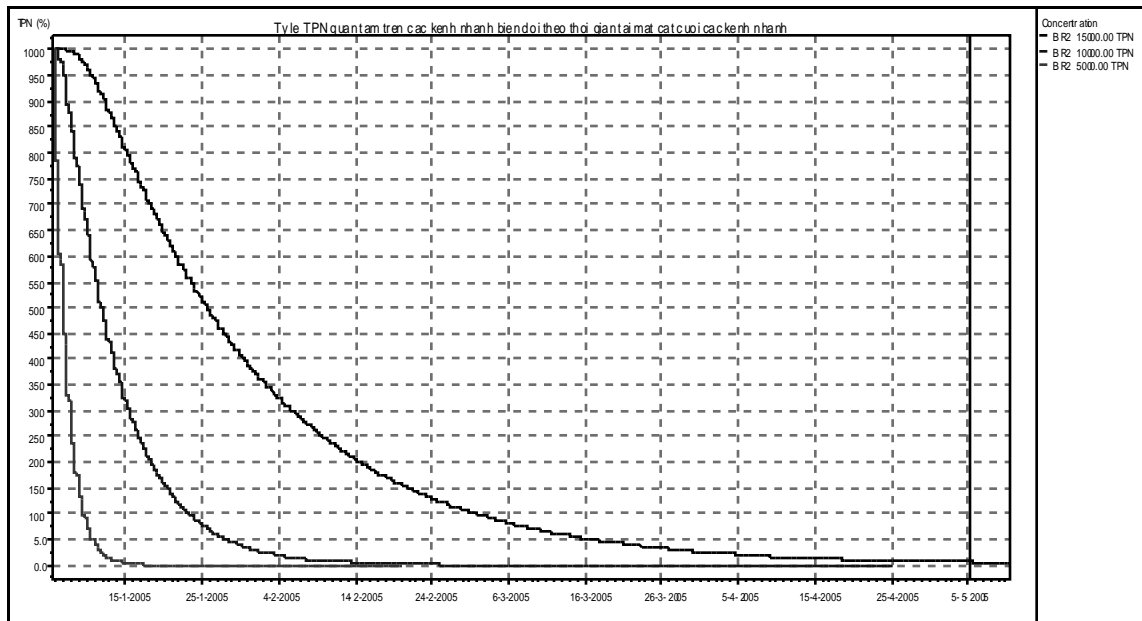


Hình 5: Biểu đồ thay đổi biên độ TPN lớn nhất theo thời gian tại MC500 trên 3 kênh nhánh, xét với triều đều “Dạng 1”



— : $L_{nhanh} = 15km$ — : $L_{nhanh} = 10km$ — : $L_{nhanh} = 5km$

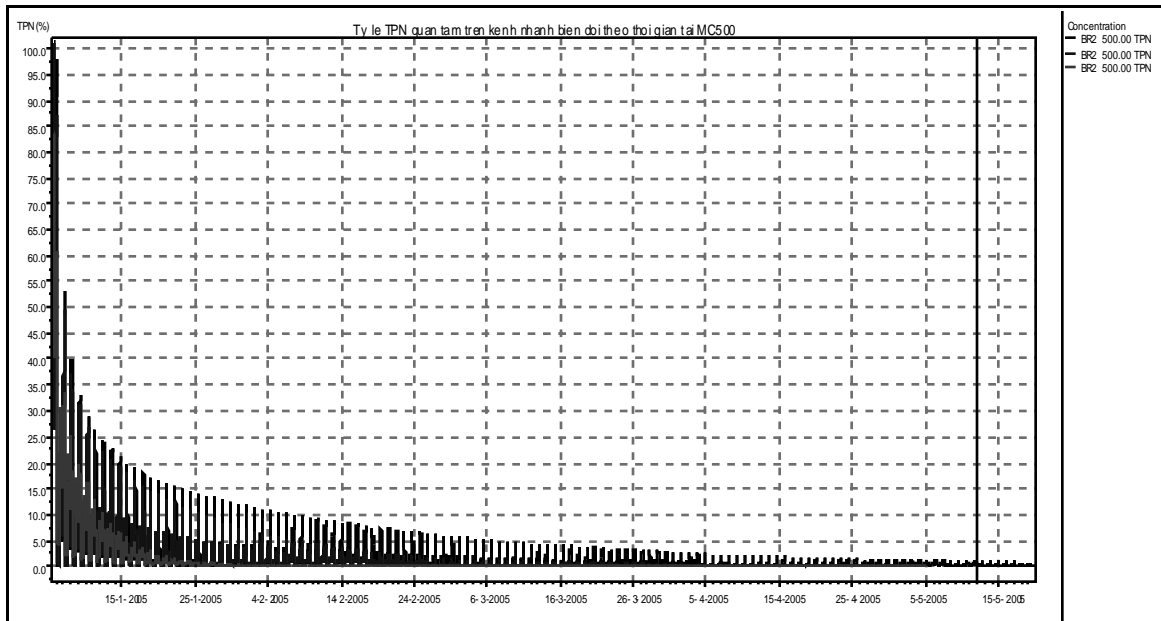
Hình 6: Thay đổi tỷ lệ TPN quan tâm theo thời gian tại vị trí giữa các kênh nhánh, xét với triều đều “Dạng 1”



————— : $L_{nhánh} = 15\text{km}$ ————— : $L_{nhánh} = 10\text{km}$ ————— : $L_{nhánh} = 5\text{km}$

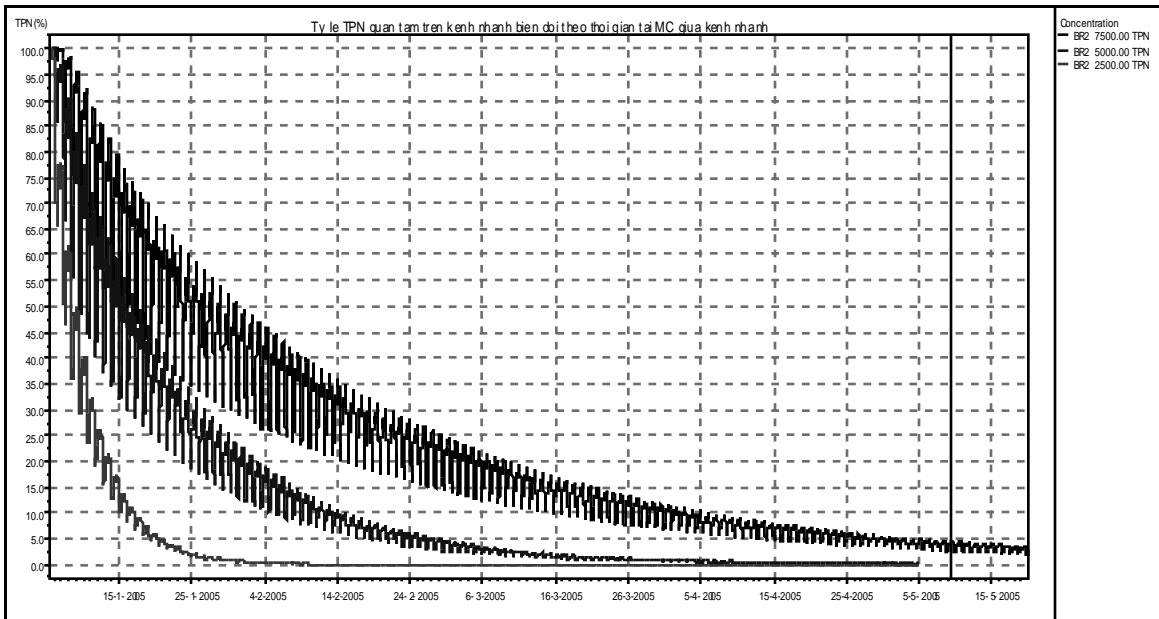
Hình 7: Thay đổi tỷ lệ TPN quan tâm theo thời gian tại vị trí cuối các kênh nhánh, xét với triều đều “Dạng 1”

- Thay đổi TPN quan tâm trên các kênh nhánh ứng với triều biến đổi đều “Dạng 2” (biên độ nhỏ có dạng giống biên độ triều biển Tây)



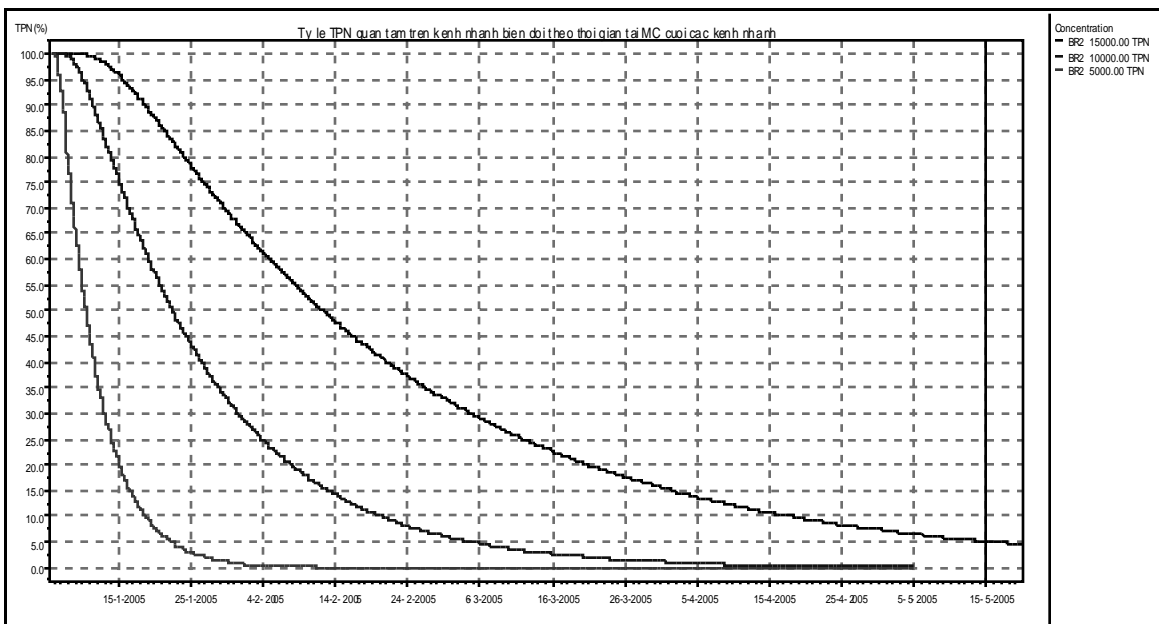
————— : $L_{nhánh} = 15\text{km}$ ————— : $L_{nhánh} = 10\text{km}$ ————— : $L_{nhánh} = 5\text{km}$

Hình 8: Thay đổi tỷ lệ TPN quan tâm theo thời gian tại MC500 trên các kênh nhánh, xét với triều đều “Dạng 2”



————— : $L_{nhánh} = 15\text{km}$ ————— : $L_{nhánh} = 10\text{km}$ ————— : $L_{nhánh} = 5\text{km}$

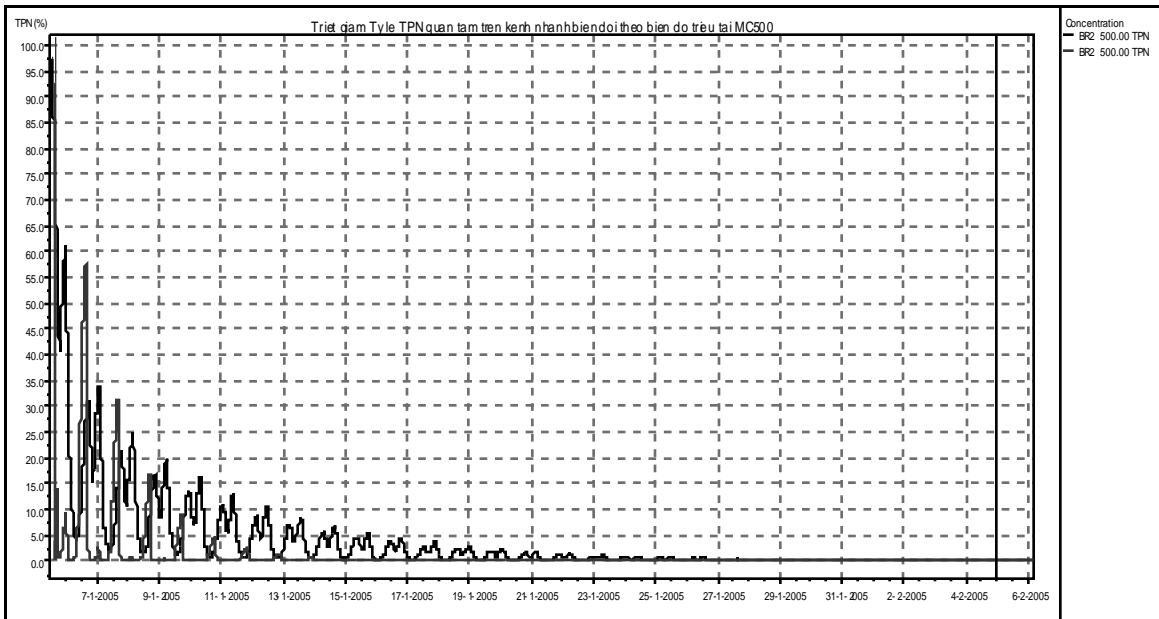
Hình 9: Thay đổi tỷ lệ TPN quan tâm theo thời gian tại vị trí giữa các kênh nhánh, xét với triều đều “Dạng 2”



————— : $L_{nhánh} = 15\text{km}$ ————— : $L_{nhánh} = 10\text{km}$ ————— : $L_{nhánh} = 5\text{km}$

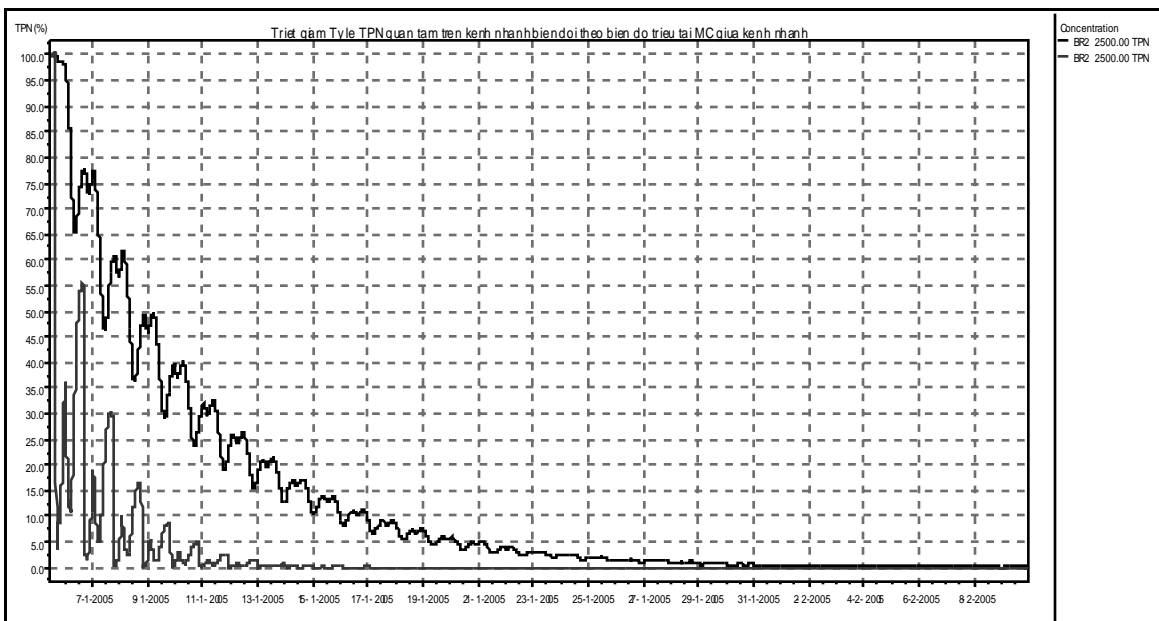
Hình 10: Thay đổi tỷ lệ TPN quan tâm theo thời gian tại vị trí cuối các kênh nhánh, xét với triều đều “Dạng 2”

- So sánh thay đổi tỷ lệ TPN quan tâm trên kênh nhánh xét với biên độ triều đều “Dạng 1” và “Dạng 2” (trường hợp $L_{nhánh} = 5\text{km}$)



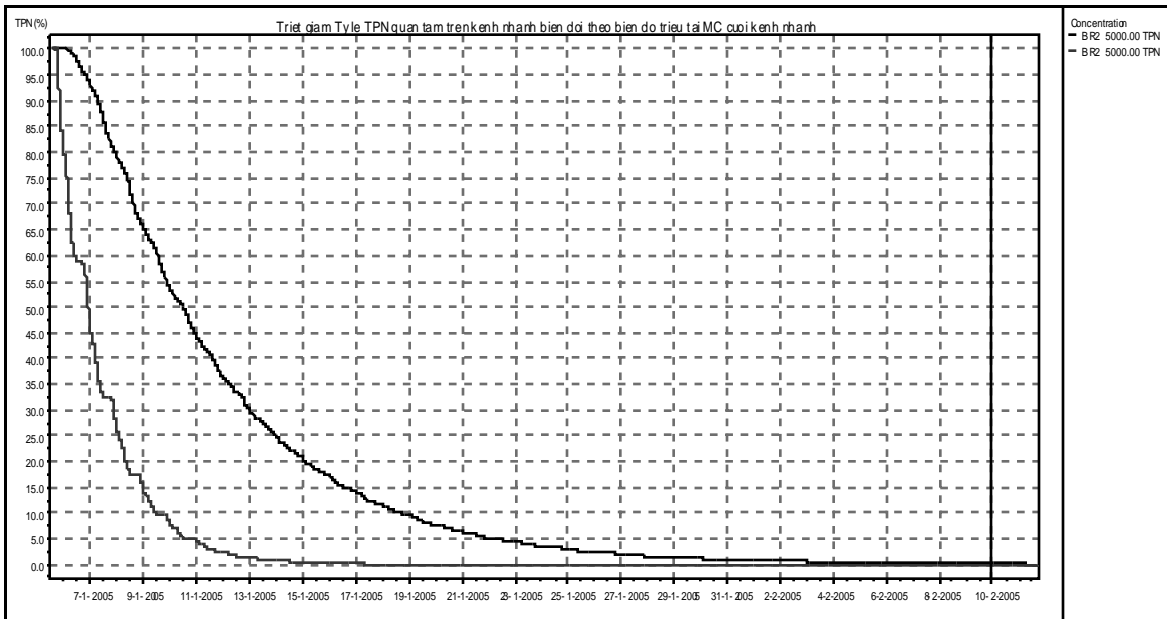
————— : TPN - triều đều “Dạng 1” - - - - - : TPN - triều đều “Dạng 2”

Hình 11: Thay đổi tỷ lệ TPN quan tâm theo thời gian tại MC500 trên kênh nhánh $L_{nhánh} = 5km$, xét với triều đều “Dạng 1” và “Dạng 2”



————— : TPN - triều đều “Dạng 1” - - - - - : TPN - triều đều “Dạng 2”

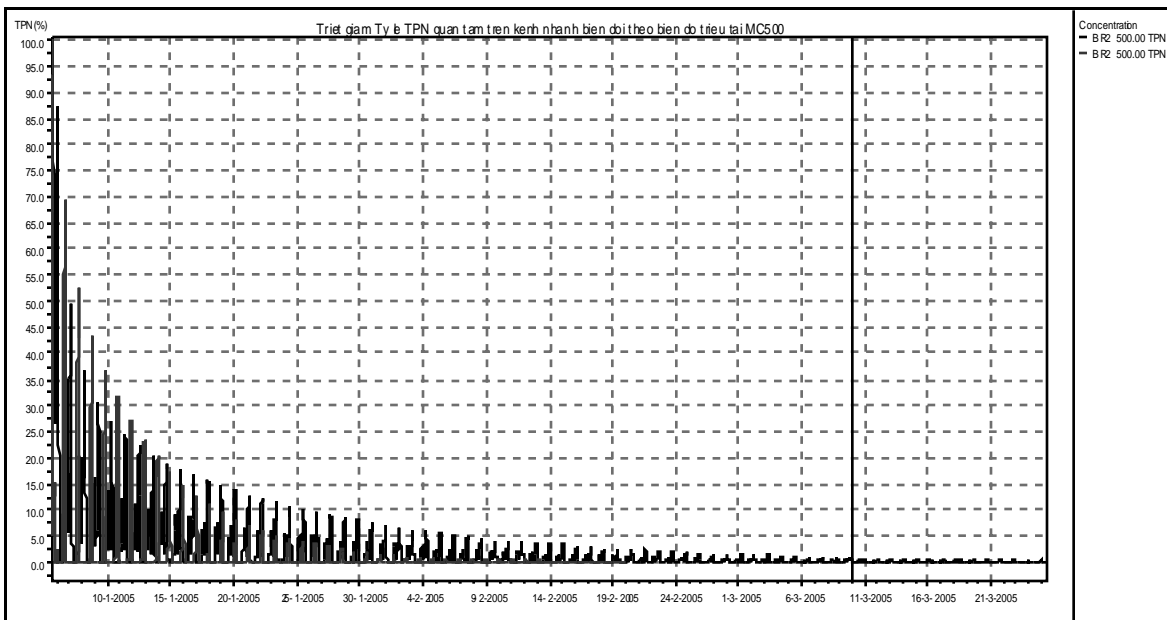
Hình 12: Thay đổi tỷ lệ TPN quan tâm theo thời gian tại vị trí giữa kênh nhánh $L_{nhánh} = 5km$, xét với triều đều “Dạng 1” và “Dạng 2”



————— : TPN - triều đều “Dạng 1” - - - - - : TPN - triều đều “Dạng 2”

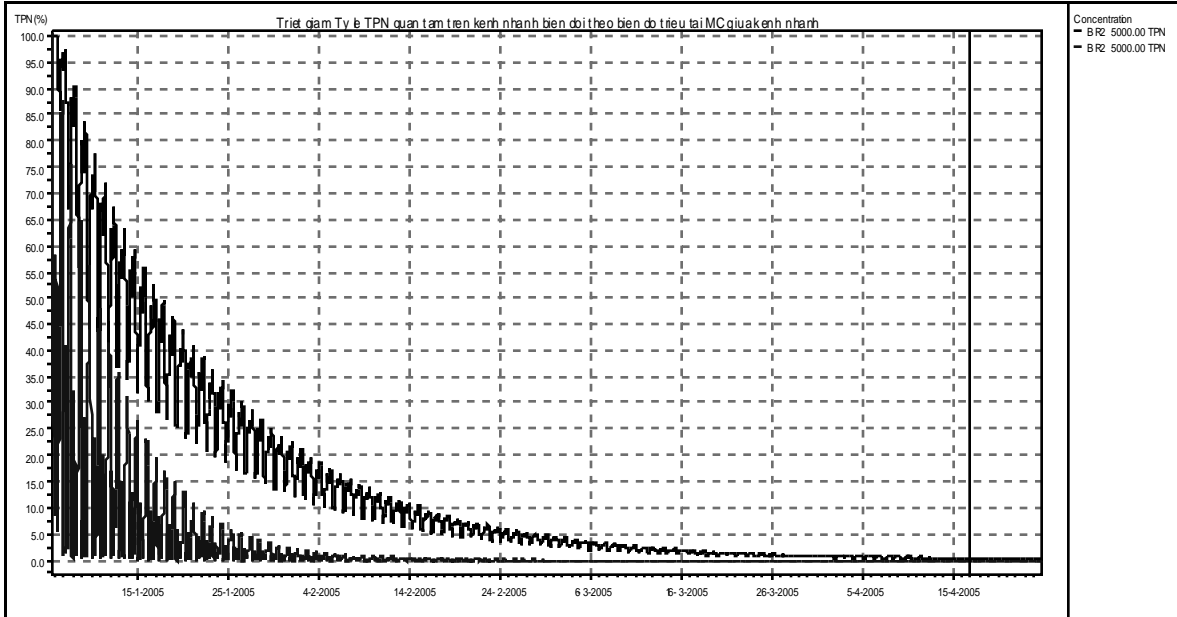
Hình 13: Thay đổi tỷ lệ TPN quan tâm theo thời gian tại vị trí cuối kênh nhánh $L_{nhánh} = 5km$, xét với triều đều “Dạng 1” và “Dạng 2”

- So sánh thay đổi tỷ lệ TPN quan tâm trên kênh nhánh xét với biên độ triều đều “Dạng 1” và “Dạng 2” (trường hợp $L_{nhánh} = 10km$)



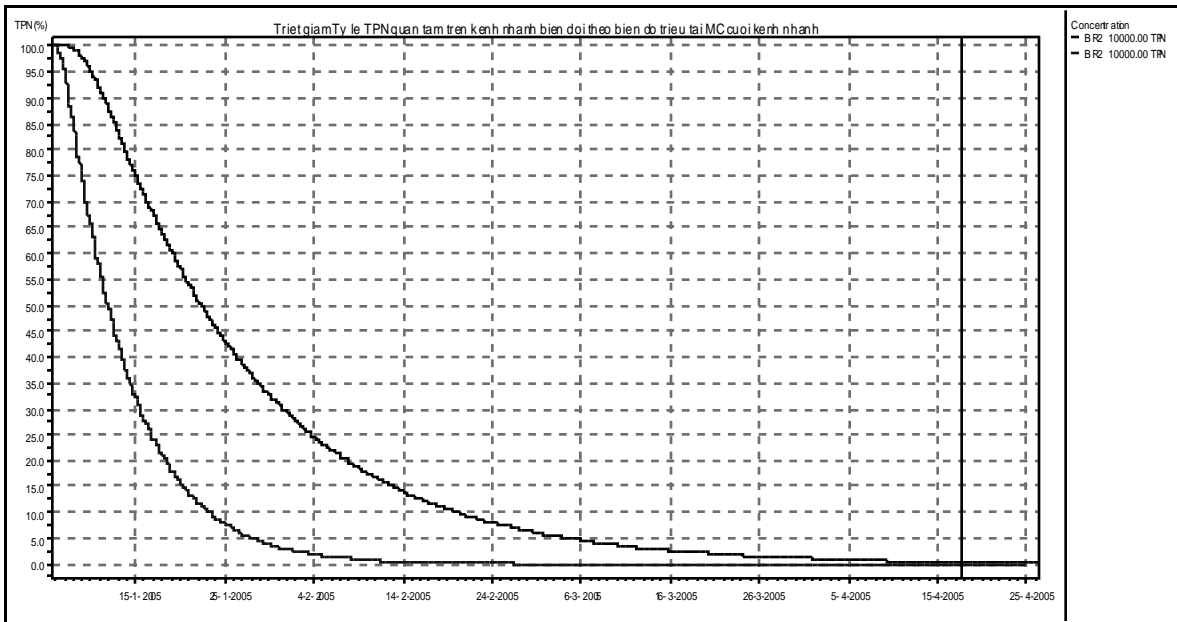
————— : TPN - triều đều “Dạng 1” - - - - - : TPN - triều đều “Dạng 2”

Hình 14: Thay đổi tỷ lệ TPN quan tâm theo thời gian tại MC500 trên kênh nhánh $L_{nhánh} = 10km$, xét với triều biến đổi đều “Dạng 1” và “Dạng 2”



————— : TPN - triều đều “Dạng 1” - - - - - : TPN - triều đều “Dạng 2”

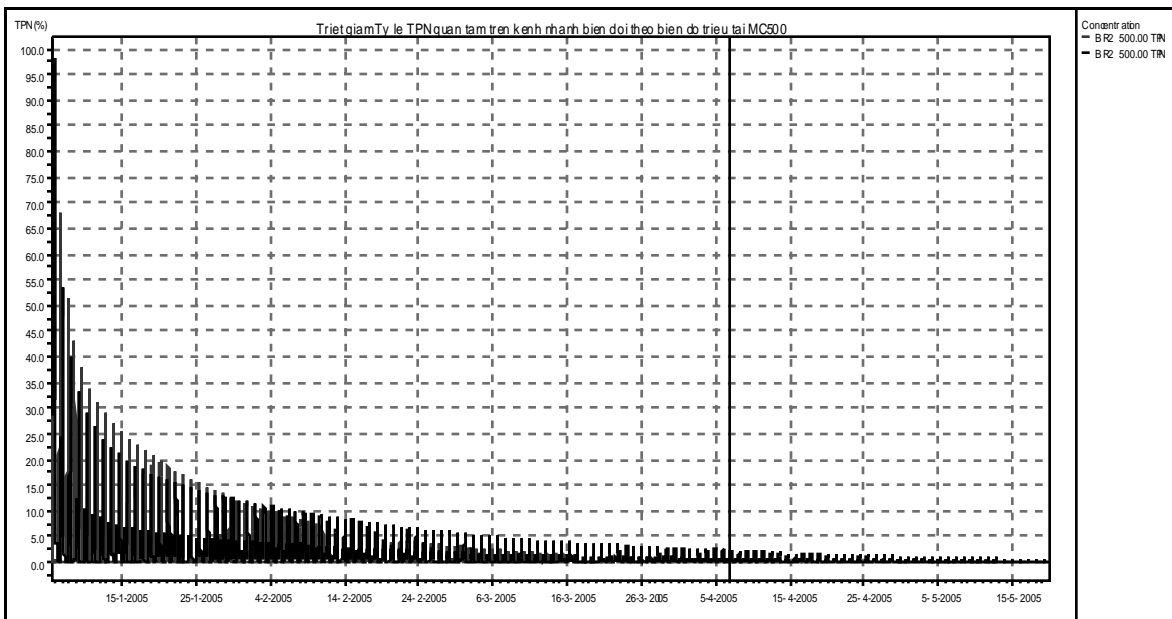
Hình 15: Thay đổi tỷ lệ TPN quan tâm theo thời gian tại vị trí giữa kênh nhánh $L_{nhánh} = 10km$, xét với triều biến đổi đều “Dạng 1” và “Dạng 2”



————— : TPN - triều đều “Dạng 1” - - - - - : TPN - triều đều “Dạng 2”

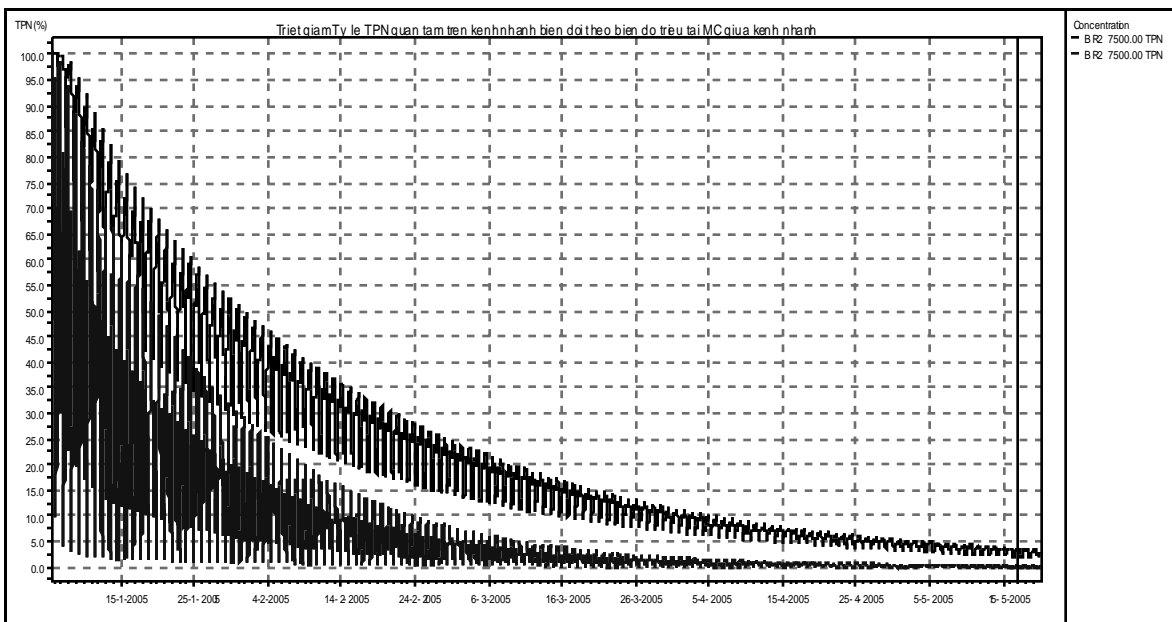
Hình 16: Thay đổi tỷ lệ TPN quan tâm theo thời gian tại vị trí cuối kênh nhánh $L_{nhánh} = 10km$, xét với triều biến đổi đều “Dạng 1” và “Dạng 2”

- So sánh thay đổi tỷ lệ TPN quan tâm trên kênh nhánh xét với biên độ triều biến đổi đều “Dạng 1” và “Dạng 2” (trường hợp $L_{nhánh} = 15km$)



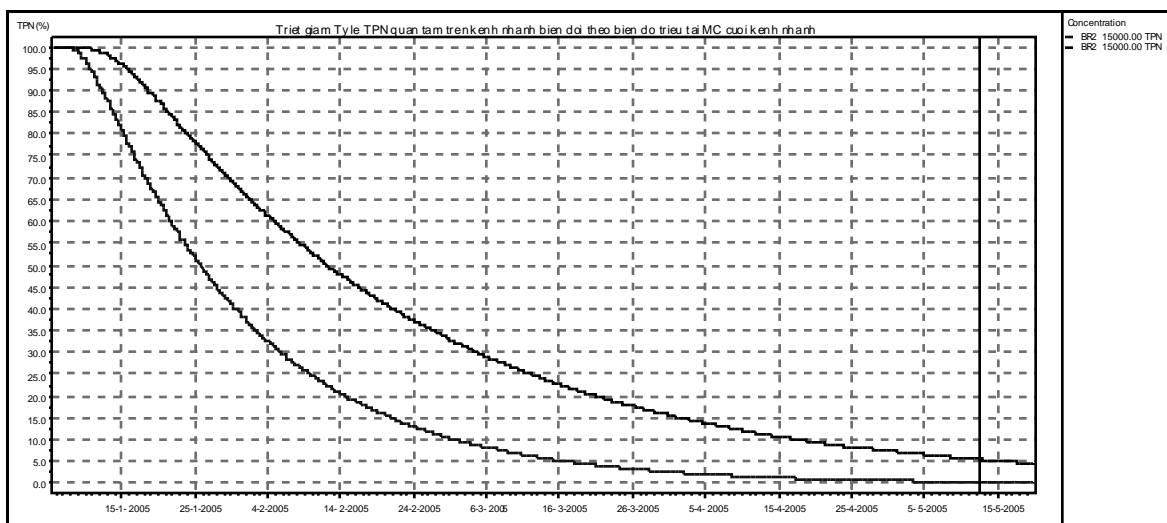
————— : TPN - triều đều “Dạng 1” - - - - - : TPN - triều đều “Dạng 2”

Hình 17: Thay đổi TPN quan tâm theo thời gian tại MC500 trên kênh nhánh $L_{nhánh} = 15km$



————— : TPN - triều đều “Dạng 1” - - - - - : TPN - triều đều “Dạng 2”

Hình 18: Thay đổi tỷ lệ TPN quan tâm theo thời gian tại vị trí giữa kênh nhánh $L_{nhánh} = 15km$ xét với triều biến đổi đều “Dạng 1” và “Dạng 2”



————— : TPN - triều đều “Dạng 1” - - - - - : TPN - triều đều “Dạng 2”

Hình 19: Thay đổi tỷ lệ TPN quan tâm theo thời gian tại vị trí cuối kênh nhánh
 $L_{nhánh} = 15\text{km}$ xét với triều biến đổi đều “Dạng 1” và “Dạng 2”

Nhận xét:

Từ kết quả tính toán mô phỏng ở trên, có thể rút ra một số nhận xét như sau

- Kênh nhánh có chiều dài ngắn thì tỷ lệ triệt giảm TPN nhanh hơn, chẳng hạn xét cụ thể trường hợp ứng với triều đều “Dạng 1” có biên độ giống triều biển Đông :

- Tại MC500 đại diện cho các vị trí phía đầu các kênh nhánh, xem Hình 4. Thời gian triệt giảm tỷ lệ TPN quan tâm trên kênh nhánh xuống còn 0,5% sẽ phải mất sau 8 ngày (đối với $L_{nhánh}=5\text{km}$); sau 30 ngày ($L_{nhánh}=10\text{km}$); sau 3 tháng ($L_{nhánh}=15\text{km}$).

- Tại vị trí giữa các kênh nhánh, thời gian triệt giảm tỷ lệ TPN quan tâm còn 0,5% (trường hợp $L_{nhánh}=5\text{km}$ - sau 10 ngày; $L_{nhánh}=10\text{km}$ - sau 40 ngày; $L_{nhánh}=15\text{km}$ - sau 4 tháng), xem Hình 6.

- Tại các vị trí cuối các kênh nhánh, thời gian triệt giảm tỷ lệ TPN quan tâm xuống còn 0,5% (trường hợp $L_{nhánh}=5\text{km}$ - phải mất sau 12 ngày; $L_{nhánh}=10\text{km}$ - sau 45 ngày; $L_{nhánh}=15\text{km}$ - sau 4,5 tháng), xem Hình 7.

- Triệt giảm TPN quan tâm theo thời gian tại các vị trí giữa kênh nhánh, sau 10 ngày mô phỏng ($L_{nhánh}=5\text{km}$ - TPN triệt giảm còn 0,5%; $L_{nhánh}=10\text{km}$ - TPN triệt giảm còn 26%; $L_{nhánh}=15\text{km}$ - TPN triệt giảm còn 63%), xem Hình 6.

- Kênh nhánh càng dài, mức độ triệt giảm TPN quan tâm trên kênh diễn ra càng chậm. Phía cuối kênh nhánh mức độ triệt giảm TPN quan tâm chậm hơn tại các vị trí đầu kênh.

- Dọc theo chiều dài kênh nhánh, mức độ triệt giảm tỷ lệ % “TPN quan tâm” ứng với biên triều biến đổi đều “Dạng 1” (biên độ lớn dạng triều biển Đông) nhanh hơn hẳn so với trường hợp triều đều “Dạng 2” (biên độ nhỏ dạng triều biển Tây). Điển hình như tại mặt cắt MC5000 giữa kênh nhánh $L_{nhánh}=10\text{km}$, thời gian triệt giảm tỷ lệ TPN quan tâm xuống còn 1% (triều đều “Dạng 1” phải mất sau 1 tháng, triều đều “Dạng 2” cần sau 3 tháng), xem Hình 15.

4. KẾT LUẬN

Kênh dẫn các vùng nuôi trồng thủy sản không nên thiết kế quá dài, kênh dài gây khó khăn trong việc thau rửa ô nhiễm phía trong kênh,

khả năng tiêu bệnh khi xảy ra là rất kém.

Quá trình trao đổi nước trong các kênh dẫn vùng ven biển Đông (tương ứng triều đều “Dạng 1”) nhanh hơn hẳn so với vùng ven biển Tây (triều đều “Dạng 2”), do vùng ven biển Đông có biên độ triều lớn, mức độ triết giảm TPN quan tâm diễn ra nhanh, quá trình thau rửa hệ thống tốt, đây là vùng có khả năng nuôi trồng thủy sản nước mặn, lợi rất thuận lợi.

Quá trình lan truyền “TPN quan tâm” trong kênh dẫn vùng triều xét với điều kiện chiều dài kênh thay đổi ứng với 2 trường hợp biên triều đều “Dạng 1” và “Dạng 2” cho thấy việc ứng dụng thành công lý thuyết lan truyền thành phần nguồn nước trong hệ thống để nghiên cứu các đặc tính, động thái của nguồn nước quan tâm vùng ven biển, đây là cơ sở quan trọng đảm bảo cho việc thiết kế quy hoạch hệ thống thủy lợi các vùng nuôi tôm hợp lý.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Huỳnh Chức (2012), “*Nghiên cứu cơ sở khoa học đánh giá và quản lý chất lượng nước các điểm nguồn cấp nước sinh hoạt trên sông Sài Gòn thuộc hệ thống sông Đồng Nai*”, Luận án Tiến sĩ kỹ thuật - Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam.
- [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, TP. Hồ Chí Minh.
- [3] 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 sĩ kỹ thuật - Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam.
- [4] Tăng Đức Thắng, Nguyễn Ân Niên (2012), “*Bài giảng lý thuyết lan truyền các thành phần nguồn nước trong hệ thống sông kênh*”, Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam.
- [5] Tăng Đức Thắng, Nguyễn Ân Niên (2004), “*Tính toán thành phần nguồn nước, những phát triển mới và mở rộng ứng dụng*”, *Tuyển tập kết quả KH&CN Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam năm 2003*, Nhà xuất bản Nông nghiệp.
- [6] Tăng Đức Thắng, Nguyễn Ân Niên, Nguyễn Đình Vượng, Nguyễn Đức Phong (2008), “*Một số vấn đề kỹ thuật khi thiết kế các hệ thống thủy lợi phục vụ nuôi trồng thủy sản ven biển*”, *Tuyển tập kết quả KH&CN Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam năm 2008*, Nhà xuất bản Nông nghiệp.
- [7] Tăng Đức Thắng (Chủ nhiệm, 2003-2005), Đề tài trọng điểm Bộ NN&PTNT: *Nghiên cứu các giải pháp khoa học công nghệ đánh giá và quản lý nguồn nước hệ thống thủy lợi có công ngăn mặn và đề xuất giải pháp khắc phục ô nhiễm ở Đồng bằng sông Cửu Long*, Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam, TP. Hồ Chí Minh.
- [8] Tăng Đức Thắng (Chủ nhiệm, 2009-2012), Đề tài Độc lập cấp Nhà nước: *Nghiên cứu giải pháp thủy lợi phục vụ phát triển bền vững vùng Bán đảo Cà Mau*, Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam, TP. Hồ Chí Minh.
- [9] MIKE11 (2011) – Users’ Guide (Hướng dẫn sử dụng).