

3. Horikawa, K., Shuto, N., and Nishimura, H., 1969. Characteristic oscillation of water in an L-shaped bay. *Coastal Eng. in Japan*, 12: 47-56.
4. Hwang, L-S. and Tuck, E. O., 1970. On the oscillations of harbours of arbitrary shape. *J. Fluid Mech.*, 42: 447-464.
5. Imamura, F., Shuto, N., Goto, C., 1998. Numerical simulation of the transoceanic propagation of tsunami. *Proceedings of paper presented at the Sixth Congress of the Asian and Pacific Regional Division, Int. Assoc. Hydraul. Res.*, Kyoto, Japan.
6. Ippen, A. T., and Goda, Y., 1963, "Wave-Induced Oscillations in Harbor: the Solution for a Rectangular Harbor Connected to Open-Sea," Report No. 59, Hydrodynamic Lab., M. I. T., MA, U.S.A.
7. Mile, J., and Munk, W., 1961, "Harbor Paradox," *Journal of Waterway and Harbor Division, ASCE*, Vol. 87, No. WW3, pp. 111-139.
8. Rabinovich, A., B., 2009. *Seiches and Harbor Oscillations – Handbook of Coastal and Ocean Engineering* (edited by Y.C.Kim), World Scientific Publ., Singapore.
9. Tanaka, N., Nandasena, N. A. K., Jinadasa, K. S. B. N., Sasaki, Y., Tanimoto, K. Mowjood, M. I. M., 2009. Developing effective vegetation bioshield for tsunami protection, *Journal of Civil and Environmental Engineering Systems*, Taylor & Francis, Vol. 26, pp. 163-180.
10. Nguyen Ba Thuy, Tanimoto, K., Tanaka, N., Harada K., Imura, K.. Effect of open gap in coastal forest on tsunami Run-up - Investigations by experiment and numerical simulation, *Ocean Engineering*, Elsevier, 36 (2009), 1258–1269.

ÁP DỤNG MÔ HÌNH THỦY LỰC MIKE 11 ĐỂ ĐÁNH GIÁ NGUY CƠ XÂM NHẬP MẶN THEO KỊCH BẢN NƯỚC BIỂN DÂNG TỈNH NAM ĐỊNH

PGS.TS. **Lã Thanh Hà**, TS. **Dương Văn Khảm** - Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường
PGS.TS. **Lê Huy Hà** - Viện Di truyền Nông nghiệp

Mô hình MIKE 11 được áp dụng để đánh giá tình hình xâm nhập mặn trên các sông chảy qua Nam Định cho kết quả tốt. Việc hiệu chỉnh và kiểm định mô hình thủy lực và lan truyền chất được thực hiện với bộ số liệu đo đạc tại một số vị trí trên sông Hồng, sông Ninh Cơ và sông Đáy trong mùa kiệt năm 2006. Để dự báo tình hình xâm nhập mặn theo kịch bản nước biển dâng, các điều kiện biên được kết hợp giữa các phương án dòng chảy trên sông Hồng với các kịch bản nước biển dâng. Kết quả mô phỏng bằng mô hình cho thấy, trong tương lai quá trình xâm nhập mặn có thể xâm nhập khá sâu vào đồng bằng. Điều đó sẽ đặt ra những thách thức cho các hoạt động canh tác nông nghiệp, khi sử dụng nguồn nước tưới từ sông nhưng đồng thời cũng tạo điều kiện tăng diện tích sản xuất cho ngành nuôi trồng thủy sản nước lợ.

1. Mở đầu

Nam Định là một tỉnh nằm ở phía đông nam Đồng bằng Bắc Bộ có các cửa sông Hồng, Ninh Cơ và Đáy đổ ra Vịnh Bắc Bộ. Ngoài các thuận lợi về tài nguyên nước trên các nguồn sông này, vùng hạ lưu của tỉnh gồm các huyện Xuân Trường, Giao Thủy,

Nghĩa Hưng và Trực Ninh luôn đối mặt với hiện tượng xâm nhập mặn vào các tháng mùa cạn hàng năm. Mặn xâm nhập sâu vào trong các vùng cửa sông làm ảnh hưởng đến quá trình lấy nước ngọt phục vụ các ngành kinh tế, trước mắt cho sản xuất nông nghiệp. Đặc biệt trong bối cảnh biến đổi khí hậu.

Người đọc phản biện: PGS. TS. **Lương Tuấn Anh**

hậu và nước biển dâng thì nguy cơ xâm nhập mặn càng trở lên khốc liệt, mức độ ảnh hưởng càng lớn.

Báo cáo sử dụng kết quả tính toán xâm nhập mặn của dự án "Improving rice tolerance of submergence and salinity to cope with climate change in coastal areas of Vietnamese deltas" do DANIDA tài trợ [6].

2. Mô hình MIKE 11

a. Giới thiệu chung

MIKE 11 là một bộ chương trình chuyên dụng mô phỏng dòng chảy, chất lượng nước và vận chuyển bùn cát ở sông, hệ thống tưới, kênh dẫn và các hệ thống dẫn nước khác. Mô hình MIKE 11 cung cấp các công cụ động lực học một chiều thân thiện với người sử dụng nhằm phân tích, thiết kế, quản lý và vận hành một hệ thống sông và kênh rạch từ đơn giản đến phức tạp. MIKE 11 thực sự là một môi trường làm việc hiệu quả trong các ứng dụng về thiết kế kỹ thuật hệ thống sông, quản lý chất lượng nước và quy hoạch nguồn nước và lãnh thổ. Mô hình MIKE 11 bao gồm nhiều mô đun, trong đó quan trọng nhất là mô đun thủy-động-lực (HD). Đây chính là cơ sở để xây dựng hầu hết các mô đun khác. Hệ phương trình cơ bản của MIKE 11 là hệ phương trình Saint Venant viết cho trường hợp dòng chảy một chiều trong lòng kênh dẫn hở, bao gồm:

+ Phương trình liên tục:

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

+ Phương trình động lượng có dạng:

$$\alpha \frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\beta \frac{Q^2}{A} \right) + gA \frac{\partial h}{\partial x} + g \frac{Q|Q|}{C^2 R A} = 0 \quad (2)$$

Trong đó:

Q: Lưu lượng qua mặt cắt (m³/s);

A: Diện tích mặt cắt ướt (m²);

t: Thời gian tính toán (s);

α : Hệ số động năng;

g: Gia tốc trọng trường $g = 9.81 \text{ m/s}^2$

x: Chiều dài theo dòng chảy (m);

q: Lưu lượng nhập lưu;

β : Hệ số phân bố lưu tốc;

C: Hệ số Sê-di.

Song song với việc sử dụng hệ phương trình thủy động lực nói trên, khi tính toán với mô đun khuếch tán và lan truyền chất (AD), mô đun này dựa trên phương trình 1 chiều về bảo toàn khối lượng của chất hoà tan hoặc lơ lửng, nó sử dụng các kết quả tính toán của mô hình thủy lực. Mô hình AD giải theo sơ đồ sai phân ẩn, có dạng như sau:

$$\frac{\partial AC}{\partial t} + \frac{\partial QC}{\partial x} - \frac{\partial}{\partial x} \left[-AD \frac{\partial C}{\partial x} \right] = -AKC + C_2 q \quad (3)$$

Trong đó:

C - nồng độ;

A - diện tích mặt cắt ngang;

C₂ - nồng độ nguồn;

D - hệ số khuếch tán;

K - hệ số phân huỷ tuyến tính;

q - Lượng gia nhập;

t- thời gian.

Hệ phương trình Saint-Venant là hệ phương trình vi phân đạo hàm riêng phi tuyến dạng hyperbolic, về nguyên lý là không giải được trực tiếp bằng các phương pháp giải tích. Trong các bài toán phức tạp, phải giải gần đúng bằng cách rời rạc hóa hệ phương trình. Trong mô hình MIKE 11, các tác giả đã sử dụng phương pháp sai phân hữu hạn 6 điểm ẩn của Abbott và Ionescu (1967).

b. Điều kiện biên và điều kiện ban đầu

Hệ phương trình (1- 2) khi được rời rạc theo không gian và thời gian sẽ gồm có số lượng phương trình luôn ít hơn số biến số, vì thế để khép kín hệ phương trình này cần phải có các điều kiện biên và điều kiện ban đầu. Trong mô hình MIKE 11, điều kiện biên của mô hình khá linh hoạt, có thể là điều kiện biên hở hoặc điều kiện biên kín. Điều kiện biên kín là điều kiện tại biên đó không có trao đổi nước với bên ngoài. Điều kiện biên hở có thể là đường quá trình của mực nước theo thời gian hoặc của lưu lượng theo thời gian, hoặc có thể là hằng

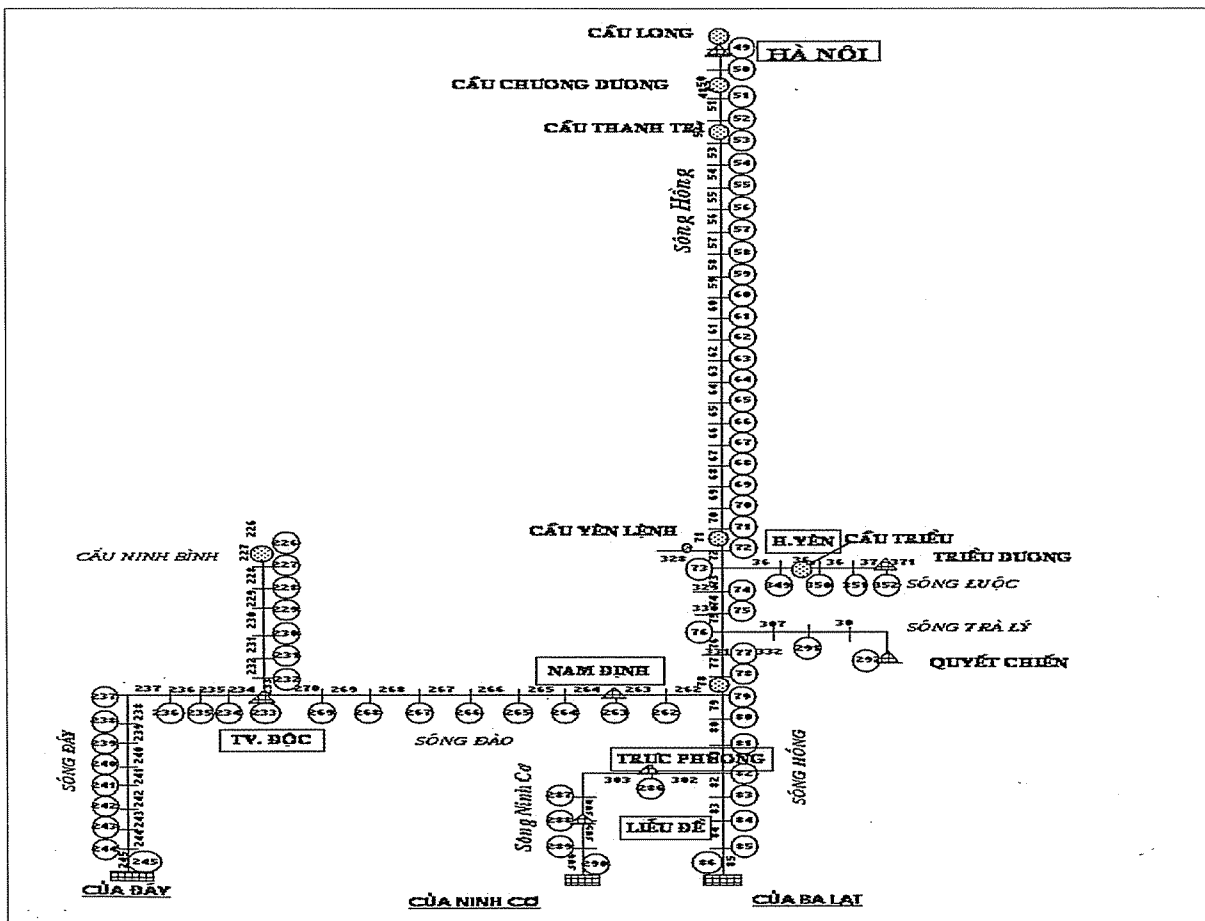
số. Các điều kiện ban đầu bao gồm mực nước và lưu lượng trên khu vực nghiên cứu.

3. Ứng dụng mô hình MIKE 11 tính toán xâm nhập mặn trên các sông tỉnh Nam Định

a. Thiết lập mạng lưới tính toán thủy lực

Toàn mạng lưới tính toán thủy lực bao gồm các sông: sông Hồng, sông Đáy, sông Ninh Cơ, sông

Đào, sông Luộc và sông Trà Lý. Trong đó sông Hồng bao gồm một nhánh chính tính từ Hà Nội có 92 mặt cắt, sông Đáy có 20 mặt cắt, sông Luộc có một nhánh gồm 34 mặt cắt, sông Ninh Cơ có một nhánh gồm 25 mặt cắt, sông Đào được nối giữa hai sông; sông Hồng và sông Đáy bao gồm có 15 mặt cắt, sông Trà Lý bao gồm 12 mặt cắt. Sơ đồ tính được trình bày trong hình 1.



Hình 1. Sơ đồ tính toán xâm nhập mặn sông Hồng và phân lưu qua Nam Định

Để xây dựng mạng thủy lực phục vụ tính toán chế độ dòng chảy bằng mô hình MIKE 11, các tài liệu sau đây đã được sử dụng:

a. Tài liệu địa hình

- Bản đồ địa hình tỷ lệ 1:50 000 [3]
- Tài liệu mặt cắt ngang toàn bộ hệ thống sông được sử dụng trong mô hình là kết quả đo đạc năm 1999 -2000 trong Chương trình Phòng chống lũ sông Hồng - Thái Bình do Bộ NN&PTNT (5) chủ trì.

b. Tài liệu công trình

Chủ yếu ở đây đưa vào hệ thống các cổng có cửa

điều tiết và đập ngăn mặn. Các tài liệu được cung cấp bởi Cục Quản lý các công trình thủy nông của Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn và tài liệu đo đạc khảo sát bổ sung, bao gồm: Cống Tài thuộc xã Xuân Tân huyện Xuân Trường, cách biển 21km, cống Nam Tân thuộc xã Trục Nội huyện Trục Ninh, cách biển khoảng 28 km, cống 16 thuộc xã Nghĩa Lạc huyện Nghĩa Hưng, cách biển 23 km, cống Lý Nhân thuộc xã Nghĩa Sơn huyện Nghĩa Hưng, cách biển 31km.

c. Số liệu tính toán

Bộ số liệu về mực nước, lưu lượng, độ mặn của

các trạm thủy văn Hà Nội, Ba Lạt, Ninh Cơ, Như Tân, Nam Định, Triều Dương, Quyết Chiến được dùng để tính toán, hiệu chỉnh các tham số của mô hình và bộ số liệu quan trắc bổ sung tại vị trí các cống có của điều tiết và đập ngăn mặn được sử dụng để kiểm định mô hình. Ngoài ra số liệu mực nước trạm Hòn Dấu, mực nước biển dâng theo các kịch bản biến đổi khí hậu phục vụ tính toán nguy cơ xâm nhập mặn tỉnh Nam Định.

b. Kiểm định mô hình

Chuỗi số liệu tính toán hiện trạng của mô hình được kiểm định tại một số vị trí trong mạng lưới thủy lực bao gồm: vị trí Cống Tài trên sông Hồng, cống Nam Tân trên sông Ninh Cơ, cống Lý Nhân và cống 16 trên sông Đáy từ ngày từ ngày 17/4/2006 đến 25/4/2006. Các điều kiện biên như sau:

Điều kiện biên trên: sử dụng quá trình lưu lượng tại Hà Nội, các quá trình mực nước tại Ninh Bình, Triều Dương, Quyết Chiến trong thời gian từ ngày

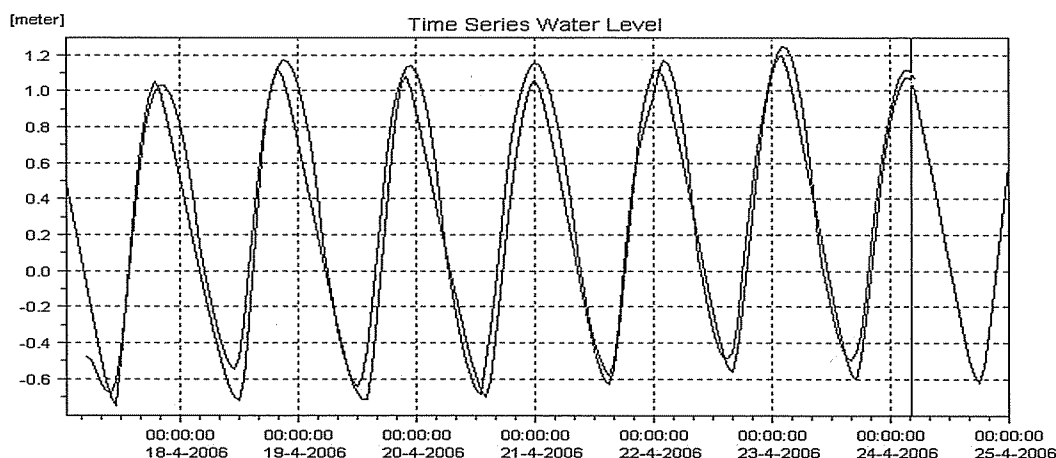
17/4/2006 đến 25/4/2006.

Điều kiện biên dưới: Quá trình mực nước tại các cửa sông: Ba Lạt, Đáy, Trà Lý, Ninh Cơ trong cùng thời đoạn với quá trình lưu lượng;

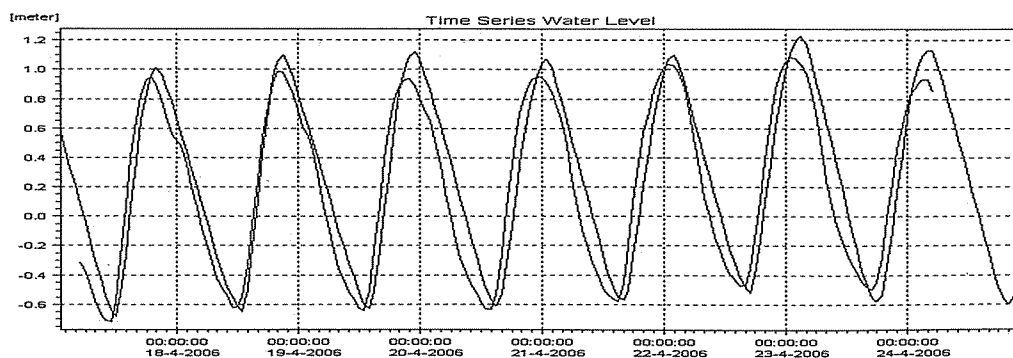
Điều kiện biên mặn: Quá trình mặn tại các trạm thủy văn cửa sông: Trạm Như Tân trên sông Đáy, trạm Ba Lạt trên sông Hồng, trạm Phú Lễ trên sông Ninh Cơ.

Điều kiện ban đầu: Được lấy là độ mặn tại vị trí tính toán ban đầu của các vị trí biên trên các sông. Các quá trình này được lấy cùng thời gian với thời gian diễn toán thủy lực.

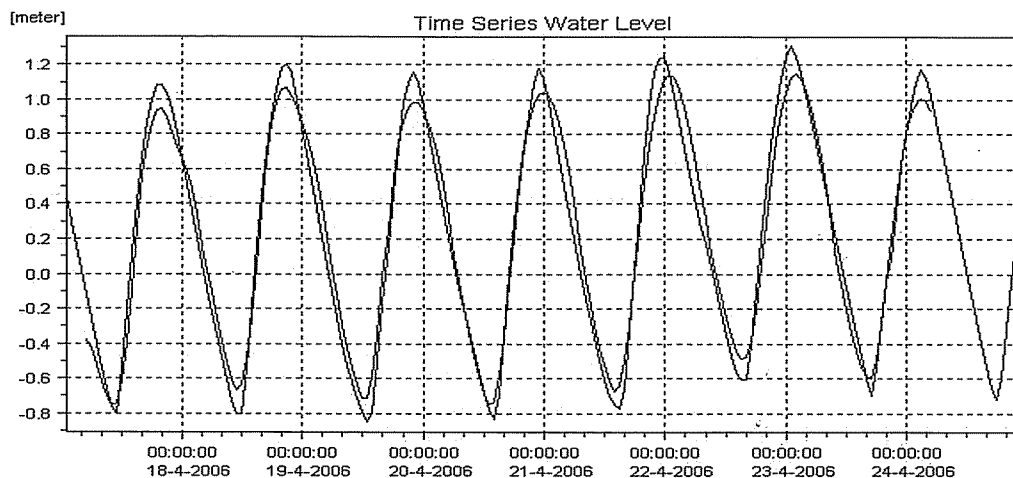
Kết quả so sánh giá trị thực đo và tính toán trên hình 2 - 4 cho thấy giá trị tính toán từ mô hình rất phù hợp với giá trị thực đo, cả về giá trị và pha dao động. Tại điểm kiểm định ở cống Nam Tân trên sông Ninh Cơ, đường quá trình mực nước thực đo và tính toán bám sát nhau và gần như trùng khít.



Hình 2. Quá trình mực nước tính toán và thực đo tại Cống Tài trên sông Hồng

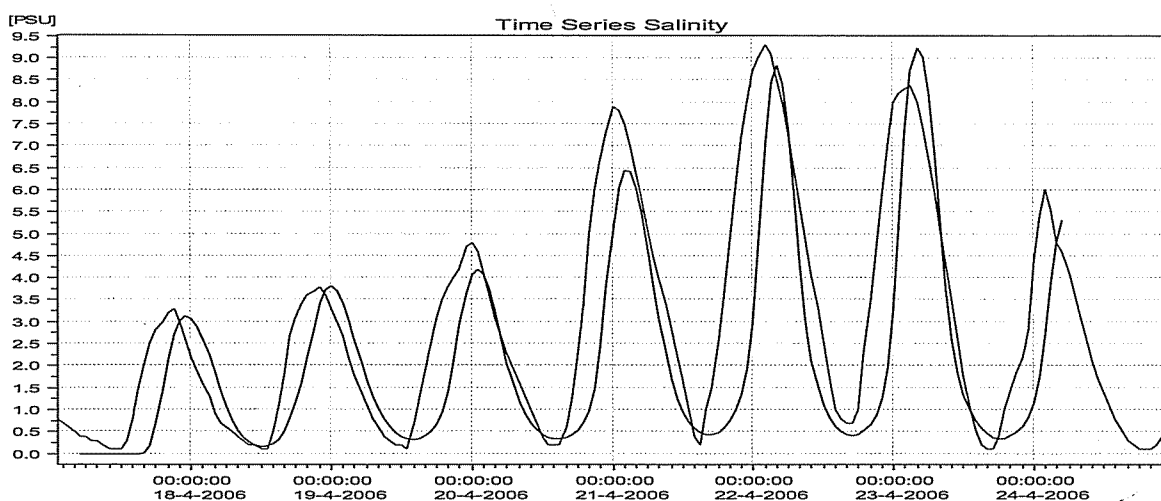


Hình 3. Quá trình mực nước tính toán và thực đo tại cống Nam Tân trên sông Ninh Cơ

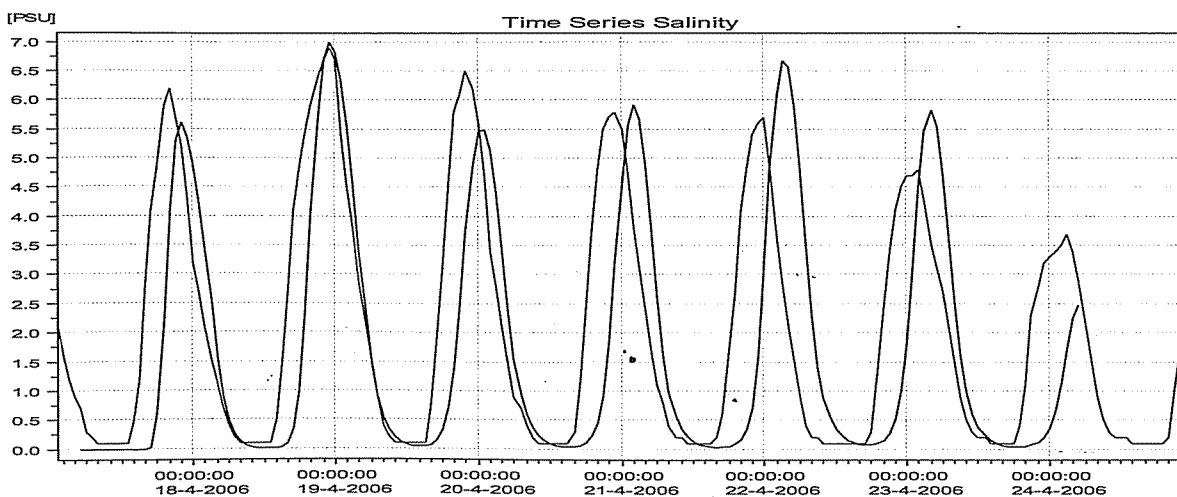


Hình 4. Quá trình mực nước tính toán và thực đo tại cống Lý Nhân trên sông Đáy

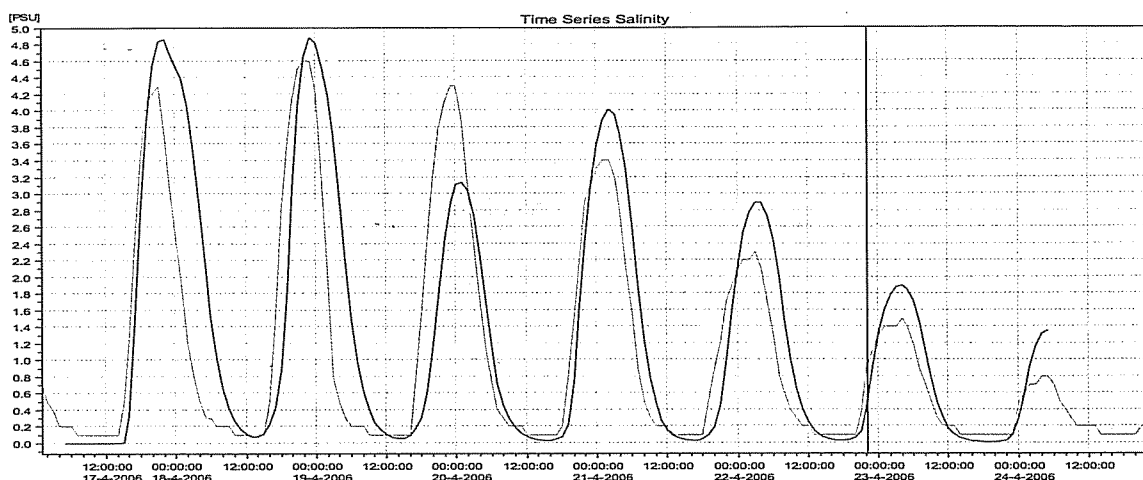
Giữ nguyên các thông số thủy lực đã tìm được, được so sánh với các giá trị thực đo biểu diễn trên hình tiến hành hiệu chỉnh giá trị hệ số khuếch tán. Kết quả mô phỏng độ mặn tại các điểm kiểm định 5-7.



Hình 5. Quá trình mặn tính toán và thực đo tại vị trí Cống Tài trên sông Hồng



Hình 6. Quá trình mặn tính toán và thực đo tại cống Nam Tân trên sông Ninh Cơ



Hình 7. Quá trình mặn tính toán và thực đo tại cống Lý Nhân trên sông Đáy

Từ hình 5-7 nhận thấy kết quả diễn toán cho con mặn bắt đầu từ ngày 17/4/2006 đến 25/4/2006 tại những vị trí: Cống Tài thuộc sông Hồng; Cống Nam Tân thuộc sông Ninh Cơ; cống Lý Nhân thuộc sông Đáy có sự phù hợp khá tốt giữa giá trị tính toán và thực đo, quá trình triều và mặn xảy ra đồng pha, đỉnh mặn xuất hiện trùng với đỉnh triều, thời gian xuất hiện đỉnh mặn giữa tính toán và thực đo lệch 1-2 giờ.

Từ các kiểm định trên đây có thể thấy sơ đồ thủy lực đã được lựa chọn khi xây dựng mô hình là hợp lý, các mặt cắt và công trình trên sông đã thể hiện được các đặc điểm thủy lực của hệ thống. Bộ thông số sử dụng trong mô hình có đủ độ tin cậy để sử dụng trong các tính toán thủy lực mạng sông, mô phỏng quá trình dòng chảy trong sông và các nhiệm vụ tính toán quy hoạch với giả định các kịch bản dòng chảy khác nhau. Sự phù hợp giữa số liệu mặn tính toán và thực đo cũng đã khẳng định bộ thông số hệ số khuếch tán tìm được đủ khả năng thể hiện được các tính chất và đặc trưng của các quá trình lan truyền mặn trong toàn mạng sông.

c. Tính toán xâm nhập theo các kịch bản nước biển dâng do biến đổi khí hậu

Để có thể tính toán dự báo xâm nhập mặn theo các kịch bản cho tương lai, ngoài việc sử dụng sơ đồ thủy lực và bộ thông số của mô hình MIKE 11 được lựa chọn tính toán hiện trạng năm 2006 trong mục a, cần phải tính toán các biên đầu vào của mô hình.

Lập các cấp mực nước đầu vào cho các phương án

Trên cơ sở chuỗi số liệu mực nước thấp nhất trong năm (Hmin) của trạm Hà Nội trong thời kỳ 1960 đến 2010, đã chọn ra được 3 cấp mực nước, tương ứng với năm có mực nước cao nhất, trung bình và thấp nhất trong 5 tháng mùa kiệt, mỗi cấp là một phương án tính toán. Cụ thể như sau:

- Phương án 1: Mực nước cao nhất là 286 cm, xảy ra năm 1991 và 1997
- Phương án 2: Mực nước trung bình là 213 cm
- Phương án 3: Mực nước thấp nhất là 10 cm, xảy ra năm 2010

Kịch bản nước biển dâng [1]

Dựa trên các kịch bản nước biển dâng được xây dựng cho Việt Nam, trong đó có vùng Đồng bằng sông Hồng, do Bộ Tài nguyên Môi trường cung cấp năm 2009. Trong bài báo này đã sử dụng kịch bản B2 để tính toán xâm nhập mặn, kịch bản này đang được khuyến nghị sử dụng trong thời điểm hiện nay. Mực nước biển dâng theo kịch bản này như sau: năm 2020 ứng với mực nước tăng là 12 cm, năm 2030 ứng với mực nước tăng là 17 cm, năm 2050 ứng với mực nước tăng là 30 cm, năm 2080 ứng với mực nước tăng là 54 cm và năm 2100 ứng với mực nước tăng là 74 cm.

Nguyên tắc xác định điều kiện biên

a) Điều kiện biên trên

Bảng 3. Độ dài xâm nhập mặn 1‰ và 4‰ theo phương án 3 trên các sông chảy qua tỉnh Nam Định

Mực nước biển dâng theo kịch bản B2 (cm)	Năm	Xâm nhập mặn sông Hồng (km)		Xâm nhập mặn sông Ninh Cơ (km)		Xâm nhập mặn sông Đáy (km)	
		S=1‰	S=4‰	S=1‰	S=4‰	S=1‰	S=4‰
0	Hiện trạng	36,5	26,9	35,2	26,2	31,8	23,7
12	2020	40,7	29,5	39,4	27,1	37,1	25,6
17	2030	45,3	34,5	44,7	33,2	42,3	31,4
30	2050	52,4	40,2	51,1	38,6	49,6	37,2
54	2080	62,6	48,8	60,9		58,3	45,7
74	2100	71,4	55,3	70,7	-	68,5	51,6

4. Kết luận

Kết quả tính toán bước đầu về khả năng xâm nhập mặn theo các phương án dòng chảy lớn nhất, trung bình và nhỏ nhất trong mùa kiệt đã thể hiện được bức tranh tổng thể mức độ xâm nhập mặn

trên các hệ thống sông tỉnh Nam Định ở thời điểm hiện tại và tương lai. Các kết quả này sẽ là tài liệu rất hữu ích và là cơ sở khoa học cho các nhà quản lý và người dân có những giải pháp giảm thiểu tác hại và tận dụng những lợi thế do quá trình xâm nhập mặn tạo ra.

Tài liệu tham khảo

1. Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2009, Kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam.
2. Cục Đo đạc và Bản đồ Nhà nước, Bản đồ địa hình khu vực tỉnh Nam Định tỷ lệ 1:50.000, 2006.
3. Cục Thống kê tỉnh Nam Định, Niên giám thống kê tỉnh Nam Định năm 2010.
4. Denmar Hydraulic Institute, Reference Manual, Mike 11 – A modelling system for rivers and channels, 2004.
5. Viện Quy hoạch Thủy lợi, Quy hoạch thủy lợi lưu vực sông Hồng và sông Thái Bình, 2000.
6. Viện Di truyền Nông nghiệp, Improving rice tolerance of submergence and salinity to cope with climate change in coastal areas of Vietnamese Deltas, 2010.

PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH NGƯỠNG MƯA PHỤC VỤ CẢNH BÁO NGUY CƠ XUẤT HIỆN LŨ QUÉT CHO KHU VỰC MIỀN NÚI BẮC BỘ

PGS.TS. **Lã Thanh Hà**, ThS. **Hoàng Văn Đại**, ThS. **Văn Thị Hằng**, ThS. **Lê Thị Mai Vân**
Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường

Xây dựng ngưỡng mưa sinh lũ quét cho 36 lưu vực sông là kết quả nghiên cứu của tập thể tác giả thuộc dự án “Điều tra, khảo sát phân vùng và cảnh báo khả năng xuất hiện lũ quét ở miền núi Việt Nam- Giai đoạn 1”. Bài báo nhằm giới thiệu kết quả nghiên cứu ngưỡng mưa sinh lũ quét phục vụ cho công tác cảnh báo lũ quét cho miền núi Bắc Bộ.

Người đọc phản biện: PGS.TS. **Hoàng Minh Tuyền**