

ỨNG DỤNG LÝ THUYẾT THÀNH PHẦN NGUỒN NƯỚC ĐỂ TÍNH TOÁN LAN TRUYỀN Ô NHIỄM TRONG KÊNH DẪN VÙNG TRIỀU XÉT VỚI CÁC TRƯỜNG HỢP KHOẢNG CÁCH KÊNH NHÁNH SO VỚI BIỂN

ThS. Nguyễn Đình Vượng

Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam

Tóm tắt: Bài viết này trình bày việc ứng dụng lý thuyết thành phần nguồn nước kết hợp với mô hình toán thủy lực chất lượng nước là phần mềm MIKE11 để mô phỏng thành phần nước ô nhiễm lan truyền trong kênh dẫn vùng triều, ví dụ tính toán được xem xét với các trường hợp vị trí/khoảng cách kênh nhánh (X_k) so với biển. Kết quả tính toán cho thấy quá trình triết giảm thành phần nước ô nhiễm phụ thuộc vào khoảng cách gần hay xa của kênh nhánh so với biển và có xét đến vai trò của biên độ triều biển Đông và triều biển Tây. Ứng dụng lý thuyết này cho thấy các kênh gần biển (X_k nhỏ) triết giảm TPN ô nhiễm nhanh hơn hẳn so với trường hợp các kênh xa biển (X_k lớn).

Từ khóa: Lý thuyết thành phần nguồn nước, lan truyền ô nhiễm, khoảng cách kênh so với biển - X_k , triều biển Đông, triều biển Tây.

Summary: This paper presents result of water sources component theory application combining with the computing tool as MIKE11 to modeling the transport of pollution water component (PWC) in canals in tide region. The computation example was considered cases of position/distance of branch canals (X_k) comparing with the Sea. The result showed that the reduction process of PWC belongs to the difference distance of the branch canals comparing with the Sea and having considered the role of tide amplitude for the East Sea and West Sea. The canal is more near the sea (X_k small) the reduction process of PWC is quicker comparing with the branch canal remote the sea.

Key words: Modelling transport of pollution water component, tide amplitude for the East Sea and West Sea, distance of canal comparing with Sea (X_k)

1. MỞ ĐẦU

Lý thuyết lan truyền các nguồn nước (còn gọi là Lý thuyết thành phần nguồn nước) đã được trình bày trong nhiều tài liệu [1],[2],[3]. Hiện nay lý thuyết này đang được ứng dụng để nghiên cứu rất hiệu quả trong thực tế nhiều vấn đề liên quan đến nguồn nước và môi trường. Việc áp dụng tính toán và phân tích nguồn nước đã cho thấy đây là công cụ rất mạnh, giải quyết được nhiều vấn đề mà ở các phương pháp truyền thống chưa đề cập.

Người phân biên: PGS.TS Lương Văn Thanh

Ngày nhận bài: 20/11/2014

Ngày thông qua phân biên: 15/12/2014

Ngày duyệt đăng 05/02/2015

Khi nghiên cứu đặc tính thủy động lực và môi trường kênh dẫn vùng triều, các thành phần nguồn nước (mặn, ngọt, ô nhiễm,...) được xem xét trong hệ thống phụ thuộc vào nhiều yếu tố khác nhau nhưng chủ yếu tập trung chính vào các yếu tố về điều kiện biên thủy lực và vị trí, quy mô kích thước kênh dẫn,... Bài báo xin giới hạn cụ thể ở việc ứng dụng lý thuyết thành phần nguồn nước để tính toán lan truyền ô nhiễm trong kênh vùng triều xét với các trường hợp vị trí, khoảng cách kênh nhánh so với biển (X_k khác nhau) và biên mực nước $Z(t)$ là triều biển đổi đều có dạng biên độ triều biển Đông và triều biển Tây.

2. PHƯƠNG TRÌNH LAN TRUYỀN

THÀNH PHẦN NƯỚC Ô NHIỄM

Hệ phương trình cơ bản lan truyền thành phần nước (TPN) ô nhiễm bao gồm các phương trình thủy lực (phương trình liên tục và phương trình chuyển động của toàn dòng) và phương trình bảo tồn TPN ô nhiễm, xem [2],[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 TPN ô nhiễm) với các điều kiện hạn chế:

$$\sum_{i=1}^n p_i = 1 \quad (4)$$

$$0 \leq p_i \leq 1 \quad (5)$$

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;

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

a) 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.

b) Cách giải, các công cụ tính toán:

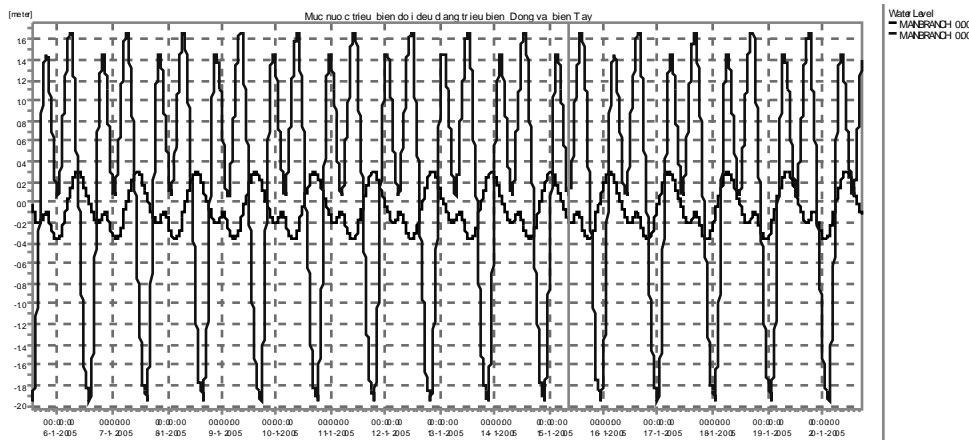
- Giải như phương trình tuyến tính thông thường

- Sử dụng các phần mềm tính toán truyền chất để giải (MIKE, SAL, KOD,...).

3. TRƯỜNG HỢP TÍNH 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 2a.

Giả thiết quy mô kích thước hệ kênh là hằng số, các thông số thủy lực biên trên Q là hằng số, biên dưới mực nước $Z(t)$ là triều đều có dạng biên độ triều biển Đông và triều biển Tây,[4], xem Hình 1, Bảng 1 và 2. Lựa chọn $X_k = 3,5; 7; 10,5$ km (trong đó $L_{kênh chính} = 35$ km) là các khoảng cách vị trí kênh nhánh so với biển để xem xét diễn biến tỷ lệ TPN ô nhiễm lan truyền trên hệ kênh. Tại thời điểm bắt đầu tính toán, tỷ lệ thể tích khối nước chứa TPN ô nhiễm so với thể tích nước trong hệ thống khoảng 2,4%. Xem Hình 2b,c,d.



————— : MN triều đều có dạng triều biển Tây - - - - - : MN triều đều có dạng triều biển Đông

Hình 1: Biểu đồ mực nước triều biến đổi đều có dạng biên độ triều biển Đông và biển Tây

Bảng 1: Thông số về quy mô kích thước kênh và vị trí kênh nhánh so với biển

Công trình	L (km)	B (m)	Z đáy (m)	Khoảng cách kênh nhánh so với biển X_k (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)	10	5	-1.5	3,5; 7; 10,5	Kênh mặt cắt chữ nhật

Bảng 2: Điều kiện biên về thủy lực

Biên	Giá trị	Ghi chú
$Q (=const)$	$5 \text{ m}^3/\text{s}$	
Mực nước (triều biển)	Triều đều biên độ dạng triều biển Đông và triều biển Tây	

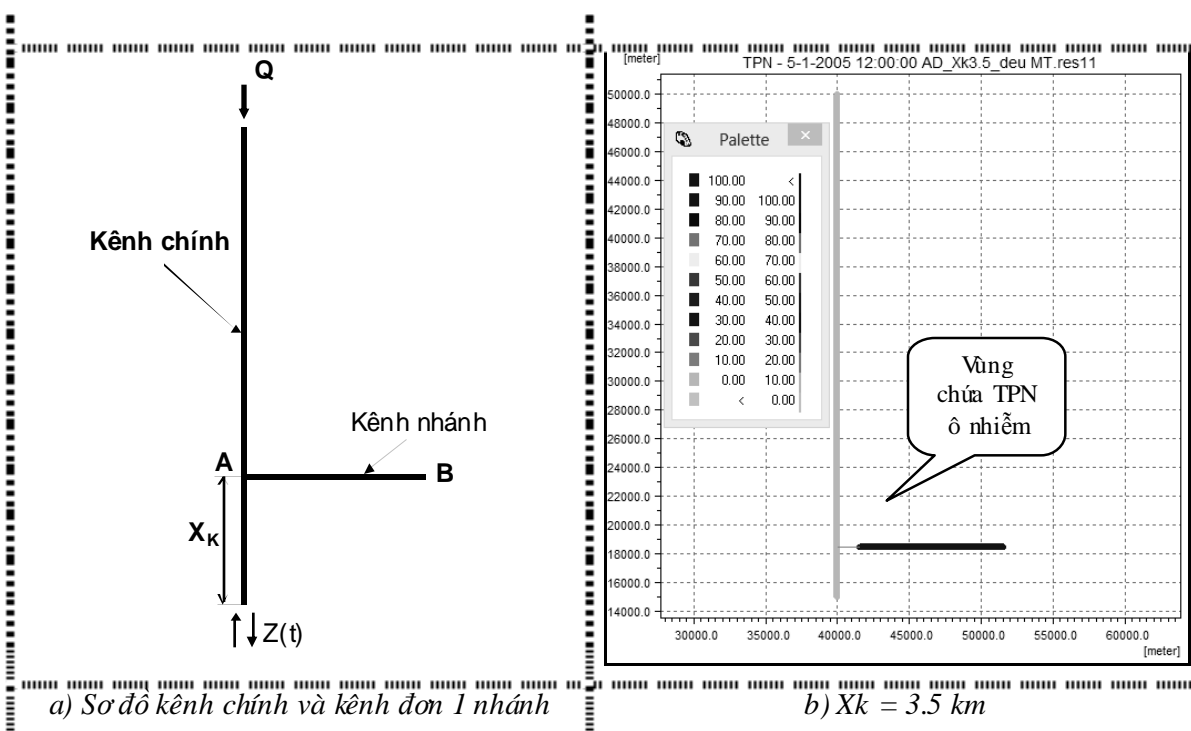
- Vùng chứa TPN ô nhiễm được giả thiết như Hình 2b, coi tất cả khối nước nằm trên kênh nhánh là 1 TPN ô nhiễm vì vậy trong lý thuyết TPN xét ở trường hợp bài toán này tương ứng với điều kiện ban đầu là 100% (chỉ có TPN ô nhiễm).

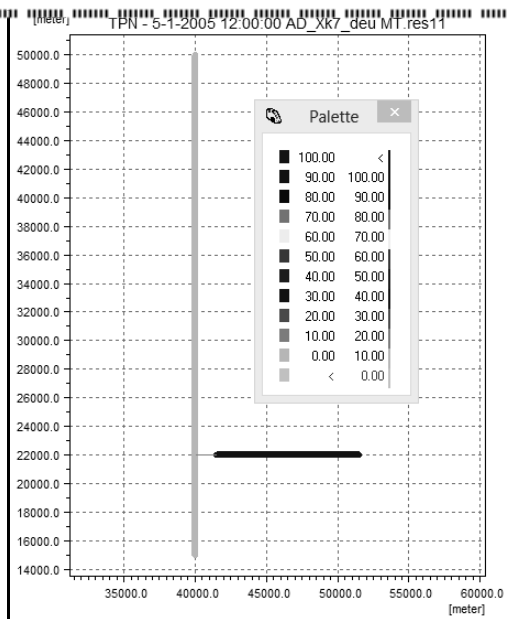
- Xác định điều kiện biên, điều kiện đầu cho biên TPN ô nhiễm như sau:

▪ Điều kiện biên (TPN ô nhiễm tại biên): $P_b = 0$

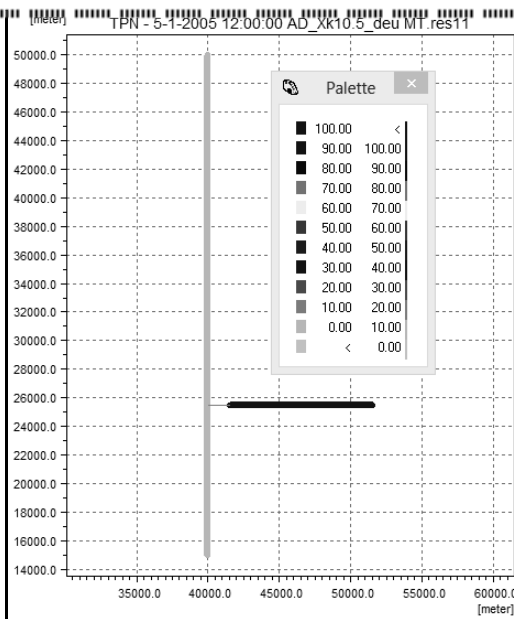
▪ Điều kiện đầu : $P_d = 1$ (vùng chứa TPN ô nhiễm – kênh nhánh); $P_d = 0$ (vùng không chứa TPN ô nhiễm – kênh chính).

- Thời gian mô phỏng tính toán lan truyền TPN ô nhiễm bắt đầu từ 12 giờ ngày 5/1/2005.





c) $X_k = 7 \text{ km}$



d) $X_k = 10.5 \text{ km}$

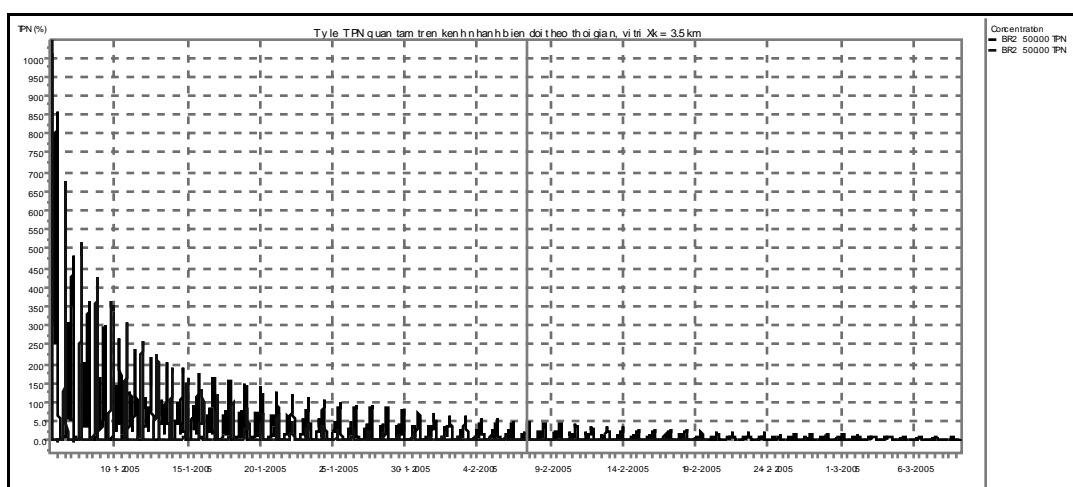
Hình 2: Sơ đồ đơn giản một hệ kênh dẫn vùng triều ứng với các vị trí kênh nhánh so với biển chứa TPN ô nhiễm ban đầu trước khi lan truyền (màu đen)

4. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ NHẬN XÉT

Bài này ứng dụng lý thuyết lan truyền các thành phần nguồn nước kết hợp với phần mềm MIKE11,[5] để tính toán mô phỏng lan truyền TPN ô nhiễm trong kênh dẫn vùng triều. Kết quả mô phỏng lan truyền TPN ô nhiễm trên kênh nhánh tại một số mặt cắt điển hình ứng

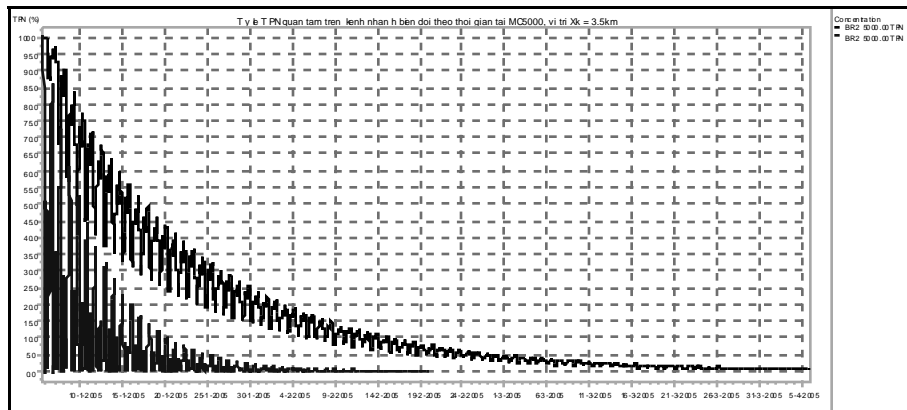
với triều đều có dạng biên độ triều biển Đông và triều biển Tây được trình bày từ các Hình 3 đến 11.

a. Sự thay đổi tỷ lệ TPN ô nhiễm trên kênh nhánh xét với vị trí khoảng cách kênh nhánh so với biển $X_k = 3.5 \text{ km}$ ứng với triều đều có dạng triều biển Đông và biển Tây.



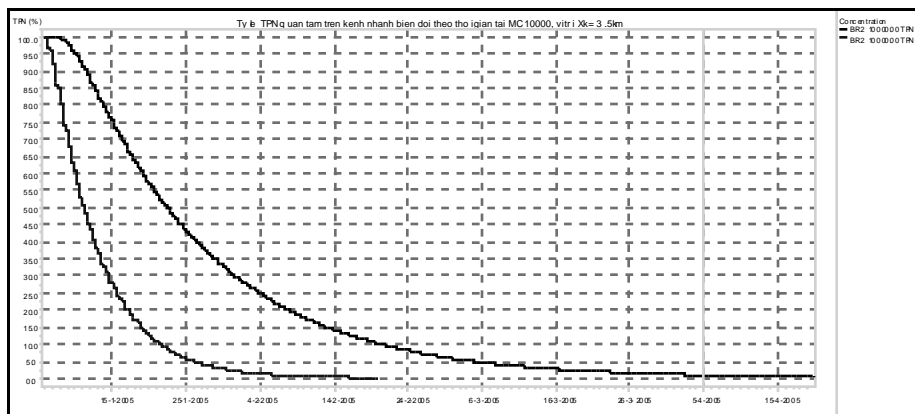
—————: TPN - triều đều biển Tây - - - - -: TPN - triều đều biển Đông

Hình 3: Thay đổi TPN ô nhiễm trên kênh nhánh theo thời gian tại MC500, vị trí $X_k = 3.5 \text{ km}$



————— : TPN - triều đều biển Tây - - - - - : TPN - triều đều biển Đông

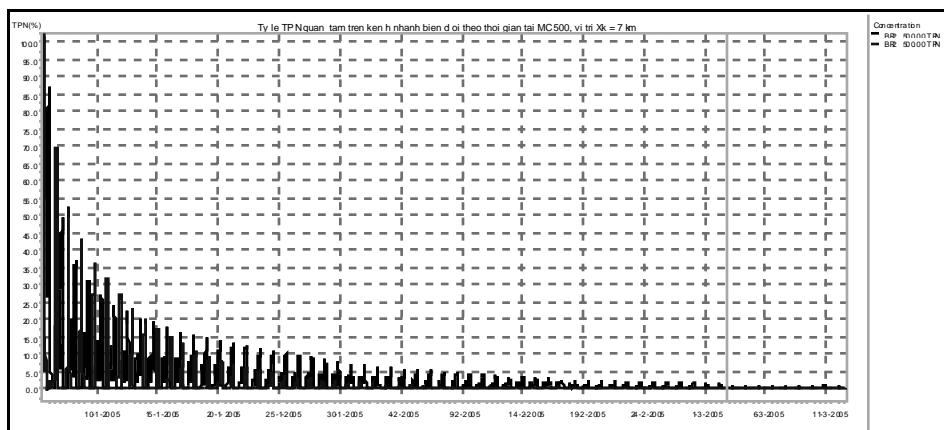
Hình 4: Thay đổi TPN ô nhiễm theo thời gian tại MC5000 điểm giữa kênh nhánh, vị trí $X_k = 3.5\text{km}$



————— : TPN - triều đều biển Tây - - - - - : TPN - triều đều biển Đông

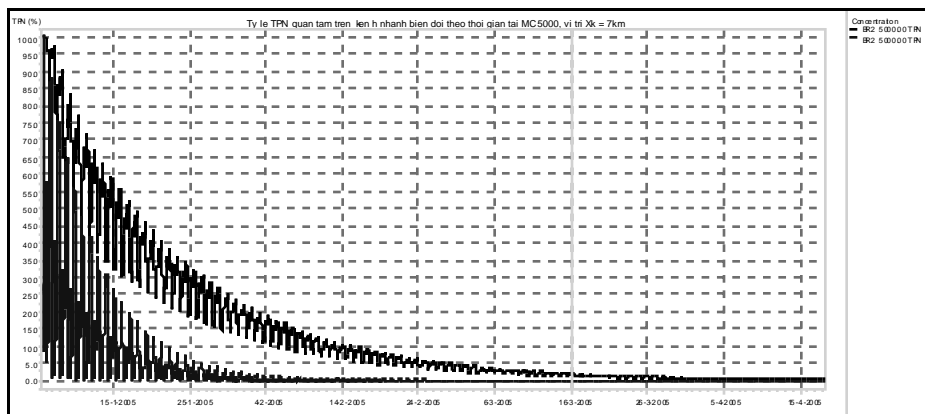
Hình 5: Thay đổi TPN ô nhiễm theo thời gian tại MC10000 cuối kênh nhánh, vị trí $X_k = 3.5\text{km}$

b. Sự thay đổi tỷ lệ TPN ô nhiễm trên kênh nhánh xét với vị trí khoảng cách kênh so với biển $X_k = 7\text{km}$, ứng với triều đều có dạng triều biển Đông và biển Tây.



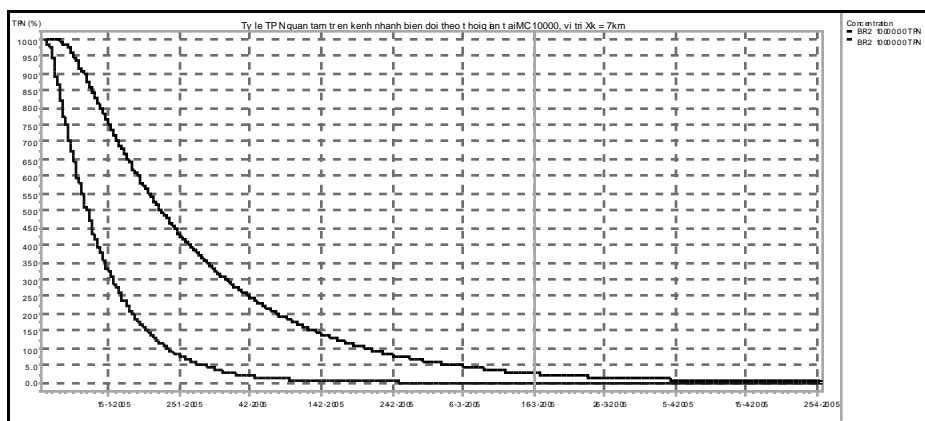
————— : TPN - triều đều biển Tây - - - - - : TPN - triều đều biển Đông

Hình 6: Thay đổi TPN ô nhiễm trên kênh nhánh theo thời gian tại MC500, vị trí $X_k = 7\text{km}$



—————: TPN - triều đều biển Tây —————: TPN - triều đều biển Đông

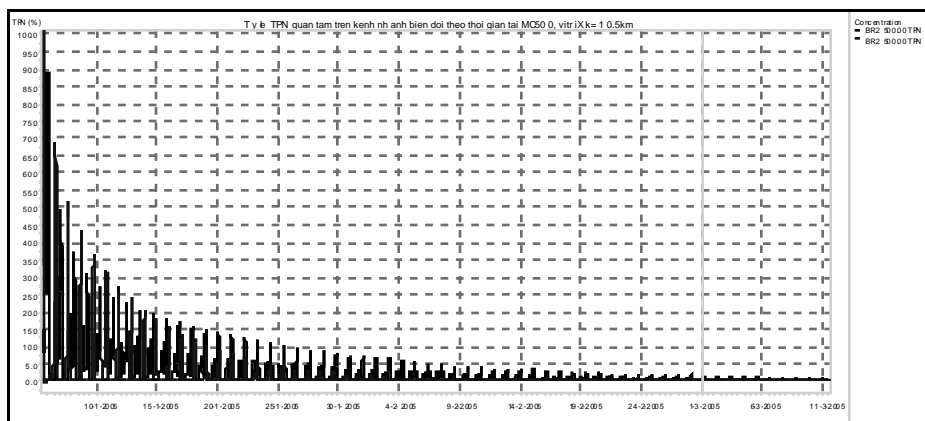
Hình 7: Thay đổi TPN ô nhiễm theo thời gian tại MC5000 giữa kênh nhánh, vị trí $X_k = 7km$



—————: TPN - triều đều biển Tây —————: TPN - triều đều biển Đông

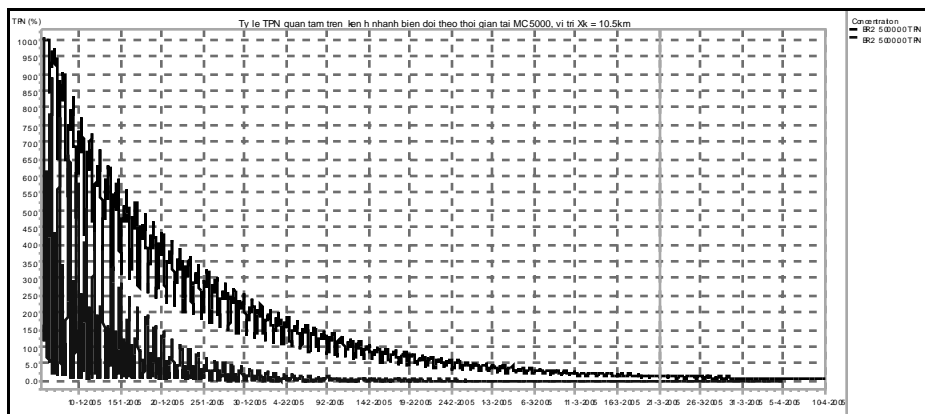
Hình 8: Thay đổi tỷ lệ TPN ô nhiễm theo thời gian tại MC10000 cuối kênh nhánh, xét với vị trí $X_k = 7km$

c. Sự thay đổi tỷ lệ TPN ô nhiễm trên kênh nhánh ứng với vị trí khoảng cách kênh so với biển $X_k = 10,5km$, xét triều đều có dạng triều biển Đông và biển Tây



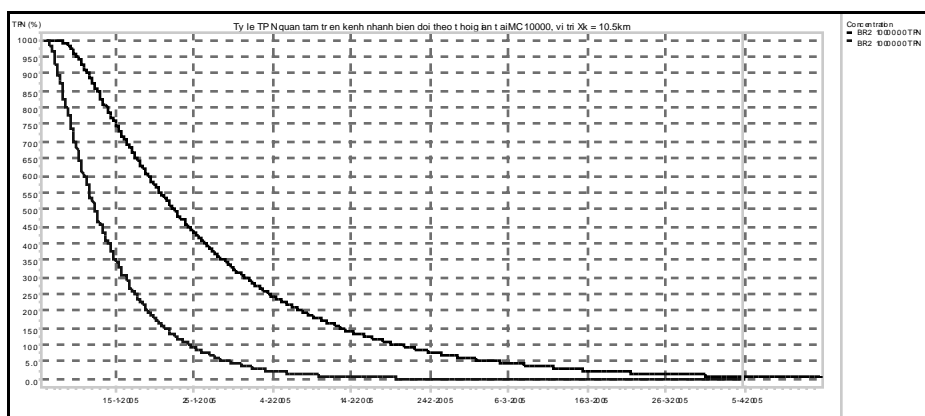
—————: TPN - triều đều biển Tây —————: TPN - triều đều biển Đông

Hình 9: Thay đổi TPN ô nhiễm trên kênh nhánh theo thời gian tại MC500, $X_k = 10,5km$



—: TPN - triều đều biển Tây —: TPN - triều đều biển Đông

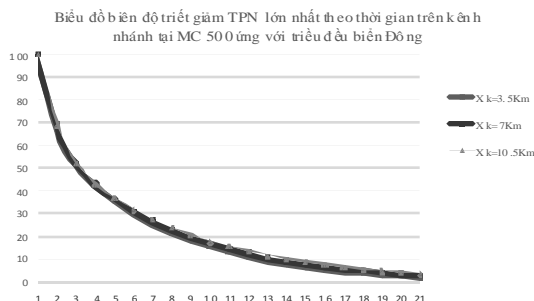
Hình 10: Tỷ lệ triệt giảm TPN ô nhiễm theo thời gian tại MC5000 giữa kênh nhánh, vị trí $X_k = 10,5\text{km}$ (triều đều biển Tây – tỷ lệ TPN màu đen, triều đều biển Đông – màu xanh)



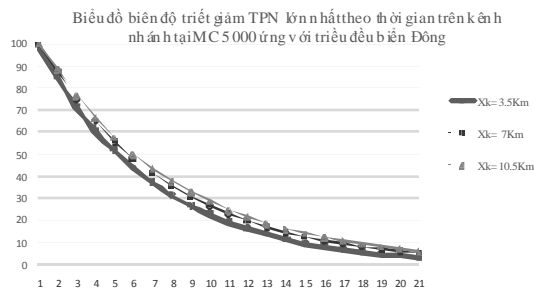
—: TPN - triều đều biển Tây —: TPN - triều đều biển Đông

Hình 11: Tỷ lệ triệt giảm TPN ô nhiễm theo thời gian tại MC10000 cuối kênh nhánh, vị trí $X_k = 10,5\text{km}$ (triều đều biển Tây – tỷ lệ TPN màu đen, triều đều biển Đông – màu xanh)

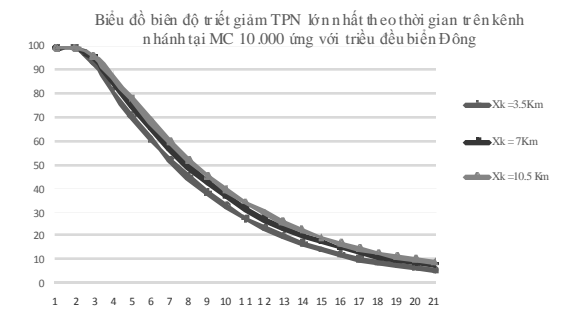
d. So sánh quá trình triệt giảm biên độ TPN ô nhiễm lớn nhất dọc theo kênh nhánh xét đồng thời $X_k = 3.5\text{km}; 7\text{km}; 10.5\text{km}$, ứng với triều đều dạng biển Đông



Hình 12: Biểu đồ biên độ triệt giảm TPN lớn nhất theo thời gian trên kênh nhánh tại MC500 ứng với triều đều dạng triều biển Đông, với X_k thay đổi

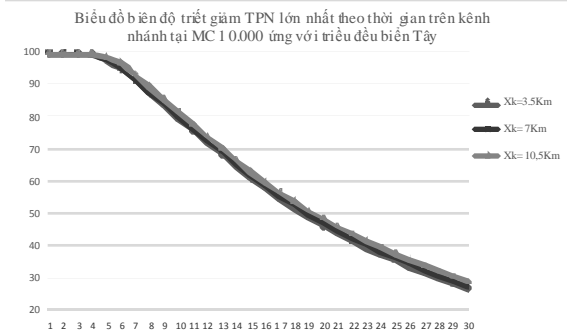


Hình 13: Biểu đồ biên độ triệt giảm TPN lớn nhất theo thời gian tại MC5000 giữa kênh nhánh ứng với triều đều dạng triều biển Đông, với X_k thay đổi



Hình 14: Biểu đồ biên độ triết giảm TPN lớn nhất theo thời gian tại MC10000 cuối kênh nhánh ứng với triều đều dạng triều biển Đông, Xk thay đổi

e. So sánh sự thay đổi, triết giảm biên độ TPN ô nhiễm lớn nhất dọc theo kênh nhánh xét đồng thời Xk = 3.5km; 7km; 10.5km, ứng với triều đều biển Tây



Hình 17: Biểu đồ biên độ triết giảm TPN lớn nhất theo thời gian tại MC10000 cuối kênh nhánh ứng với triều đều dạng triều biển Đông, Xk thay đổi

Một số nhận xét:

- Khoảng cách Xk lớn (kênh nhánh đặt xa biển), quá trình thay đổi/triệt giảm TPN ô nhiễm trên kênh diễn ra rất chậm. Kênh nhánh ở vị trí cách xa so với biển có mức độ triết giảm TPN ô nhiễm trên kênh diễn ra chậm hơn so với kênh gần phía biển.

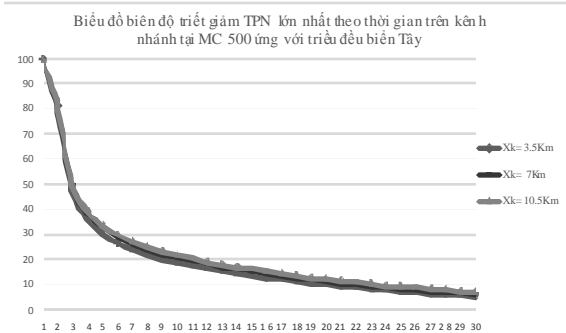
- Xét với triều đều dạng triều biển Đông, ứng với các vị trí Xk khác nhau:

- Tại những vị trí đầu kênh nhánh giáp phía kênh chính (MC500) của các trường hợp kênh gần và xa biển thì mức độ triết giảm tỷ lệ TPN ô nhiễm là tương đương nhau, xem Hình 12.

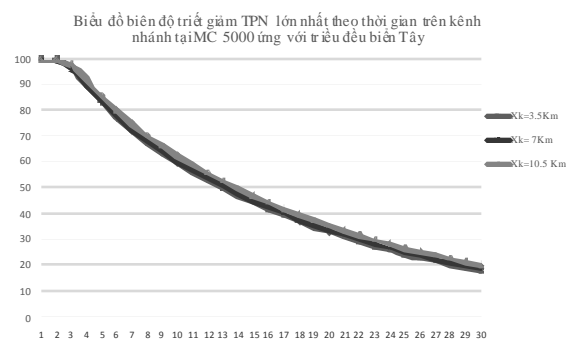
- Tại các vị trí giữa và cuối kênh nhánh: Các kênh gần biển (Xk nhỏ) triết giảm TPN ô nhiễm nhanh hơn hẳn so với trường hợp các kênh xa biển (Xk lớn). Tốc độ triết giảm TPN ở các vị trí kênh nhánh này khác nhau rõ rệt, cho thấy ảnh hưởng khá rõ của triều biển Đông đến từng khoảng cách kênh nhánh so với biển. Xem Hình 13, 14.

- Xét với triều đều dạng triều biển Tây, ứng với các vị trí Xk khác nhau:

- Tại các vị trí đầu kênh nhánh gần với kênh chính (MC500), quá trình triết giảm TPN ô nhiễm diễn ra tương đương nhau, tuy nhiên kênh gần phía biển (Xk=3,5km) vẫn có xu hướng triết giảm TPN nhanh hơn, xem Hình 15.



Hình 15: Biểu đồ biên độ triết giảm TPN lớn nhất theo thời gian tại MC500 gần phía đầu kênh nhánh ứng với triều đều dạng triều biển Tây, Xk thay đổi



Hình 16: Biểu đồ biên độ triết giảm TPN lớn nhất theo thời gian tại MC5000 giữa kênh nhánh ứng với triều đều dạng triều biển Tây, Xk thay đổi

▪ Tại các vị trí giữa và cuối kênh : Triết giảm TPN ô nhiễm diễn ra chậm như nhau ở các vị trí khoảng cách kênh gần hay xa biển, tốc độ triết giảm TPN không khác biệt nhau nhiều. Xem Hình 16, 17.

- Vai trò của triều biển Đông và biển Tây có tác động rất lớn đến quá trình triết giảm tỷ lệ TPN trong các trường hợp kênh nhánh gần và xa biển. Triều đều dạng triều biển Tây biên độ thấp có mức độ triết giảm tỷ lệ TPN ô nhiễm chậm hơn rất nhiều so với triều biển Đông, quá trình triết giảm TPN ô nhiễm mất nhiều thời gian hơn.

- Ngoài phía đầu kênh nhánh (gấp kênh chính) triết giảm TPN ô nhiễm nhanh hơn, càng vào phía trong kênh triết giảm càng

chậm, đặc biệt đối với các đầu kênh cụt.

5. KẾT LUẬN

Vị trí các kênh gần biển có quá trình trao đổi nước nhanh hơn các kênh phía trong nội đồng. Đây là điều kiện thuận lợi để bố trí kênh cấp thoát vùng nuôi trồng thủy sản, kênh dẫn các vùng nuôi trồng thủy sản nếu đặt ở quá sâu trong nội đồng, xa vùng cửa sông, ven biển sẽ rất khó khăn trong việc thau rửa ô nhiễm.

Kênh gần vùng ven biển Đông có quá trình trao đổi nước nhanh hơn hẳn vùng ven biển Tây, khả năng tự làm sạch nhanh, thau rửa ô nhiễm tốt hơn. Nên có chiến lược phát triển nuôi trồng thủy sản nước mặn lợ nhằm khai thác bền vững các bãi đất ven biển Đông đầy tiềm năng này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] 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.
- [2] 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.
- [3] 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 2008*, Nhà xuất bản Nông nghiệp.
- [4] Nguyễn Đình Vượng (2014), “Nghiên cứu quá trình lan truyền nguồn nước trong kênh dẫn vùng triều (trường hợp xét với điều kiện chiều dài kênh thay đổi)”, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy lợi, Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam*, số 23, 10/2014
- [5] MIKE11 (2011) – Users’ Guide (Hướng dẫn sử dụng).