

MỘT SỐ ĐỒ TRUYỀN SÓNG TRIỀU VÀO CÁC CỬA SÔNG HỆ THỐNG SÔNG HỒNG - THÁI BÌNH

PTS. Bùi Văn Đức

Trung tâm quốc gia dự báo KTTV

MỞ ĐẦU

Tính toán và dự báo mức nước cho các sông vùng ảnh hưởng triều như hạ du sông Hồng - Thái Bình là một trong các vấn đề quan trọng của thủy văn vùng triều.

- Trong mùa lũ, triều ảnh hưởng tới khả năng thoát lũ từ trong hệ thống sông ra biển, tiêu nước từ trong đồng ra sông và biển.

- Trong mùa cạn, triều ảnh hưởng tới độ xâm nhập mặn, tới khả năng cấp nước cho các hệ thống thủy nông vùng hạ du hệ thống sông Hồng - Thái Bình.

Việc mô phỏng quá trình mực nước vùng cửa sông có thể giải quyết theo hai hướng chính sau:

- Hướng thứ nhất là giải bài toán thủy lực với biên ngoài là triều vịnh Bắc Bộ (Hòn Dấu), bên trong là mực nước (lưu lượng) của các sông và điều kiện địa hình của mạng lưới sông của khu vực tính toán. Hướng này có cơ sở toán - lý chặt chẽ, song lại đòi hỏi nhiều số liệu chi tiết mà trong điều kiện hiện nay chưa đáp ứng được.

- Hướng thứ hai là lập các quan hệ thống kê mực nước tại các điểm có quan trắc với mực nước và lưu lượng tại các biên. Hướng này đơn giản, song chỉ giải quyết được cho từng điểm trùng với mạng lưới quan trắc.

Trong bài viết này chỉ tập trung trình bày sơ đồ tính toán truyền triều từ các cảng phụ và cảng chính tới các cửa sông và từ các cửa sông vào sâu trong các sông bằng phương pháp vật lý thống kê kết hợp với phương pháp tổng hợp địa lý. Những ứng dụng tính toán và khảo sát chi tiết sẽ được trình bày trong các bài viết sau.

1. Vài nét mô tả vùng cửa sông hệ thống sông Hồng - Thái Bình

Hệ thống sông Hồng phía hạ du có mạng lưới sông phức tạp. Nước trong hệ thống sông được chảy ra biển bằng 9 cửa sông chính, đồng thời các cửa sông cũng tạo điều kiện cho việc xâm nhập triều từ vịnh Bắc Bộ vào sâu trong hệ thống.

Các cửa sông của hệ thống sông Hồng - Thái Bình đều đổ ra vịnh Bắc Bộ và nằm trong vùng từ Quảng Ninh - Hải Phòng (cửa Đồn Sơn) tới Ninh Bình - Thanh Hóa (cửa Như Tân). Các cửa thuộc hệ thống sông Thái Bình có vị trí

gần Hòn Dấu (trong khoảng bán kính < 20 km), các cửa Trà Lý, Ba Lạt, Như Tân cách xa hơn (khoảng cách xa nhất đạt trên 100 km).

Bảng 1. Một số đặc trưng vùng cửa sông Hồng - Thái Bình

TT	Cửa sông	Khoảng cách từ HD (km)	DT		Z (m)	Trạm TV cuối cùng	Khoảng cách từ cửa sông (km)	Số nhánh, đặc điểm đoạn cửa sông
			NL (h ph)	NR (h ph)				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Bạch Đằng	17 B	-0.10	+0,10	1,83	Đồn Sơn	13	3, rộng
2	Cửa Cấm	16 B				Cửa Cấm	12	2, "
3	Lạch Tray	14 B				Kiến An	14	1, hẹp
4	Vân Úc	10 -				Kinh Khê	11	1, rộng
5	Thái Bình	19 N				Đông Xuyên	5	1, rộng
6	Trà Lý	31 N				Định Cư	10	1, hẹp
7	Ba Lạt (s. Hồng)	49 N	-0.30	+0,30	1,92	Ba Lạt	5	1, tb
8	Lạch Giang (s. Ninh Cơ)	96 N	-1.20	+0,35	1,85	Phú Lễ	6	1, tb
9	Cửa Đáy (s. Đáy)	108 N				Như Tân	3	1, rộng

* *Chú thích:* DT - thời gian hiệu chỉnh trung bình so với thời gian xuất hiện đỉnh và chân triều tại Hòn Dấu; B và N trong cột 3 là vị trí tương đối (B-Bắc; N-Nam) so với Hòn Dấu; NL - nước lên; NR - nước ròng, Z - mực nước.

2. Các yếu tố ảnh hưởng tới mực nước vùng cửa sông và vấn đề chọn mô hình mô phỏng

Mực nước vùng cửa sông bị chi phối bởi hàng loạt các nhân tố phức tạp (Triều, nước dâng do bão, gió mùa, v.v., đối với các điểm nằm sâu trong sông có thêm nhân tố quan trọng là lũ).

Trong bài toán dự báo, việc xét ảnh hưởng đầy đủ của các nhân tố ảnh hưởng là một vấn đề khó khăn. Song trong bài toán quy hoạch, ảnh hưởng tổng hợp của các nhân tố có thể được xem xét thông qua mực nước thực đo tại trạm hải văn chính - Hòn Dấu.

Ảnh hưởng của địa hình tới quá trình truyền triều cũng rất phức tạp, nhất là đối với vùng cửa sông có nhiều nhánh, đảo, bãi v.v. Các số liệu đo đạc về địa hình khó có thể đảm bảo độ chính xác mong muốn.

Quá trình truyền triều từ Hòn Dấu vào vùng hạ du tuần tự qua 4 vùng (hình 1), song "Vấn đề truyền sóng triều từ Hòn Dấu vào các cửa sông" chỉ xét trong hai vùng 1,2. Các mô hình truyền triều cho các vùng được trình bày trong hình 2.

1) Việc truyền triều từ Hòn Dấu tới các cửa sông được tính toán song song theo hai hướng (thống kê mô phỏng và thủy động lực).

2) Việc truyền triều từ các cửa sông tới các trạm biên được tính toán theo mô hình hồi quy bội có kết hợp một số biến đổi và phương pháp thử dần để dò tìm thông số.

3. Sơ đồ tính toán truyền triều từ Hòn Dấu về các cửa sông

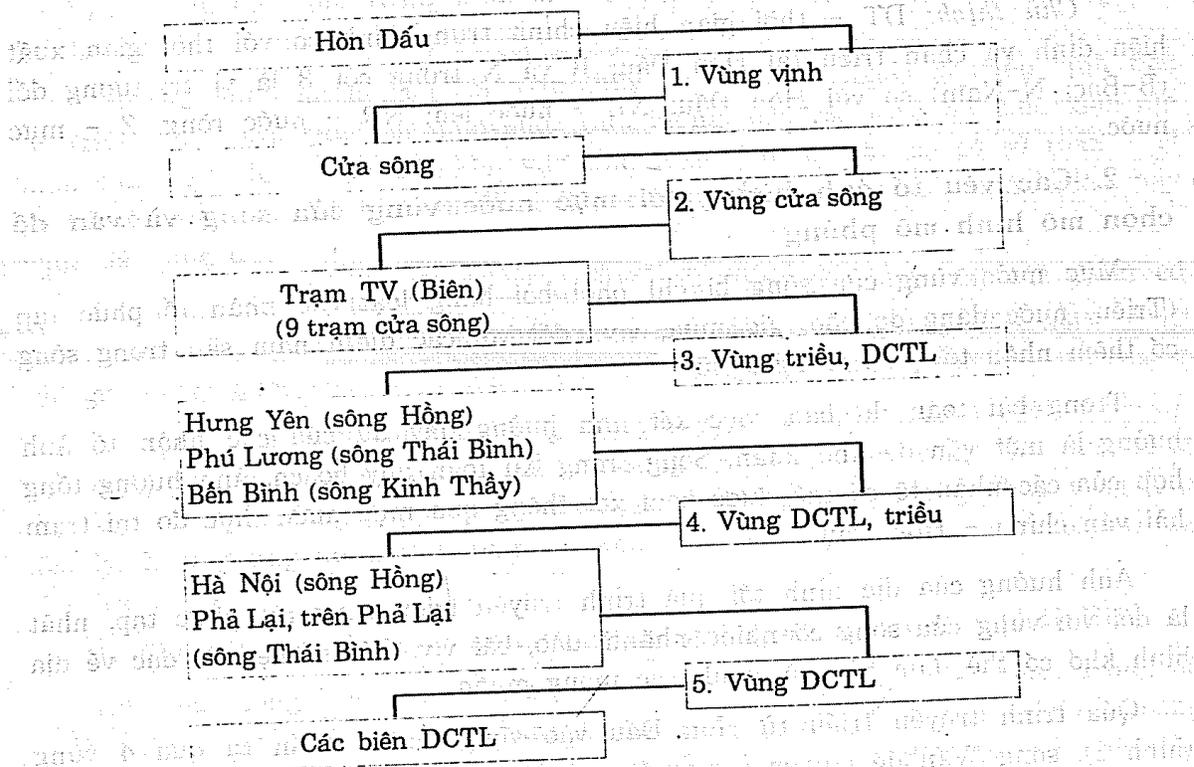
Trước hết, cửa sông ở đây được hiểu là chỗ gặp nhau của sông và biển, ở đó, ảnh hưởng của lũ rất nhỏ và coi như không có, biến đổi mực nước tại cửa sông chỉ phụ thuộc vào các yếu tố từ biển, trong đó yếu tố quan trọng nhất là thủy triều.

Cửa sông cũng có thể được định nghĩa theo các điều kiện sau:

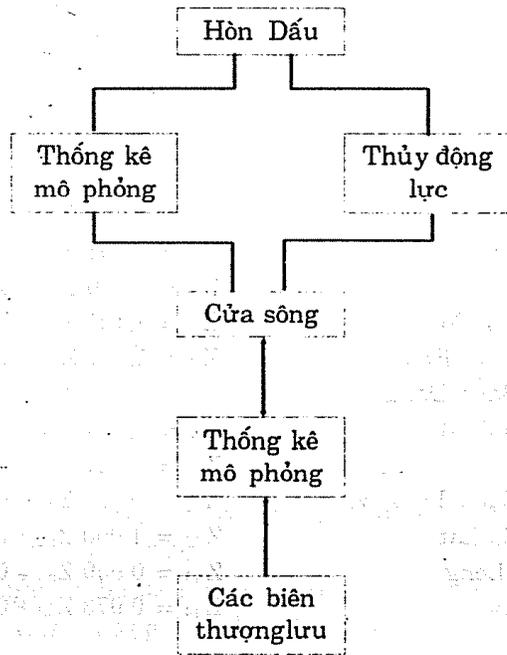
$$\begin{cases} Z_{\text{đáy}} < Z_c \\ DZ_{\text{lũ}} \sim 0 \end{cases} \quad (1)$$

Trong đó $Z_{\text{đáy}}$ là cao độ đáy sông; Z_c - mực nước chân triều và $DZ_{\text{lũ}}$ là biến đổi mực nước do ảnh hưởng của lũ.

Biên độ triều (nhật triều) là chênh lệch giữa đỉnh và chân triều trong chu kỳ ngày. Sự biến đổi biên độ triều từ Hòn Dấu tới các cửa sông phụ thuộc vào chế độ động lực triều trong vùng [1,2]. Đây là vấn đề phức tạp, song quan hệ giữa mực nước đỉnh triều hoặc chân triều tại các điểm trong vùng vịnh Bắc Bộ với mực nước tại Hòn Dấu tương đối chặt chẽ và tuyến tính [2].



Hình 1. Phân vùng ảnh hưởng của các yếu tố chính
(DCTL - Dòng chảy từ thượng lưu về)



Hình 2. Các mô hình truyền triều

Phương trình truyền triều từ Hòn Dấu (Z_{hd}) tới cảng phụ j (Z_j):

$$Z_{jt} = a_j Z_{hd,t - \tau} + b_j \quad (2)$$

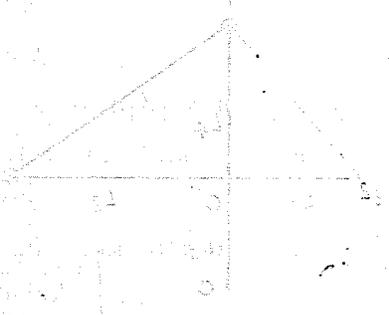
trong đó j là chỉ số không gian; t là chỉ số thời gian và τ là độ lệch về thời gian xuất hiện mực nước tương ứng (thời gian trễ) so với thời gian xuất hiện chân, đỉnh triều tại Hòn Dấu.

Theo tính toán truyền triều từ cảng chính Hòn Dấu về một số cảng phụ, thấy rằng giá trị các hệ số góc (a_j) và thời gian trễ biến đổi tương đối có quy luật (bảng 2).

Hệ số góc tăng dần từ nhỏ hơn 1,0 ở các điểm nằm phía nam Hòn Dấu lên trên 1,0 ở các điểm phía bắc.

* Trong số 9 cửa sông có hai cửa (Bạch Đằng và Ba Lạt) trùng với các cảng phụ. Mực nước tại các cửa sông này sẽ được tính theo phương trình truyền triều (2).

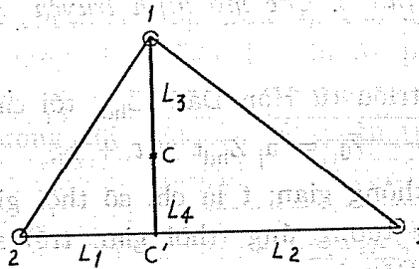
* Mực nước của 7 cửa sông còn lại sẽ được nội hoặc ngoại suy tuyến tính từ các cảng phụ lân cận.



Bảng 2. Các phương trình truyền triều từ Hòn Dấu về các cảng phụ

TT	Tên cảng phụ	Phương trình
1	Vạn Hoa	$Z_1 = 1,251 Z_{hd} - 0,014$
2	Tiên Yên	$Z_2 = 1,203 Z_{hd} - 0,129$
3	Đảo Tràng Tây	$Z_3 = 1,201 Z_{hd} + 0,115$
4	Đảo Thiên Môn	$Z_4 = 1,101 Z_{hd} + 0,008$
5	Cửa Ông	$Z_5 = 1,140 Z_{hd} + 0,076$
6	Đảo Cô Tô	$Z_6 = 1,121 Z_{hd} - 0,007$
7	Cảng Hải Phòng	$Z_7 = 1,067 Z_{hd} + 0,019$
8	Cửa Bạch Đằng	$Z_8 = 1,000 Z_{hd} - 0,000$
9	Vịnh Cát Bà	$Z_9 = 1,073 Z_{hd} + 0,018$
10	Đảo Long Châu	$Z_{10} = 1,000 Z_{hd} + 0,000$
11	Đảo Bạch Long Vĩ	$Z_{11} = 0,968 Z_{hd} + 0,018$
12	Cửa Ba Lạt	$Z_{12} = 1,000 Z_{hd} + 0,000$
13	Bạch Long	$Z_{13} = 0,959 Z_{hd} - 0,021$
14	Vân Lý	$Z_{14} = 0,973 Z_{hd} + 0,023$

a) Trường hợp nội suy



Bước 1. Mực nước tại các cảng phụ 1,2,3 được truyền từ Hòn Dấu theo các quan hệ dạng (2).

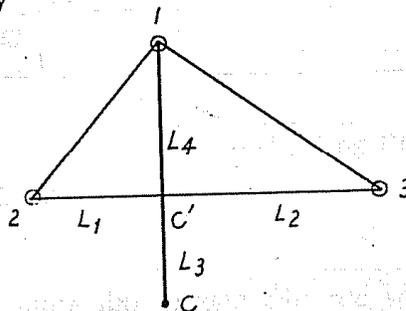
Bước 2. Nội suy mực nước điểm phụ C' (nằm trên đoạn 2-3)

$$Z_{C'} = \frac{L_3}{L_3+L_4} Z_2 + \frac{L_4}{L_3+L_4} Z_3 \quad (3)$$

Bước 3. Nội suy mực nước cho điểm cửa sông (c)

$$Z_c = \frac{L_1}{L_1+L_2} Z_{C'} + \frac{L_2}{L_1+L_2} Z_3 \quad (4)$$

b) Trường hợp ngoại suy



Bước 1. Mực nước tại các cảng phụ 1, 2, 3 được truyền từ Hòn Dấu theo các quan hệ dạng (2).

Bước 2. Nội suy mực nước điểm phụ C' (nằm trên đoạn 2-3) theo phương trình (3).

Bước 3. Ngoại suy mực nước cho điểm cửa sông (c).

$$Z_c = \frac{(Z_c^* - Z_1)}{L_4} \times L_3 + Z_c^* \quad (5)$$

4. Mô hình truyền triều từ các cửa sông vào các trạm TV biên

a) Ảnh hưởng của các nhân tố

Từ cửa sông đi sâu vào vùng hạ lưu hệ thống sông Hồng - Thái Bình, nhân tố triều ảnh hưởng ngày một yếu dần; ngược lại, ảnh hưởng dòng chảy từ thượng lưu dần được lớn lên. Trong các sơ đồ mô phỏng mực nước các trạm vùng ảnh hưởng triều - lũ, hợp lý hơn cả là không dùng trực tiếp các biến mực nước chân đỉnh triều và mực nước (lưu lượng) tại các trạm TV thượng nguồn, mà dùng biến mực nước đã chuẩn hóa theo khoảng cách sao cho tại cửa sông tỷ trọng ảnh hưởng của triều bằng 1, của lũ bằng 0, và tại biên thượng nguồn thì ngược lại.

- Biến ảnh hưởng của lũ

$$X_{jl} = \frac{Z_{ol}}{L_{j+1}} \quad (6)$$

- Biến ảnh hưởng của triều

$$X_{jtr} = \frac{Z_{cs}}{(L_0 - L_{j+1})} \quad (7)$$

Hoặc

$$X_{jl} = Z_{ol} k_1 \cdot e^{-\frac{K_1}{L_{j+1}}} \quad (8)$$

$$X_{jtr} = Z_{cs} k_3 \cdot e^{-\frac{K_3}{L_0 - L_{j+1}}} \quad (9)$$

Trong các công thức (6,7,8,9) có 2 biến: Z_{ol} - mực nước tại biên lũ; Z_{cs} - mực nước (chân, đỉnh) tại cửa sông, hằng số L_0 -khoảng cách từ biên lũ tới cửa sông và đối với một trạm j xác định thì L_j cũng là hằng số cho trước. Các tham số ở đây là K_1, K_2, K_3 và K_4 .

b. Phương trình hồi quy

$$Z_j = a_1 X_1 + a_2 X_2 + a_0 \quad (10)$$

trong đó X_1, X_2 là các biến, đã được biến đổi theo 6,7 hoặc 8,9; a_1, a_2, a_0 là các tham số của phương trình.

* Nếu dùng các công thức biến đổi 6,7, thì đối với mỗi trạm, mô hình mô phỏng có 3 tham số (a_1, a_2, a_0).

* Nếu dùng các công thức biến đổi 8,9, thì đối với mỗi trạm, mô hình mô phỏng có 7 tham số ($a_1, a_2, a_0, K_1, K_2, K_3$ và K_4).

Các tham số a_1 , a_2 , a_0 được xác định bằng phương pháp bình phương tối thiểu.

MỘT SỐ NHẬN XÉT

Quá trình dao động mực nước triều tại Hòn Dấu và các cửa sông theo thời gian (xét trong chu kỳ một con nước và chu kỳ ngày) có dạng hình sin. Mực nước lên xuống xung quanh mực nước trung bình.

Quá trình biến đổi mực nước trong vùng cửa sông là dao động triều bị biến dạng do hạn chế bởi cao độ đáy sông và độ lớn của lũ. Do các hạn chế trên mà cả đỉnh và chân triều đều được nâng lên. Phần đỉnh bị ảnh hưởng nhỏ còn phần chân bị ảnh hưởng lớn hơn, có trường hợp dao động triều chỉ còn là một phần của hình sin. Điều này thể hiện càng rõ đối với các quá trình mực nước của các trạm nằm sâu trong sông.

Đã tiến hành kiểm tra nhận định trên bằng cách vẽ riêng hàng loạt các quan hệ chân, đỉnh triều ở các trạm thủy văn cửa sông với triều Hòn Dấu.

- Các quan hệ mực nước đỉnh tương đối chặt chẽ, quan hệ này sẽ tốt hơn nếu thiết lập cho từng cấp lũ thượng nguồn.

- Các điểm trong quan hệ chân triều nằm tán mát hơn, đặc biệt đối với các trạm có đáy sông cao hơn chân triều tại Hòn Dấu và khi mực nước chân triều Hòn Dấu xuống thấp hơn một ngưỡng nào đó, mực nước tại trạm và mực nước tại Hòn Dấu không còn có quan hệ với nhau. Đây chính là giới hạn dưới của chân triều tại trạm cửa sông.

- Các hệ số hồi quy của các phương trình mô phỏng mực nước triều là hàng số theo biến thời gian, nhưng là hàm số của các đối số không gian (Khoảng cách từ cửa sông tới điểm tính toán, cấu trúc của hệ thống đường dẫn, v.v...). Như vậy, cần xây dựng các quan hệ mô tả sự biến đổi hệ số hồi quy theo không gian để chuyển bài toán điểm thành diện.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Ngọc Thụy, Thủy triều vịnh Bắc Bộ, Tổng cục KTTV, 1976.
2. Phân viện nghiên cứu biển Hải Phòng. Bảng tra độ cao nước lớn, nước ròng và hiệu chỉnh trung bình về giờ nước lớn, nước ròng của các cảng phụ theo số liệu Hòn Dấu.
3. Bùi Văn Đức, Đào Văn Lễ và các cộng tác viên. Nghiên cứu công nghệ dự báo hạ du sông Hồng - Thái Bình. Thuộc đề tài nghiên cứu cấp nhà nước: "Nghiên cứu công nghệ nhận dạng lũ trong điều hành hồ Hòa Bình", chủ nhiệm đề tài PTS, Trịnh Quang Hòa, Hà Nội, 1993.