

# XÁC ĐỊNH GIỚI HẠN TRUYỀN TRIỀU TRÊN SÔNG VÀ SỰ THAY ĐỔI MỨC NƯỚC, LƯU TỐC KHI CÓ CÔNG TRÌNH CHẮN

**Hồ Sĩ Minh, Nguyễn Trọng Tư,  
Hồ Hồng Sao & Mai Lâm Tuấn**  
Bộ môn Công nghệ và Quản lý xây dựng  
Trường Đại học Thủy lợi

**Tóm tắt:** Hiện nay, khi tính toán mực nước thiết kế các công trình trên các đoạn sông có thủy triều chúng ta chưa xét đến ảnh hưởng do chuyển động triều gặp công trình chắn ngang làm thay đổi đáng kể mực nước, lưu tốc. Nội dung bài báo giới thiệu một số kết quả trong đề tài nghiên cứu khoa học cấp cơ sở năm 2009: “Hướng dẫn tính toán thủy lực ngăn dòng công trình ở vùng triều” do GS.TS Hồ Sĩ Minh chủ nhiệm.

## 1. Giới thiệu:

Đọc bờ biển Việt nam có 88 cửa sông chính và mạng lưới sông, lạch dày đặc ở đồng bằng sông Cửu Long chịu ảnh hưởng của thủy triều với 4 chế độ là: nhật triều, bán nhật triều đều và không đều, gọi chung là sông triều. Sông, lạch triều ở Việt Nam thường có độ sâu  $h = 3 \div 15\text{m}$ , hệ số nhám  $n = 0,025$ ; lưu tốc dòng triều  $u = 0,5 \div 2,0 \text{ m/s}$ . Các nhà tư vấn thiết kế và nhà thầu xưa nay chưa chú ý tính toán đúng mực nước và lưu tốc bị thay đổi do ảnh hưởng của truyền triều khi gặp công trình chắn. Vì vậy, khi lập dự án xây dựng các công trình trên sông triều cần xét đến sự thay đổi đó.

## 2. Giới hạn truyền triều

Triều truyền vào sông, do đặc điểm địa hình, ma sát lòng dẫn, dòng chảy sông chảy về thì biên độ mực nước bị chiết giảm theo dạng:

$$\bar{\eta}(0) = \bar{\eta}(l)e^{\lambda^*x} \quad (1)$$

Trong đó:

$\bar{\eta}(0)$  - Biên độ mực nước tại vị trí công trình

cách cửa vào (m),  $x=1$

$\bar{\eta}(l)$  - Biên độ mực nước tại cửa vào (m)

$\lambda^*$  - biểu thức được tính theo Hồ Sĩ Minh [2],

$$\lambda^* = \frac{n^2uc}{2h^{7/3}} \quad (2)$$

c- tốc độ truyền triều (m/s),

$$c = \frac{\sqrt{gh}\sqrt{2}}{\sqrt{1 + \sqrt{1 + m^2 A^2 / \omega^2}}}, \quad (3)$$

$$mA = \frac{g|u|}{C^2 h}; c_0 = \sqrt{gh} \quad (4)$$

u- lưu tốc dòng triều,  $u = 0,5 \div 2,0 \text{ m/s}$

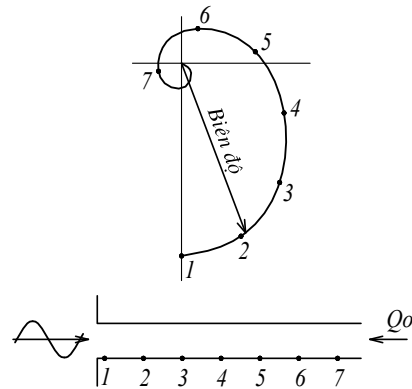
h- độ sâu trung bình sông (m). Độ sâu sông Việt Nam  $h = 3 \div 15\text{m}$

n- hệ số nhám,  $n=0,025$

C- hệ số Chezy ( $\text{m}^{1/2} / \text{s}$ ), tính theo Maning

$$C = \frac{1}{n} h^{\frac{1}{6}}$$

Dựa vào (1) và (2), biên độ mực nước ngược về thượng nguồn giảm dần, biểu diễn như hình 1 và kết quả tính giới hạn truyền triều trên các sông Việt Nam như bảng 1.



Hình 1: Chiết giảm biên độ mực nước.  
 Bảng 1: Giới hạn truyền triều trên các sông ở Việt Nam

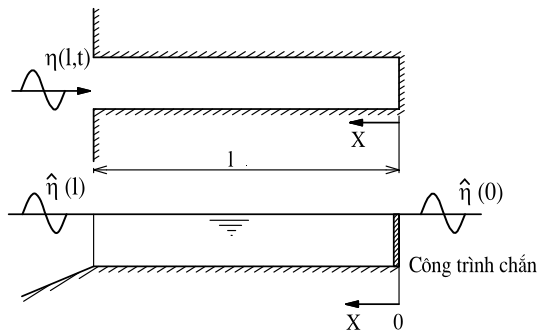
Độ sâu $h$ (m)	$l$ (km)	
	Bán nhật triều	Nhật triều
3	57,9	111,9
4	66,9	129,3
5	74,8	144,5
6	81,9	158,3
7	88,5	170,0
8	94,6	182,8
9	100,3	193,9
10	105,8	204,4
11	110,9	214,3
12	115,8	223,9
13	120,6	233,0
14	125,0	241,8
15	129,5	250,3

Kết quả tính trong bảng 1 tương đối phù hợp với số liệu dẫn trong [1]:

Giới hạn truyền sóng triều trên sông Hồng về mùa kiệt khoảng 180 km (nhật triều,  $h=7-8$ m); trên sông Thái Bình khoảng 150 km (nhật triều,  $h=6-7$  m); trên sông Tiền và sông Hậu sóng triều bị tiết giảm tương đối chậm, đoạn tiết giảm nhiều hơn cả là khoảng 50- 150 km cách biên (bán nhật triều không đều,  $h=7-15$ m). Về mùa kiệt, ảnh hưởng triều với biên độ nhỏ có thể lên đến 200- 300 km.

### 3. Sự thay đổi mực nước trong sông triều khi có công trình chắn

Sơ đồ truyền triều khi có công trình chắn như hình 2



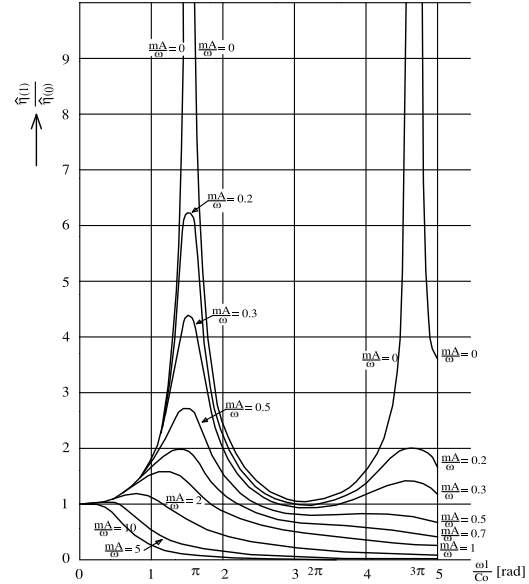
Hình 2: Sơ đồ vị trí công trình chắn

Trong đó:

$\hat{\eta}(l)$  - Biên độ mực nước cửa vào (m);

$\hat{\eta}(0)$  - Biên độ mực nước tại công trình chắn

(m). Theo Hồ Sĩ Minh [2]:



Hình 3: Quan hệ  $\frac{\hat{\eta}(l)}{\hat{\eta}(0)} \sim \frac{\omega l}{c_0} \sim \frac{mA}{\omega}$

$$\frac{\hat{\eta}(l)}{\hat{\eta}(0)} = \frac{1}{\sqrt{\cos^2 \frac{\omega l}{c_0} + \sinh^2 \left\{ \frac{\omega l}{c_0} \sqrt{\left(\frac{c_0}{c}\right)^2 - 1} \right\}}} \quad (5)$$

Đối với sông triều ở Việt Nam, biến đổi tăng lên của  $\frac{\hat{\eta}(l)}{\hat{\eta}(0)}$  nên xét trong khoảng  $\frac{1}{2} \leq \frac{\omega l}{c_0} \leq \frac{3}{2}$ , (hình 3). Kết quả tính toán giới hạn đó trong bảng 2

Bảng 2: Giới hạn cần xét sự dâng mực nước khi có công trình chắn trên các sông ở Việt Nam

$h$ (m)	$l$ (km)			
	Bán nhật triều		Nhật triều	
	Từ	Đến	Từ	Đến
3	19,3	57,9	37,3	111,9
4	22,3	66,9	43,1	129,3
5	24,9	74,8	46,2	144,5
6	27,3	81,9	52,8	158,3
7	29,5	88,5	57,0	170,0
8	31,5	94,6	61,0	182,8

h (m)	l (km)			
	Bán nhật triều		Nhật triều	
	Từ	Đến	Từ	Đến
9	33,4	100,3	64,6	193,9
10	35,3	105,8	68,1	204,4
11	37,0	110,9	71,5	214,3
12	38,6	115,8	74,6	223,9
13	40,2	120,6	77,7	233,0
14	41,7	125,0	80,6	241,8
15	43,2	129,5	83,4	250,3

**4. Xác định biến đổi đổi mực nước, lưu tốc theo L. Voogt Rijkswaterstaat (Cục Công trình Thủy lợi và Giao thông Hà Lan) [4]**

Ippen A.T.(1966) trong: “Estuary and Coastaline Hydrodynamics” đã xấp xỉ phương trình liên tục  $\frac{\partial Q}{\partial x} + b \frac{\partial \eta}{\partial t} = 0$  và phương trình chuyển động

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + g \frac{\partial \eta}{\partial x} = gI - \frac{gu|u|}{C^2 R^2}$$

$$\text{trở thành: } \frac{\partial \eta}{\partial t} = -h \frac{\partial u}{\partial x} \quad (6)$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} = -g \left( \frac{\partial \eta}{\partial x} + M u \right) \quad (7)$$

Trong đó:

$\eta$  - Mực nước dao động tính từ cao trình mực nước trung bình (m);

$$M = \frac{8}{3\pi} \frac{u_{\max}}{C^2 \cdot h}; \quad u_{\max} = \frac{u}{\cos \frac{2\pi}{T} t}$$

g - gia tốc trọng trường ( $m/s^2$ );

C- hệ số Chezy ( $m^{1/2}/s$ );

u - lưu tốc theo hướng x (m/s);

Khử u trong (6) và (7) dẫn đến:

$$c_0^2 \frac{\partial^2 \eta}{\partial x^2} = \frac{\partial^2 \eta}{\partial t^2} + gM \frac{\partial \eta}{\partial x} \quad (8)$$

$$\text{Trong đó: } c_0 = \sqrt{gh}$$

A.T. Ippen đưa ra cách giải phương trình (8) với điều kiện biên: coi giới hạn truyền triều như là một đập chắn vì thế có 2 sóng triều, sóng vào

có biên độ  $\eta_1$  và sóng phản xạ trở lại truyền ngược trục x có biên độ  $\eta_2$ . Biên độ  $\eta_1$  và  $\eta_2$  phụ thuộc x và t và thời gian bắt đầu phản xạ ở mực nước cao tại vị trí giới hạn truyền triều  $x=0$ . Vì vậy cao trình mực nước ở thời điểm t tại vị trí x bất kỳ được biểu diễn theo phương trình:

$$\eta = \eta_1 + \eta_2 = a_0 \left[ e^{-\mu x} \cos\left(2\pi \frac{t}{T} - kx\right) + e^{\mu x} \cos\left(2\pi \frac{t}{T} + kx\right) \right] \quad (9)$$

$$\text{Trong đó: } k = \frac{2\pi}{c_0 T} \quad (1/m);$$

$\mu$  - hệ số suy giảm biên độ (1/m);

$$a_0 = \frac{\eta_{0H}}{2} \quad \text{với: } \eta_{0H} \text{ là biên độ triều ứng với}$$

mực nước triều cao ở vị trí đập chắn  $x=0$ .

Quan hệ giữa biên độ mực nước và lưu tốc ở vị trí cửa sông và đập chắn như sau:

$$\frac{\widehat{\eta}(x=-l)}{\widehat{\eta}(x=0)} = \cosh rl \quad (10)$$

$$\frac{Au_{\max}(x=-l)}{\frac{2\pi}{T} bl \widehat{\eta}_{(x=-l)}} = \left| \frac{\tanh rl}{rl} \right| = \frac{Q(x=-l)}{\frac{2\pi}{T} Bl \widehat{\eta}_{(x=-l)}} \quad (11)$$

$$\text{Trong đó: } r = \pm \frac{2\pi}{T \sqrt{g \frac{A}{B}}} \sqrt{-1 + iM \frac{T}{2\pi} g}$$

$\left| \frac{\tanh rl}{rl} \right|$  là hệ số thay đổi lưu lượng ở cửa

sông và  $|\cosh rl|$  là hệ số thay đổi biên độ mực nước.

A - diện tích mặt cắt ngang sông ( $m^2$ );

B - chiều rộng sông ở mực nước trung bình (m).

M là hệ số ma sát được tuyến tính hóa (s/m), là công gây ra do ma sát trong một chu kỳ triều, nó được tính bằng

$$M = \frac{8}{3\pi} \frac{u_{\max}}{C^2 \cdot h}, \quad u_{\max} = \frac{u}{\cos \frac{2\pi}{T} t}$$

Bằng phương pháp hàm điều hòa tính được các thành phần này, nếu đặt:

$$S_1 = \frac{M}{2\pi} g \quad \text{và} \quad S_2 = \frac{2\pi}{T} \frac{l}{\sqrt{g \frac{A}{B}}} \text{ sẽ tìm được hệ}$$

số thay đổi mực nước (10) trong *bảng 3*; lưu lượng (11) trong *bảng 4*

*Bảng 3: Hệ số biến đổi mực nước*

S <sub>1</sub> \ S <sub>2</sub>	0,2	0,5	1,0	2,0	5,0	10,0	15,0
0,2	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,01	0,99
0,4	1,09	1,09	1,08	1,08	1,02	0,89	0,75
0,6	1,21	1,21	1,19	1,15	0,92	0,60	0,43
0,8	1,43	1,41	1,35	1,17	0,70	0,37	0,24
1,0	1,83	1,75	1,53	1,09	0,50	0,24	0,14
1,5	6,15	2,68	1,35	0,66	0,23	0,08	0,04
2,0	2,13	1,45	0,84	0,41	0,11	0,03	0,01
3,0	0,96	0,78	0,48	0,19	0,03	0,00	0,00
4,0	1,32	0,79	0,33	0,09	0,01	0,60	0,60
5,0	1,66	0,63	0,21	0,04	0,00	0,00	0,00

*Bảng 4: Hệ số biến đổi lưu tốc*

S <sub>1</sub> \ S <sub>2</sub>	0,2	0,5	1,0	2,0	5,0	10,0	15,0
0,2	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,00	0,79
0,4	1,06	1,06	1,05	1,05	1,00	0,88	0,75
0,6	1,14	1,14	1,12	1,08	0,88	0,61	0,47
0,8	1,26	1,27	1,22	1,06	0,67	0,42	0,32
1,0	1,54	1,48	1,29	0,94	0,49	0,32	0,26
1,5	4,10	1,80	0,94	0,52	0,29	0,21	0,17
2,0	0,98	0,70	0,46	0,32	0,22	0,16	0,13
3,0	0,10	0,20	0,25	0,22	0,15	0,11	0,09
4,0	0,28	0,26	0,22	0,17	0,11	0,08	0,06
5,0	0,36	0,21	0,17	0,13	0,09	0,06	0,05

**Ví dụ :** Triều truyền trên một đoạn sông dài 20.000m, một đập sẽ được xây dựng ở đoạn giữa, cách cửa biển 10.000m. Hãy tìm sự thay đổi mực nước và lưu tốc ở cửa sông khi có xây dựng công trình chắn trên đoạn sông nghiên cứu.

Biết:  $A = 300 \text{ m}^2$ ,  $B = 500 \text{ m}$ ,  $R = 0,9 \text{ m}$ ,  $C = 50 \text{ m}^{1/2}/\text{s}$ ,  $T = 44.700 \text{ s}$ . Lưu tốc lớn nhất ở đoạn giữa sông  $u_{\max}(x=10.000) = 0,45 \text{ m/s}$ .

**Giải:**

$$C = \sqrt{g \frac{A}{B}} = 2,4 \text{ m/s},$$

$$gM = g \frac{0,85\bar{u}(x=-10000)g}{C^2 R} = 15.10^{-4} l / s$$

Tại vị trí  $l = 20.000 \text{ m}$  (khi chưa xây đập):

$$S_1 = \frac{gMT}{2\pi} = 10;$$

$$S_2 = \frac{l}{\sqrt{g \frac{A}{B}}} \frac{2\pi}{T} = 1,2$$

Sử dụng *bảng 3* có hệ số biến đổi mực nước:

$$\frac{\bar{\eta}(x=-l)}{\bar{\eta}(x=0)} = \cosh rl = 0,15$$

Sử dụng *bảng 4* có hệ số biến đổi lưu tốc:

$$\frac{Au_{\max}(x=-l)}{\frac{2\pi}{T} Bl \hat{\eta}_{(x=-l)}} = \left| \frac{\tanh rl}{rl} \right| = 0,26$$

\* Tại vị trí  $l = 10.000 \text{ m}$  (xây dựng đập):

$$S_1 = 10, S_2 = 0,6$$

Sử dụng *bảng 3* có hệ số biến đổi mực nước:

$$\frac{\bar{\eta}(x=-l)}{\bar{\eta}(x=0)} = \cosh rl = 0,60$$

Sử dụng *bảng 4* có hệ số biến đổi lưu tốc:

$$\frac{Au_{\max}(x=-l)}{\frac{2\pi}{T} Bl \hat{\eta}_{(x=-l)}} = \left| \frac{\tanh rl}{rl} \right| = 0,61$$

Có nghĩa là biên độ mực nước tại công trình chắn tăng lên  $0,6:0,15 = 4$  lần, và lưu tốc tại vị trí cửa vào sông khi không có đập chắn sẽ là:

$$Au_{\max}(x=-l) = 0,26 \times \frac{2\pi}{T} \times B \times l \times \hat{\eta}_{(x=-l)}$$

$$= 0,26 \times \frac{6,28}{44700} \times 500 \times 20000 \times \bar{\eta}(x=-l)$$

$$= 365,3 \bar{\eta}(x=-l)$$

$$u_{\max}(x=-l) = 365,3 \bar{\eta}(x=-l) / A$$

$$= 1,22 \bar{\eta}(x=-l)$$

lưu tốc tại vị trí cửa vào sông khi có đập chắn sẽ là:

$$Au_{\max}(x=-l) = 0,61 \times \frac{2\pi}{T} \times B \times l \times \hat{\eta}_{(x=-l)}$$

$$= 0,61 \times \frac{6,28}{44700} \times 500 \times 10000 \times \bar{\eta}(x=-l) =$$

$$428,5 \bar{\eta}(x=-l)$$

$$u_{\max}(x = -l) = 428,5\hat{\eta}(x = -l) / A$$

$$= 1,42\hat{\eta}(x = -l)$$

Như vậy khi có đập chắn ở vị trí đã nêu ở trên thì lưu tốc ở cửa vào tăng hơn khi không có đập chắn gần 20% .

### 5. Kết luận:

Giới hạn đoạn sông có thủy triều khi thiết kế các công trình được chỉ ra trong bảng 1. Lựa chọn mực nước thiết kế xây dựng các công trình chắn trên đoạn sông đó cần xét đến sự dâng cao

mực nước được chỉ ra trong bảng 2. Nội dung tính toán mực nước tăng thêm có thể tính theo (5) hoặc ở mực 4. Xác định sự thay đổi mực nước tại công trình chắn và lưu lượng cửa vào tính theo mực 4. Tất cả tính toán như trên là gần đúng bởi lẽ sự truyền triều trên sông phụ thuộc rất nhiều yếu tố, nhưng có thể dùng để tham khảo khi thiết kế xây dựng công trình trên sông triều.

### 6. Tài liệu tham khảo

- [1] Phạm Văn Giáp, Lương Phương Hậu (1996). *Chỉnh trị cửa sông ven biển* - Nhà xuất bản Xây dựng. p.p.72-76
- [2] Trường Đại học Thủy lợi (2007), GS.TS. Hồ Sĩ Minh chủ nhiệm. Đề tài nghiên cứu khoa học cấp Bộ: “*Nghiên cứu tính toán thủy lực và công nghệ chặn dòng các công trình ở vùng triều*”
- [3] Hồ Sĩ Minh (2009) Thiết kế và thi công công trình ngăn dòng cửa sông, ven biển- Nhà xuất bản Xây dựng.
- [4] J.C Huis in't Veld and Authors (1984) – *The Closure of Tidal Basins* – DELFT University Press. p.p.525-529.

### Abstract:

### DETERMINATION OF THE PROPAGATION LIMIT OF TIDAL WAVE ON A RIVER AND THE CHANGE OF WATER LEVEL, VELOCITY AT A CLOSURE WORK

**Ho Si Minh, Nguyen Trong Tu,  
Ho Hong Sao & Mai Lam Tuan**

*At present, the water level at a closure work on the tidal river has been determined without the influence of the propagation of tidal wave at the closure work that changes the water level and velocity significantly. This paper introduces results of the scientific research project 2009 (basic level): “the guide of hydraulic calculation for closure work in tidal river” by Prof. Dr. Ho Si Minh.*