

NGHIÊN CỨU VẬN ĐỘNG KHỐI NƯỚC Ô NHIỄM TRONG KÊNH VÙNG TRIỀU ỨNG VỚI TRƯỜNG HỢP THAY ĐỔI LƯU LƯỢNG NGUỒN VÀ VỊ TRÍ ĐẶT KÊNH

ThS. Nguyễn Đình Vượng
Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam

Bài này trình bày kết quả tính toán mô phỏng quá trình vận động khối nước ô nhiễm trong kênh vùng triều thông qua việc ứng dụng lý thuyết thành phần nguồn nước và sử dụng mô hình toán MIKE11, xét với điều kiện thay đổi lưu lượng nguồn và vị trí khoảng cách kênh chứa thành phần nước ô nhiễm so với biển. Kết quả tính toán cho thấy rằng lưu lượng nguồn đóng vai trò quan trọng trong quá trình triết giảm thành phần nước ô nhiễm ở các kênh cách xa biển, kênh gần biển triết giảm thành phần nước ô nhiễm ít phụ thuộc vào lưu lượng mà ảnh hưởng chủ yếu vào triều.

Từ khóa: Lý thuyết thành phần nguồn nước, TPN ô nhiễm, lưu lượng nguồn, vị trí đặt kênh X_k , vùng triều.

1. Đặt vấn đề

Các kênh rạch vùng ven biển Đồng bằng sông Cửu Long là hệ thống thủy vực có nhiều nguồn nước tác động, chịu ảnh hưởng trực tiếp của triều biển $Z(t)$ và lưu lượng nước từ thượng nguồn mà điển hình là nguồn ngọt sông Mê Công. Các công cụ đã và đang được sử dụng (phổ biến ở trên thế giới cũng như trong nước) để nghiên cứu các hệ thống có nhiều nguồn nước tác động chủ yếu vẫn là các mô hình toán một chiều về thủy lực và chất lượng nước, bài toán thủy lực đã có độ tin cậy khá cao, tuy vậy nó còn rất hạn chế trong việc đánh giá vai trò, ảnh hưởng và đặc tính của các nguồn trong hệ thống.

Từ cuối thập niên 90 của thế kỷ trước và đầu những năm 2000, GS.TSKH. Nguyễn Ân Niên và GS.TS. Tăng Đức Thắng đã đề xuất ý tưởng mới, [1],[2],[3] và sau này phát triển thành "Lý thuyết lan truyền các thành phần nguồn nước" nhằm bổ sung phương pháp luận và công cụ tính toán, đánh giá hệ thống có nhiều nguồn nước tác động. Hiện lý thuyết này đang được phát triển tiếp và ứng dụng trong các đề tài nghiên cứu khoa học, [4],[5].

Trong phạm vi nghiên cứu này, việc ứng dụng lý thuyết các thành phần nguồn nước để xem xét quá trình vận động/lan truyền thành phần nước (TPN) ô nhiễm trong kênh dẫn dưới sự thay đổi của lưu lượng nguồn ứng với vị trí đặt kênh là vấn đề quan trọng trong việc xem xét quá trình trao đổi nước

của các hệ thống ven biển ảnh hưởng triều.

2. Phương pháp nghiên cứu

Bài báo đã ứng dụng lý thuyết lan truyền các thành phần nguồn nước kết hợp với mô hình toán phần mềm thủy lực MIKE 11 để tính toán mô phỏng lan truyền TPN ô nhiễm trong hệ kênh dẫn vùng triều.

Hệ phương trình cơ bản lan truyền 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, [1, 2]:

với các điều kiện hạn chế:

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

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

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

$i = 1, n$ (n - số thành phần nước ô nhiễm)

Trong đó:

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

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

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

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

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

3. Trường hợp tính toán

Với mục đích minh họa động thái của nguồn nước ô nhiễm, dưới đây 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 hình 1). Giả thiết các thông số quy mô kích thước hệ kênh là hằng số, thông số thủy lực biên mực nước $Z(t)$ là triều đều có dạng biên độ triều biển Đông. 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 xét diễn biến tỷ lệ TPN ô nhiễm trên kênh nhánh khi thay đổi biên lưu lượng nguồn $Q = 0; 10; 20 \text{ m}^3/\text{s}$ và ứng với khoảng cách vị trí kênh nhánh so với biển $X_k = 3,5; 14; 24,5 \text{ km}$ (bảng 1 và 2).

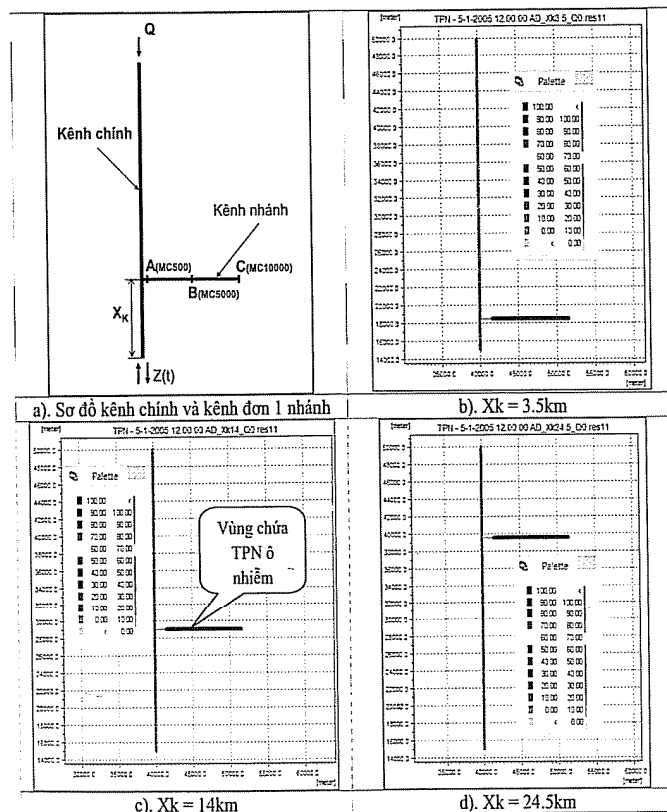
Trong nghiên cứu này coi nước ô nhiễm nằm trong kênh nhánh (hình 1). Thời gian mô phỏng tính toán lan truyền TPN ô nhiễm bắt đầu từ 12 giờ ngày 5/1/2005.

Bảng 1. Thông số về quy mô kích thước kênh

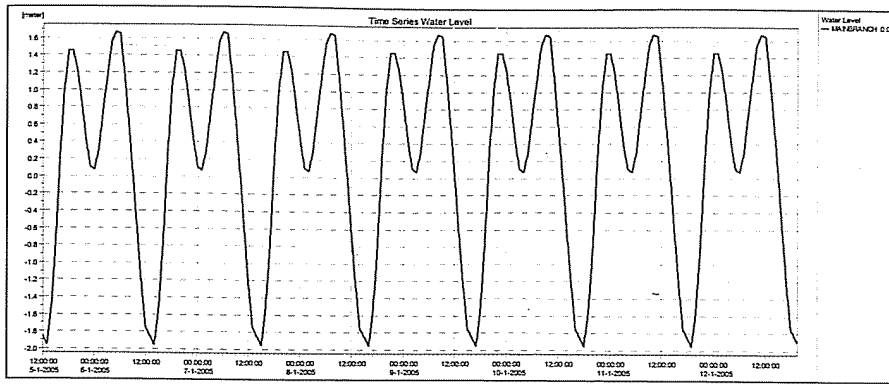
Công trình	L (km)	B (m)	Z đáy (m)	Khoảng cách kênh nhánh so với biển X_k (km)	Ghi chú
Kênh chính cấp 1 (Main Branch)	35	35	-3.5		Kênh mặt cắt chữ nhật
Kênh nhánh cấp 2 (1 đầu đóng - kênh cut)	10	5	-1.5	3,5; 14; 24,5	Kênh mặt cắt chữ nhật

Bảng 2. Điều kiện biên về thủy lực

Biên	Giá trị	Ghi chú
$Q (=const)$	0; 10; 20 m^3/s	
Mực nước (triều biển)	Triều đều biên độ có dạng triều biển Đông	



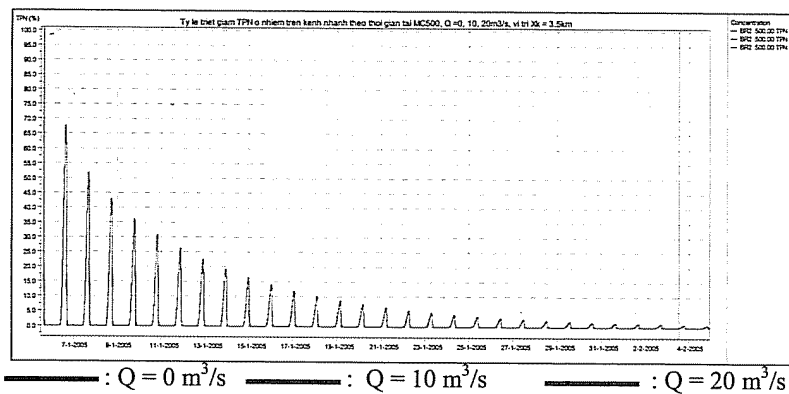
Hình 1. Sơ đồ hệ kênh dẫn vùng triều ứng với vị trí khoảng cách kênh nhánh so với biển, TPN ô nhiễm ban đầu trên kênh nhánh trước khi lan truyền (màu đen)



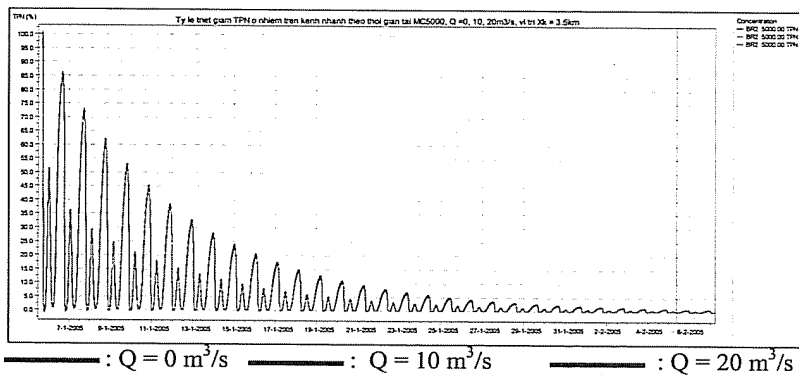
Hình 2. Biểu đồ mực nước triều biến đổi đều dạng biên độ triều biển Đôn

4. Kết quả nghiên cứu và nhận xét

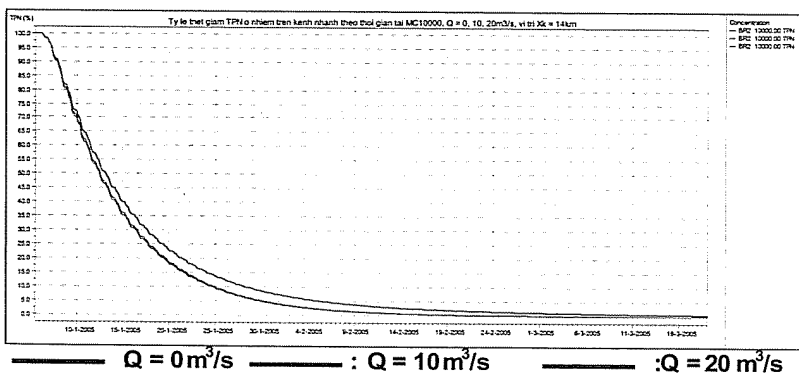
4.1. Diễn biến TPN ô nhiễm trên kênh nhánh theo thời gian xét với trường hợp lưu lượng nguồn thay đổi và vị trí kênh nhánh cách biển $X_k = 3,5\text{km}$



Hình 3. Triệt giảm tỷ lệ TPN ô nhiễm biến đổi theo thời gian tại điểm A (mặt cắt MC500 trên kênh nhánh), trường hợp $X_k = 3,5\text{km}$

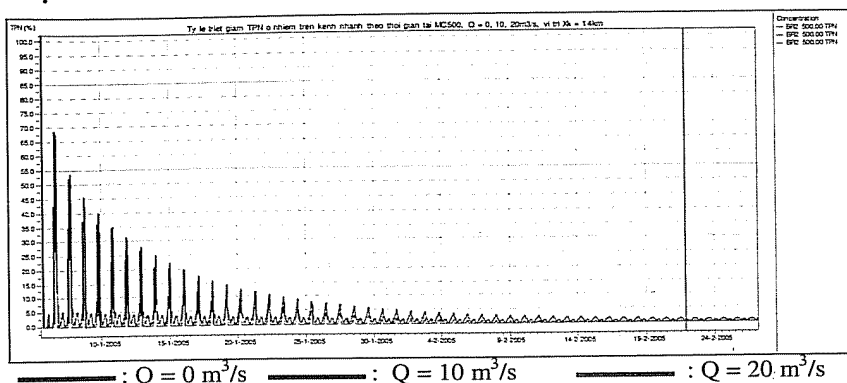


Hình 4. Tỷ lệ triệt giảm TPN ô nhiễm biến đổi theo thời gian tại điểm B (mặt cắt MC5000 giữa kênh nhánh), trường hợp $X_k = 3,5\text{km}$

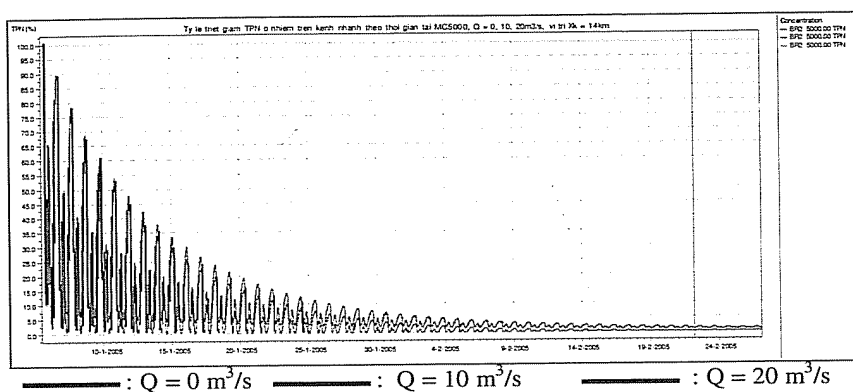


Hình 5. Tỷ lệ triệt giảm TPN ô nhiễm biến đổi theo thời gian tại điểm C (mặt cắt MC10000 cuối kênh nhánh), trường hợp $X_k = 3,5\text{km}$

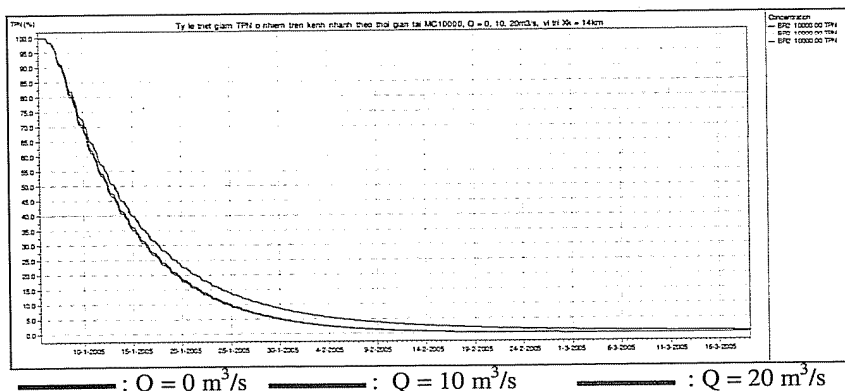
4.2. Diễn biến TPN ô nhiễm trên kênh nhánh theo thời gian xét với trường hợp lưu lượng nguồn thay đổi và vị trí kênh nhánh cách biển $X_k = 14\text{km}$



Hình 6. Tỷ lệ triệt giảm TPN ô nhiễm biến đổi theo thời gian tại điểm A (mặt cắt MC500 trên kênh nhánh), trường hợp $X_k = 14\text{km}$

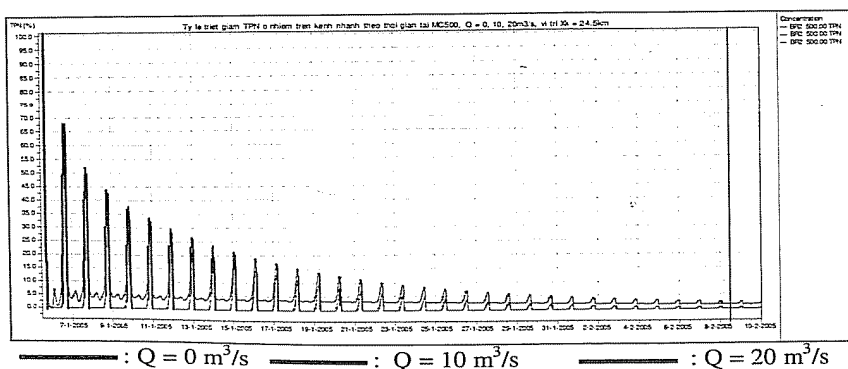


Hình 7. Tỷ lệ triệt giảm TPN ô nhiễm biến đổi theo thời gian tại điểm B (mặt cắt MC5000 giữa kênh nhánh), trường hợp $X_k = 14\text{km}$

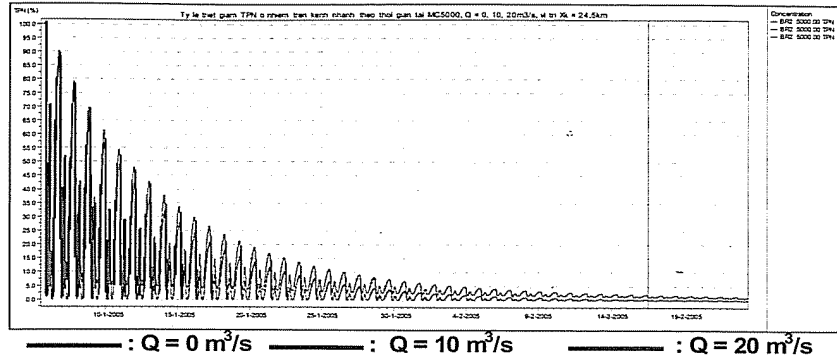


Hình 8. Tỷ lệ triệt giảm TPN ô nhiễm biến đổi theo thời gian tại điểm C (mặt cắt MC10000 cuối kênh nhánh), trường hợp $X_k = 14\text{km}$

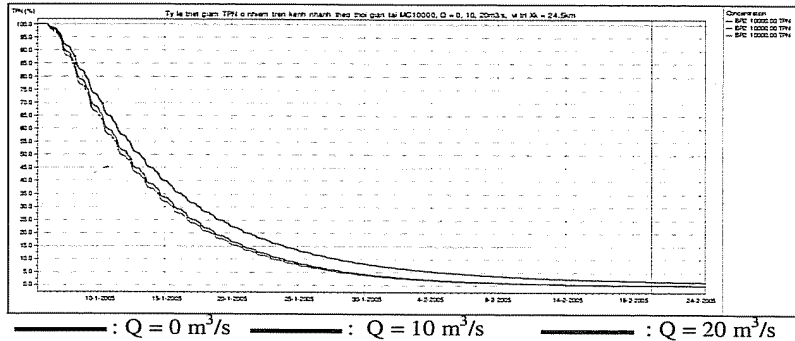
4.3. Diễn biến TPN ô nhiễm trên kênh nhánh theo thời gian xét với trường hợp lưu lượng nguồn thay đổi và vị trí kênh nhánh cách biển $X_k = 24,5\text{km}$



Hình 9. Tỷ lệ triệt giảm TPN ô nhiễm biến đổi theo thời gian tại điểm A (mặt cắt MC500 trên kênh nhánh), trường hợp $X_k = 24,5\text{km}$

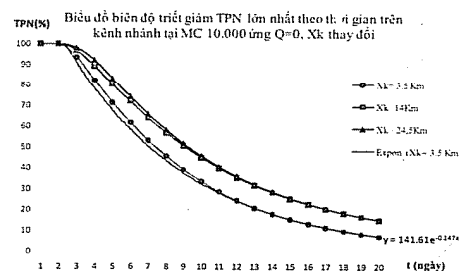
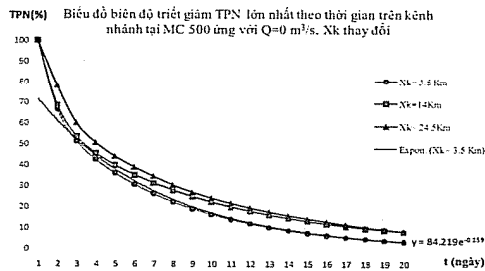


Hình 10. Tỷ lệ triệt giảm TPN ô nhiễm biến đổi theo thời gian tại điểm B (mặt cắt MC5000 giữa kênh nhánh), trường hợp $X_k = 24,5\text{km}$

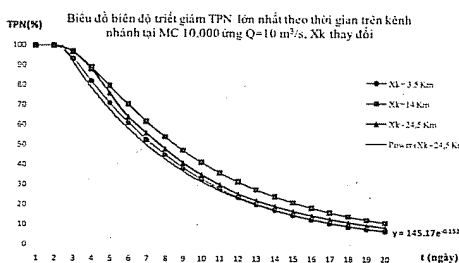
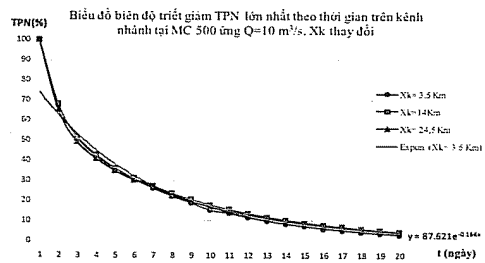


Hình 11. Tỷ lệ triệt giảm TPN ô nhiễm biến đổi theo thời gian tại điểm C (mặt cắt MC10000 cuối kênh nhánh), trường hợp $X_k = 24,5\text{km}$

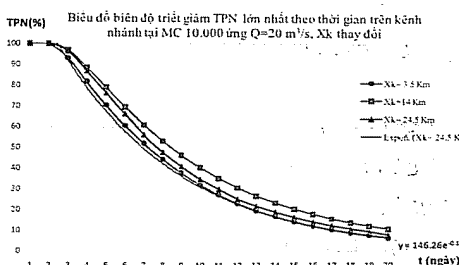
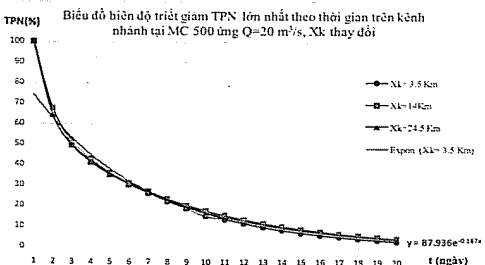
4.4. So sánh diễn biến triệt giảm TPN ô nhiễm trên kênh nhánh khi lưu lượng thay đổi ứng với các vị trí khoảng cách kênh nhánh so với biển ($X_k = 3,5\text{km}$, $X_k = 14\text{km}$ và $X_k = 24,5\text{km}$)



Hình 12. Biểu đồ biên độ triệt giảm TPN lớn nhất theo thời gian trên kênh nhánh tại điểm A (MC 500) và điểm C (MC 10000) ứng với $Q = 0\text{ m}^3/\text{s}$, X_k thay đổi



Hình 13. Biểu đồ biên độ triệt giảm TPN lớn nhất theo thời gian trên kênh nhánh tại điểm A (MC 500) và điểm C (MC 10000) ứng với $Q = 10\text{ m}^3/\text{s}$, X_k thay đổi



Hình 14. Biểu đồ biên độ triệt giảm TPN lớn nhất theo thời gian trên kênh nhánh tại điểm A (MC 500) và điểm C (MC 10000) ứng với $Q = 20\text{ m}^3/\text{s}$, X_k thay đổi

5. Một số nhận xét

- Tại vị trí kênh nhánh đặt gần biển ($X_k=3,5$ km), quá trình triết giảm TPN ô nhiễm trên kênh nhánh xảy ra tương đương nhau ứng với các trường hợp lưu lượng nguồn thay đổi ($Q=0$ và $Q \neq 0$), tức là lưu lượng không ảnh hưởng nhiều đến triết giảm TPN ô nhiễm đối với các kênh gần biển (hình 3, 4, 5).

- Tại các kênh nhánh xa biển, có khoảng cách X_k lớn ($X_k=14; 24,5$ km), lưu lượng đóng vai trò quan trọng trong quá trình triết giảm TPN ô nhiễm trên kênh. Chẳng hạn $Q=10; 20$ m³/s có mức độ triết giảm TPN ô nhiễm diễn ra nhanh hơn so với $Q=0$ m³/s, xem (hình 9, 10, 11).

- Xét với trường hợp $Q=0$ m³/s ứng với các vị trí khoảng cách kênh nhánh so với biển thay đổi ($X_k=3,5; 14; 24,5$ km), kết quả tính toán mô phỏng cho thấy:

Khả năng triết giảm TPN ô nhiễm trên kênh nhánh diễn ra chậm, càng về phía cuối kênh nhánh tốc độ triết giảm TPN ô nhiễm càng chậm.

Mức độ triết giảm TPN ô nhiễm tại các vị trí phía đầu kênh nhánh (giáp với kênh chính) có xu thế chênh lệch ít ở các kênh xa biển (hình 12);

Tại các vị trí phía trong kênh nhánh (mặt cắt giữa và cuối kênh) triết giảm TPN ô nhiễm ở kênh gần biển ($X_k=3,5$ km) nhanh hơn hẳn so với các kênh xa biển;

Quá trình triết giảm TPN ô nhiễm tại các vị trí kênh xa biển ($X_k=14; 24,5$ km) có xu thế chậm như nhau (hình 12).

- Trường hợp $Q \neq 0$ ($Q=10; 20$ m³/s) ứng với X_k thay đổi, kết quả tính toán cho thấy:

Triết giảm TPN ô nhiễm tại các vị trí phía đầu kênh nhánh (giáp với kênh chính) đều có xu thế tương đương nhau tại các vị trí đặt kênh X_k (hình 13, 14);

Tại các vị trí giữa kênh nhánh, mức độ triết giảm TPN ô nhiễm trong trường hợp khoảng cách kênh nhánh xa biển nhất $X_k=24,5$ km mạnh hơn so với $X_k=14$ km (hình 13, 14).

Tại các vị trí cuối kênh nhánh, quá trình triết giảm TPN ô nhiễm ứng với $X_k=24,5$ km mạnh hơn nhiều so với $X_k=14$ km và có xu thế tiệm cận gần hơn với mức độ triết giảm TPN của kênh gần biển $X_k=3,5$ km (hình 13, 14).

- Lưu lượng Q càng lớn, khả năng triết giảm TPN ô nhiễm trên kênh nhánh diễn ra càng nhanh đối với các kênh nhánh đặt xa biển.

6. Kết luận

Quá trình triết giảm tỷ lệ TPN ô nhiễm theo thời gian tại các mặt cắt điển hình dọc kênh nhánh (đầu, giữa và cuối kênh) phụ thuộc rõ vào lưu lượng nguồn thay đổi đồng thời tương ứng với điều kiện khoảng cách kênh gần hay xa biển.

Lưu lượng nguồn có ảnh hưởng không đáng kể đến diễn biến triết giảm TPN ô nhiễm đối với các kênh nằm gần biển nhưng lại có tác động khá mạnh đối với kênh xa biển, do vậy khi bố trí thiết kế hệ thống kênh thủy lợi phục vụ nuôi trồng thủy sản cần lưu ý nếu kênh đặt xa biển nhất thiết phải xem xét có nguồn về để dễ dàng thau rửa hệ thống.

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 và 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. Tăng Đức Thắng (2005), Nghiên cứu các giải pháp khoa học công nghệ đánh giá và quản lý nguồn nước hệ thống thủy lợi có cống ngăn mặn và đề xuất giải pháp khắc phục ô nhiễm ở Đồng bằng sông Cửu Long, Báo cáo Sơ kết Đề tài cấp Bộ.
5. Tăng Đức Thắng (2012), Nghiên cứu giải pháp thủy lợi phục vụ phát triển bền vững vùng Bán đảo Cà Mau, Báo cáo Tổng kết Đề tài độc lập cấp Nhà nước.